

**Kollaborative, virtuelle Kreativumgebungen –
Unterstützung der Ideengenerierung durch *Virtual Reality***

zur Erlangung des akademischen Grades eines
DOKTORS DER INGENIEURWISSENSCHAFTEN (Dr.-Ing.)
der Fakultät Maschinenbau
der Universität Paderborn

vorgelegte
DISSERTATION

von
M. Sc. Patrick Taplick
aus Salzkotten

Tag des Kolloquiums: 05. Juli 2021
Referentin: Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler
Korreferentin: Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold

Vorwort

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fachgruppe Produktentstehung am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Sie ist das Ergebnis meiner wissenschaftlichen Arbeit in Forschungs- und Industrieprojekten.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Dr.-Ing. Iris Gräßler für die einzigartige Möglichkeit zur persönlichen und fachlichen Weiterentwicklung sowie dem großen Freiraum und dem mir entgegen gebrachten Vertrauen. Weiterhin möchte ich mich für Ihre Anregungen und die stets konstruktive Kritik bedanken. Das erlernte methodische Vorgehen hat diese Dissertation erst möglich gemacht. Die Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter werde ich stets als prägenden Teil meines Lebens empfinden.

Frau Prof. Dr.-Ing. Kristin Paetzold danke ich sehr für die Übernahme des Korreferats.

Weiterhin möchte ich den aktiven und ehemaligen Kolleginnen und Kollegen der Fachgruppe Produktentstehung für die vertrauensvolle und stets vorbildliche Zusammenarbeit und die lebendigen Diskussionen danken. Jeder von euch hat mich in meiner persönlichen und fachlichen Entwicklung auf seine Weise geprägt. Vielen Dank dafür!

Hervorheben möchte ich weiterhin alle Studierenden, die mich tatkräftig in der Promotionszeit als studentische Hilfskraft oder durch studentische Abschlussarbeiten unterstützt haben.

Besonders am Herzen liegt mir allerdings der Beitrag, den meine Familie bei dem Unterfangen der Promotion geleistet hat. Ohne sie hätte ich den Marathon, den eine Promotion darstellt, nicht durchhalten können. Durch meine Eltern habe ich stets die uneingeschränkte Unterstützung erfahren. Sie haben immer enormes Potenzial in mir gesehen, auch wenn ich nicht daran glauben wollte.

Der letzte Dank gilt meiner wundervollen Frau und meinen einzigartigen Töchtern. Sie besitzen die einzigartige Gabe aus einem schwierigen und herausfordernden einen schönen und wertvollen Tag zu machen. Dabei gab mir meine Frau auch in schwierigen Zeiten den Glauben an die eigene Stärke zurück. Meine beiden Töchter verstanden es immer meine Pausen bei der Anfertigung der Dissertation mit Freude und Glück zu erfüllen. Ich bin froh und unendlich dankbar euch zu haben.

Paderborn, im September 2021

Patrick Taplick

Vorveröffentlichungen

- [GT15a]* GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK: Supporting Product Engineering by Technologies of Virtual and Augmented Reality. In: Proceedings of the 21st European Concurrent Engineering Conference, S. 73-79, ISBN 978-90-77381-88-5, Apr. 2015, EUROSIS-ETI, Lisbon, Portugal.
- [GT15b] GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK: Interconnection of a System- and Process-Based Matrix for Virtual Engineering on the Basis of the Product Life Cycle. In: Padoano, Elio; Villmer, Franz-Josef (Hrsg.): 5th International Conference Production Engineering and Management, S. 43-53, ISBN 978-3-941645-11-0, Okt. 2015, Ostwestfalen-Lippe University of Applied Sciences.
- [GTP+16] GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK; POTTEBAUM, JENS; SCHOLLE, PHILIPP; REIHER, THOMAS: Data Management for additive manufacturing: survey on requirements and current state. In: Marjanovic, Dorian; Storga, Mario; Pavkovic, Neven; Bojetic, Nenad; Skec, Stanko (Hrsg.): Proceedings of the DESIGN 2016 14th International Design Conference, International DESIGN Conference, Band 1, 16. - 19. Mai 2016 Design Society, Design Society.
- [GTY16] GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK; YANG, XIAOJUN (Hrsg.) Educational Learning Factory of a holistic Product Creation Process. 6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories, Jun. 2016, Procedia CIRP.
- [GT16] GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK: Supporting Additive Manufacturing by Augmented Reality. In: 6th International Conference on Additive Technologies iCAT 2016, 29. - 30. Nov. 2016.
- [GTP17]* GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK; POTTEBAUM, JENS: Enhancing Innovation Processes by Disruptive Technologies. In: SCIFI-IT 2017, S. 19-26, 2017 EUROSIS, EUROSIS-ETI.
- [GT18]* GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK: Virtual Reality unterstützte Kreativitätstechnik: Vergleich mit klassischen Techniken. In: Krause, Dieter; Paetzold, Kristin; Wartzack, Sandro (Hrsg.) Design for X - Beiträge zum 29. DfX-Symposium, S. 215-226, Sep. 2018.
- [GPT+19] GRÄBLER, IRIS; POTTEBAUM, JENS; TAPLICK, PATRICK; ROESMANN, DANIEL; PREUSS, DANIEL: Unterstützung des Lernens für kritische Situationen: Potenzial von Augmented Reality für die Instandsetzung auf See. In: von Lukas, Uwe; Bauer, Kristine; Dolereit, Tim (Hrsg.): Go-3D 2019 "Mit 3D Richtung Maritim 4.0" - Tagungsband zur Konferenz Go-3D 2019, S. 45-57, 2019, Fraunhofer Verlag.
- [GOT19] GRÄBLER, IRIS; OLEFF, CHRISTIAN; TAPLICK, PATRICK: Augmented Reality für die Vermittlung von Systems Engineering. In: Bertram, Torsten; Corves, Burkhard; Gräßler, Iris; Janschek, Klaus (Hrsg.): Fachtagung Mechatronik 2019 Paderborn, S. 180-185, 27. Jan. - 28. Mrz. 2019.
- [GT19a]* GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK: Architecture of a virtual reality-based tool for the support of creativity. In: Philippe Geril (Hrsg.) The 3rd Annual Science Fiction Prototyping Conference 2019, S. 25-29, Apr. 2019, EUROSIS-ETI.
- [GT19b]* GRÄBLER, IRIS; TAPLICK, PATRICK: Supporting Creativity with Virtual Reality Technology. In: Proceedings of the 22nd International Conference on Engineering Design (ICED19), Band 1, S. 2011-2020, DOI:10.1017/dsi.2019.207, Delft, The Netherlands, 5. - 8. Aug. 2019 Design Society.
- [GPT20] GRÄBLER, IRIS; POTTEBAUM, JENS; TAPLICK, PATRICK; ROESMANN, DANIEL; KAMANN, MARCUS: Produktdatenbasiertes, arbeitsgebundenes Lernen für und mit Augmented Reality in der Instandhaltung. In: Frühjahrskongress 2020 - Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch?, S. B.2.2, ISBN 978-3-936804-27-0, Berlin, 16. - 18. Mrz. 2020, Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V., Dortmund.

* Vorarbeiten der Dissertation

Zusammenfassung

Die Globalisierung stellt Unternehmen, die international mit verteilten Gruppen agieren, vor Herausforderungen. Kreativität ist ein entscheidender Faktor für Unternehmen, um neue Produkte und Dienstleistungen zu gestalten und sich auf dieser Basis von Wettbewerbern abzuheben. Um verteilte agierende Gruppen in ihrer Kreativität zu unterstützen, gibt es bereits Community-Plattformen, die die Zusammenarbeit zur Problemlösung steigern. Eine direkte Methode zur Stimulation der Kreativität verteilt agierender Gruppen existiert bisher nicht. Die *Virtual Reality* (VR)-Technologie bietet Potenziale auf Basis visueller Stimulation die Kreativität zu unterstützen.

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der Rahmenbedingungen zur Gestaltung einer VR-basierten Kreativitätstechnik und darauf aufbauend die Entwicklung der „Reizumgebungs methode“, die durch ein VR-basiertes Werkzeug unterstützt wird. Die Grundlage für die Rahmenbedingungen resultiert aus dem Stand der Wissenschaft der Bereiche Kreativität, verteilt agierende Gruppen und Teams und VR. Aus diesen Bereichen werden Einflussfaktoren analysiert, Leitlinien entwickelt und diese für die Komponenten der Kreativitätstechnik kategorisiert. Auf Basis der Leitlinien wird die „Reizumgebungs methode“, bestehend aus den Komponenten Kreativitätsprozess, VR-basiertes Werkzeug und virtuelle Kreativumgebungen entwickelt. In Form einer dreistufigen Validierung wird die entwickelte „Reizumgebungs methode“ untersucht.

Abstract

Globalization poses challenges for companies that operate internationally with distributed working groups. Creativity is a decisive factor for companies to design new products and services and to stand out from the competition on this basis. Community platforms are already in place to support distributed working groups in their creativity, which increase collaboration to solve problems. A direct method for stimulating the creativity of distributed groups does not yet exist. *Virtual Reality* (VR) technology offers the potential to support increased creativity on the basis of visual stimulation.

The aim of this work is the investigation of the framework conditions for the design of a VR based creativity technique and, based on this, the development of the "Reizumgebungs methode", which is supported by a VR based tool. The basis for the framework results from the state of the art in the areas of creativity, distributed working groups and teams and VR. Influential factors are analyzed from these areas, design guidelines are developed and these are categorized for the components of the creativity technique. On the basis of the design guidelines, the "Reizumgebungs methode", consisting of the components creativity process, VR based tool and virtual creative environments, is developed. The developed "Reizumgebungs methode" is examined in the form of a three-stage validation.

Kollaborative, virtuelle Kreativumgebungen – Unterstützung der Ideengenerierung durch *Virtual Reality*

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	2
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Thematische Einordnung	2
1.4	Wissenschaftliches Vorgehensmodell	4
2	Stand der Wissenschaft	6
2.1	Kreativität	6
2.1.1	Definitionen der Kreativität	7
2.1.2	Determinanten der Kreativität	7
2.1.3	Reiz-Reaktions-Modell	10
2.1.4	Kreativitätstechniken	11
2.1.5	Räumlichkeiten zur Unterstützung der Kreativität	14
2.1.6	Bewertungskriterien und -methoden der Kreativität und Innovation	16
2.2	<i>Virtual Reality</i> -Technologien	17
2.2.1	Definitionen der <i>Virtual Reality</i> -Technologie	17
2.2.2	Eigenschaften und Merkmale von <i>Virtual Reality</i>	18
2.2.3	Aufbau eines VR-Systems	21
2.2.4	Gebrauchstauglichkeit / Benutzerfreundlichkeit für <i>Virtual Reality</i>	22
2.3	Verteilt agierende Gruppen und Teams	24
2.3.1	Definition verteilt agierender Teams	24
2.3.2	Einflussfaktoren in verteilt agierenden Gruppen und Teams	25
2.4	Kreativität in verteilt agierenden Gruppen und Teams	27
2.4.1	Fördernde und hemmende Einflussfaktoren für Kreativität	27
2.4.2	IKT zur Unterstützung kollaborativer Kreativität	30
2.5	Virtuell unterstützte Kreativität in verteilt agierenden Gruppen und Teams	34
2.6	Abgrenzungsmatrix	37
2.7	Zusammenfassende Bewertung	38

3	Entwicklung von Leitlinien zur Förderung der Kreativität	40
3.1	Vorgehen zur Entwicklung der Leitlinien	40
3.2	Leitlinien für den Kreativitätsprozess	41
3.3	Leitlinien für das VR-basierte Werkzeug	47
3.4	Leitlinien für virtuelle Kreativumgebungen	52
4	Konzeption und Entwicklung der "Reizumgebungsmethode"	57
4.1	Rahmenbedingungen der „Reizumgebungsmethode“	58
4.2	Prozess der „Reizumgebungsmethode“	59
4.2.1	Rollen in der „Reizumgebungsmethode“	61
4.2.2	Technologieimplementierung	63
4.2.3	Durchführung der Kreativitätstechnik	63
4.2.4	Prozessunterstützende Werkzeuge	67
4.3	VR-basiertes Werkzeug	68
4.3.1	Nutzerorientierter, agiler Entwicklungsprozess	68
4.3.2	Hardware-Infrastruktur	69
4.3.3	Software-Architektur	71
4.4	Virtuelle Kreativumgebungen	76
4.4.1	Gestaltungshilfen für virtuelle Kreativumgebungen	76
5	Validierung	77
5.1	Vorstudie	77
5.1.1	Vorgehen	77
5.1.2	Resultate	80
5.1.3	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse	85
5.2	Vergleich mit klassischen Kreativitätmethoden	87
5.2.1	Vorgehen	88
5.2.2	Resultate	89
5.2.3	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse	93
5.3	Anwendung für verteilt agierende Gruppen	94
5.3.1	Vorgehen	95
5.3.2	Resultate	101
5.3.3	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse	108
6	Anpassungen der „Reizumgebungsmethode“	112
7	Zusammenfassung und Ausblick	117

7.1	Zusammenfassung	117
7.2	Ausblick	118
 Literaturverzeichnis		 120
 A1	<i>Virtual Reality</i> Grundlagen und Hardware	135
A1.1	Abgrenzung von <i>Virtual</i> und <i>Augmented Reality</i> Technologie	135
A1.2	VR-Hardware	135
A1.3	Vergleich der VR-Hardware	138
 A2	VR-basiertes Werkzeug <i>Virtual Creativity</i>.....	139
A2.1	Verknüpfung der Skripte	139
A2.2	Skript-Code	143
 A3	Validierungsfragebögen.....	245
A3.1	Fragebogen vor der Durchführung des Kreativitätsworkshops	245
A3.2	Fragebogen nach der Durchführung des Kreativitätsworkshops	249
 A4	Ergebnisse der Validierungsfragebögen	260

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Einordnung der Arbeit im Handlungsfeld für Produktentstehung (aufbauend auf [Grä15, S. 167 ff.])	4
Abbildung 1-2: Forschungsmethodik und Gliederung (basiert auf [BC09])	5
Abbildung 2-1: Relevante Bereiche für den Stand der Wissenschaft	6
Abbildung 2-2: Zuordnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu den vier Determinanten	8
Abbildung 2-3: Identifikation von Teillösungen mit der P2S-Methode [PE12, S. 337 ff.]	14
Abbildung 2-4: Instrumente der Innovationsbewertung (basierend auf [Ahs10])	16
Abbildung 2-5: I ³ -Modell [BC03]	19
Abbildung 2-6: Aufbau eines VR-Systems (basierend auf [DBG+13])	21
Abbildung 2-7: Einflüsse der Usability	23
Abbildung 2-8: Synchrone und asynchrone Kommunikation	26
Abbildung 2-9: Auflistung der Einflussfaktoren verteilt agierender Teams	28
Abbildung 2-10: Auflistung der Einflussfaktoren durch virtuelle Umgebungen	34
Abbildung 2-11: Abgrenzungsmatrix	37
Abbildung 3-1: Vorgehen zur Entwicklung der Leitlinien	40
Abbildung 3-2: Aufteilung der Leitlinien für den Kreativitätsprozess	41
Abbildung 3-3: Aufteilung der Leitlinien für das VR-basierte Werkzeug	47
Abbildung 3-4: Stimulierbare Sinne des Menschen	49
Abbildung 3-5: Zuordnung der Funktionen zur Unterstützung der Ideengenerierung	50
Abbildung 3-6: Aufteilung der Leitlinien für Virtuelle Kreativumgebungen	52
Abbildung 4-1: Konzept der „Reizumgebungsmethode“ [GT19, S. 2011 ff.]	57
Abbildung 4-2: Prozess der Kreativitätstechnik: „Reizumgebungsmethode“	60
Abbildung 4-3: Ideenräume der Gruppenmitglieder und kollaborative Potenziale	60
Abbildung 4-4: Rollen für die „Reizumgebungsmethode“	61
Abbildung 4-5: Aufgaben und Unterstützung der Phasen des Kreativitätsprozesses	64
Abbildung 4-6: Darstellung der Unterstützung für die Gestalter der Umgebungen	68
Abbildung 4-7: Hardware Infrastruktur des Werkzeugs Virtual Creativity (basierend auf [DBG+13])	69
Abbildung 4-8: Einbindung von Skripten für Funktionen des VR-basierten Werkzeugs (basierend auf [GT19, S. 25 ff.])	72
Abbildung 5-1: Virtuelle Kreativumgebungen für die Vorstudie	78
Abbildung 5-2: Ablauf der Vorstudie	79
Abbildung 5-3: Ergebnisse des ersten Fragebogens der Vorstudie	81
Abbildung 5-4: Ergebnisse des zweiten Fragebogens der Vorstudie	82
Abbildung 5-5: Bewertung des kreativen Einflusses auf die Teilnehmer	84
Abbildung 5-6: Ablauf der Vergleichsstudie	89
Abbildung 5-7: Vergleich in der Beeinflussung der Kreativität	90
Abbildung 5-8: Ergebnisse der Ideengenerierung	91
Abbildung 5-9: Aspekte der „Reizumgebungsmethode“	92
Abbildung 5-10: Vorgehen der Workshops für das Unternehmen und das Projektlabor	98
Abbildung 5-11: Ausschnitt des ersten Fragebogens für das Projektlabor	100
Abbildung 5-12: Vergleich in der Kreativitätsbeeinflussung im Unternehmensworkshop ...	101

Abbildung 5-13: Bewertung von Funktionen des VR-basierten Werkzeugs im Unternehmensworkshop.....	102
Abbildung 5-14: Aspekte der „Reizumgebungsmethode“ des Unternehmensworkshops	103
Abbildung 5-15: Vergleich der Beeinflussung der Kreativität im Projektlabor	105
Abbildung 5-16: Bewertung von Funktionen des VR-basierten Werkzeugs im Projektlabor	106
Abbildung 5-17: „Reizumgebungsmethode“ im Projektlabor „Digitale Fabrik“	107
Abbildung 6-1: Anpassung des Einsatzfeldes des VR-basierten Werkzeugs	113
Abbildung 6-2: Beispiele für themenspezifische virtuelle Kreativumgebungen	115

Abkürzungsverzeichnis

AR	<i>Augmented Reality</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
DRM	<i>Design Research Methodology</i>
GKUS	Gruppenkreativitätsunterstützungssystem
HMD	<i>Head Mounted Display</i>
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
VR	<i>Virtual Reality</i>

1 Einleitung

Unternehmen im Zeitalter der Digitalisierung und Globalisierung stehen unter steigendem Druck, in kurzen Zeiträumen innovative Produkte entwickeln zu müssen [JS16, S. 428 ff.]. Durch individuelle Kundenbedürfnisse steht die Serienfertigung vor immer größer werdenden Herausforderungen [Grä04]. Um sich signifikant vom restlichen Markt abzusetzen, reicht es nicht nur aus, auf inkrementelle Innovationen zu setzen und damit eigene Vorgängerserien weiterzuentwickeln. Vielmehr sind radikale Innovationen gefragt, die einen Großteil der Kunden durch einen hohen Neuheitsgrad und innovative Funktionen begeistern [Rei06]. Durch technologische und soziale Innovationen sollen diese ermöglicht werden [Deu17]. Dafür bedarf es in den meisten Fällen technischer Inventionen, die mit Hilfe von Kreativität zu erzeugen sind [Cro16, S. 155 ff.].

Kreativität lässt sich in der Literatur auf die Determinanten Produkt, Person, Prozess und Druck (Umgebungsdruck) beziehen [Rho61, S. 305 ff.]. Einige Eigenschaften dieser Determinanten, wie beispielsweise die Umgebung und der Kreativitätsprozess, lassen sich beeinflussen. Andere wiederum können nicht extern beeinflusst werden, wie zum Beispiel die intrinsische Motivation einer Person. Besonders die Erzeugung von Kreativität in verteilt agierenden Entwicklungsteams stellt Unternehmen vor große Herausforderungen.

Durch den Megatrend Globalisierung ist es nicht mehr unüblich, im Unternehmen und unternehmensübergreifend die Entwicklung von Produkten an unterschiedlichen Standorten zu betreiben [BA08, S. 242 ff.]. In verteilt agierenden Entwicklungsteams werden mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) Projekte standortunabhängig bearbeitet. Faktoren wie beispielsweise Vertrauen, Führung und die eingesetzte Technologie spielen eine signifikante Rolle für den Erfolg [GMJ+15, S. 1313 ff.]. Weiterhin wirken sich Umwelteinflüsse, wie beispielsweise die aktuelle Corona Pandemie, auf die Zusammenarbeit der Mitarbeiter aus. Somit steigt die Bedeutung verteilt agierender Teams, aber gleichzeitig auch die Herausforderungen, denen diese ausgesetzt sind [FS20, S. 100777].

Im Kontext innovativer IKT werden in verschiedenen Phasen des Produktentstehungsprozesses *Virtual Reality*- (VR) und *Augmented Reality*-Technologien (AR) eingesetzt [GT15, S. 73 ff.]. Beispiele dafür sind Ergonomieprüfungen und Maschinenwartungen. Durch die Entwicklung von *Head Mounted Displays* (HMD) sind die VR- und AR-Technologien wirtschaftlicher geworden und somit massenmarkttauglich [HK15]. Auf dieser Basis wurden in den letzten Jahren viele Anwendungsfälle im industriellen Umfeld für diese Technologien generiert [Jt18]. Bei VR handelt es sich dabei in vielen Fällen um Marketinghilfsmittel und *Design Reviews* von Produkten. Im Bereich AR sind Anwendungsfälle in der Produktion, wie zum Beispiel Wartungs- und Montagehilfen, bereits implementiert. Eine Studie von KPMG zeigt beispielsweise, dass der größte Anteil der untersuchten VR/AR-Anwendungsfälle (52 %) im Bereich Marketing und Vertrieb entwickelt und eingesetzt wird [KPM16].

1.1 Motivation

Zur systematischen Entwicklung von Ideen werden Kreativitätstechniken eingesetzt [Ges83, S. 169 ff.], die sich unter anderem durch das erwartete Resultat und das Vorgehen voneinander unterscheiden und in unterschiedliche Kategorien eingeordnet werden [Sch77]. Gruppenbasierte Kreativitätstechniken basieren auf der Zusammenkunft der Gruppe an einem physischen Ort. Projekttreffen an einem physischen Ort führen zu Reiseaufwendungen für Unternehmen, zu Stress und Zeitverlusten für Mitarbeiter, die die Ressourcen des Unternehmens einschränken und die Entwicklungszeiten eines Produktes verlängern. Daraus resultiert ein signifikanter, negativer Einfluss auf den Unternehmenserfolg. Eine Möglichkeit, um die Zusammenkunft an einem physischen Ort zu vermeiden, ist der Einsatz von IKT. Bisherige technische Lösungen zur Kollaboration von Gruppen sind bisher unzureichend in Bezug auf die mediale Einbindung von Daten und die intuitive Interaktion zwischen Gruppenmitgliedern. Innovative VR- und AR-Technologien bieten Möglichkeiten, die die Funktionen konventioneller IKT übersteigen. Basierend auf diesen beiden Alternativen zur kollaborativen Zusammenarbeit ist die Motivation dieser Arbeit, eine geeignete Ausprägung der VR-Technologie zu konzipieren und zu entwickeln. Dabei muss die Lösung so gestaltet sein, dass Anforderungen an verteilt arbeitende Gruppen und grundlegende Aspekte von Kreativitätstechniken berücksichtigt werden.

1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Dissertation widmet sich der Untersuchung von Einflussfaktoren bei der VR-basierten Unterstützung des Kreativitätsprozesses verteilt agierender Gruppen in frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses. Dabei wird es verteilt agierenden interdisziplinären Gruppen ermöglicht, durch VR-Technologien miteinander kollaborativ und kreativ zu arbeiten. Zu diesem Zweck müssen die Rahmenbedingungen zur Gestaltung VR-basierter Kreativitätstechniken untersucht werden. Zur Realisierung müssen relevante Einflussfaktoren der Forschungsfelder der Kreativität, verteilt agierende Gruppen und Teams und IKT mit spezifischem Fokus auf VR-Technologie analysiert werden. Diese werden durch die Entwicklung von Leitlinien strukturiert und nutzbar gemacht. Die auf diesen Leitlinien basierenden Werkzeuge werden mit Hilfe eines prototypenbasierten, agilen Entwicklungsprozesses gestaltet. Durch eine Evaluation in einem Industrieunternehmen werden die Nutzungspotenziale zur Erzeugung innovativer Ideen unter realen Bedingungen untersucht. Insgesamt ermöglicht ein VR-basiertes Werkzeug den Gruppen, an verteilten Standorten intuitiv miteinander zu kommunizieren und zu interagieren. Mit Hilfe implementierter Funktionen wird die Kreativität auf vielfältige Weise gesteigert, um damit verteilt agierende Gruppen auf dem Weg zur Generierung innovativer Produkte zu unterstützen. Kern der Eigenleistung bildet die VR-basierte Kreativitätstechnik „Reizumgebungs-methode“, die mit Hilfe der Leitlinien entwickelt wird.

1.3 Thematische Einordnung

Die vorliegende Arbeit ordnet sich im Handlungsfeld Produktentstehung ein [Grä15, S. 167 ff.]. Dieses umfasst alle Felder von der strategischen Planung und dem Innovationsmanagement

bis hin zur Nutzung des Produktes, einschließlich der zugehörigen Digitalisierung und Virtualisierung, die im Handlungsfeld als unterstützendes Fundament dargestellt wird.

Im Rahmen der **Strategischen Planung und des Innovationsmanagements** wird die strategische Ausrichtung eines Unternehmens von der Gestaltung einer Unternehmensvision über die Mission bis hin zur Strategie betrachtet. Über die Methode Szenario-Technik beispielsweise werden Zukunftsszenarien identifiziert, die zur Definition von Suchfeldern für Produktinnovationen führen [GPS17]. Weiterhin führt die Integration dieser Technik zur Unterstützung von Plattformen durch eine Einschätzung der Marktchancen mechatronischer Produkte [GST19]. In diesen Suchfeldern werden potenzielle Produktideen generiert, die durch *Market Pull* (identifizierte Kundenbedürfnisse) [CK94] oder eine Blue-Ocean-Strategie (Erschließung neuer Märkte durch innovative Produkte) [KM04] bestimmt werden.

Mit Hilfe des Feldes **Systems Engineering und Entwicklungsmanagement** werden auf Basis von Entwicklungsmethodik und -methoden die generierten Produktideen effektiv und effizient zu Produkten entwickelt. Die steigende Komplexität mechatronischer und cyber-physischer Systeme macht die Einbindung geeigneter Entwicklungsmethodik wie zum Beispiel *Systems Engineering* und die Entwicklung neuer Richtlinien notwendig, um die Komplexität im Produktentstehungsprozess zu reduzieren [GHB18, S. 747 ff., GH20, S. 312 ff.].

Im Feld **Realisierung und Produktionsmanagement** werden im Produktentwicklungsprozess frühzeitig Fertigungsrestriktionen und -technologien, die im Rahmen von Industrie 4.0 gestaltet werden, der Realisierung zugrunde gelegt. Im Fokus steht die Einbindung des Menschen in diese Fertigungsumgebungen [GP17].

Die **Produktnutzung** spielt für den Produktentstehungsprozess insofern eine Rolle, als dass über die Nutzung der Produkte Feedback und Restriktionen entstehen, die Einfluss auf die vorangegangenen Felder haben können.

Das Feld **Digitale und Virtuelle Produktentstehung (DVPE)** umfasst digitale und virtuelle Werkzeuge, die die unterschiedlichen Felder des Handlungsfeldes unterstützen. Dabei erleichtern insbesondere VR und AR verschiedene Tätigkeiten im Produktentstehungsprozess. Durch die Technologien werden eine Vielzahl an Anwendungsfeldern in der Entwicklung unterstützt [GT15, S. 73 ff.]. Beispielsweise stellt AR einen vielversprechenden Ansatz zur Unterstützung im Erlernen von Instandhaltungsaufgaben dar [GPT+20].

Weiterhin beinhaltet das Feld DVPE beispielsweise Werkzeuge zur Optimierung von Produktgeometrien und zum Schutz vor Produktpiraterie im Bereich der additiven Fertigung [RJL+19, S. 141 ff.].

Der Kern der Arbeit behandelt die Unterstützung des Feldes **Strategische Planung und Innovationsmanagement** durch die Einbindung von VR-Technologie. Das heißt, dass sich die Inhalte der Arbeit auf die Felder **Strategische Planung und Innovationsmanagement** und **Digitale und virtuelle Produktentstehung** und Wechselwirkungen zwischen diesen Feldern beziehen (Abbildung 1-1). Der Beitrag dieser Arbeit setzt im Innovationsmanagement nach der Identifikation geeigneter Suchfelder für Produktinnovationen an. Die entwickelten Methoden

und Werkzeuge dieser Arbeit unterstützen die Identifikation von Produktideen im Produktentstehungsprozess und haben damit zum Ziel, durch Produktideen Innovation zu erzeugen. Diese lässt sich unterschiedlich gradieren: inkrementell, radikal und disruptiv. Die Gestaltung radikaler und disruptiver Innovationen steht dabei im Fokus dieser Arbeit, da für diese Arten von Innovationen nicht auf vorangehende Produktmodelle gesetzt werden kann, sondern ein hoher Neuheitsgrad erzeugt werden muss. Inkrementelle Innovationen, die durch *Market Pull* beeinflusst werden, bilden allerdings das Kerngeschäft von etablierten Unternehmen. Um die Methode auch für inkrementelle Innovation nutzen zu können, müssen die Inhalte zur Stimulation angepasst werden.

Die **Digitale und Virtuelle Produktentstehung** beinhaltet die VR-Technologie, die hohe Potenziale in den Bereichen der Visualisierung und Immersion bereithält. Im Rahmen dieser Arbeit werden diese genutzt, um die Ideengenerierung zu fördern und den Nutzern in den Gruppen die Möglichkeit zu geben, ortsunabhängig kreativ miteinander zu arbeiten.

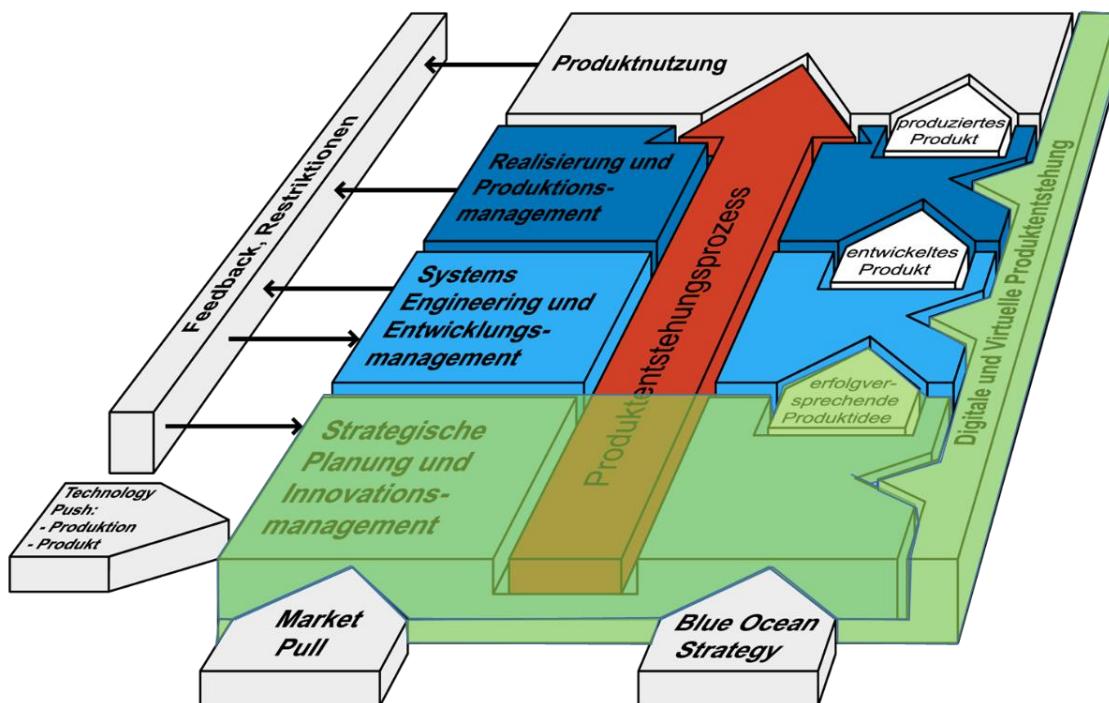


Abbildung 1-1: Einordnung der Arbeit im Handlungsfeld für Produktentstehung (aufbauend auf [Grä15, S. 167 ff.])

1.4 Wissenschaftliches Vorgehensmodell

Das wissenschaftliche Vorgehen der vorliegenden Arbeit basiert auf der *Design Research Methodology* (DRM) von BLESSING und CHAKRABARTI (Abbildung 1-2) [BC09]. Nach der Beschreibung der unterschiedlichen Forschungsprojektarten und der damit einhergehenden Aktivitäten handelt es sich bei dieser Dissertation um den von BLESSING und CHAKRABARTI beschriebenen Typ 3: Erarbeitung einer Lösung. Die Gliederung der Arbeit lässt sich am Forschungsvorgehen wie folgt veranschaulichen.

Zu Beginn steht die Klärung des Forschungsziels im Mittelpunkt. Durch das Aufstellen von Forschungsfragen, das Eingrenzen der Forschungsbereiche sowie die Identifikation des Ist-Zustandes kann der Soll-Zustand definiert werden. In der vorliegenden Arbeit werden diese Aktivitäten in den ersten zwei Kapiteln abgedeckt. Die Einleitung enthält den Gesamtkontext des Forschungsfeldes, die Motivation, die Zielsetzung und eine thematische Einordnung in das Handlungsfeld Produktentstehung. Der Stand der Wissenschaft wird zur Ermittlung des Ist-Zustandes benötigt. Anhand des Handlungsbedarfs wird der Soll-Zustand definiert und das notwendige Vorgehen beschrieben. In der zweiten Phase werden in der deskriptiven Studie I (Kapitel 3) anhand analysierter Einflussfaktoren des Stands der Wissenschaft Leitlinien entwickelt und in der anschließenden präskriptiven Studie Werkzeuge auf Basis der definierten Leitlinien konzipiert und entwickelt (Kapitel 4). Dabei handelt es sich um einen dreistufigen, prototypenbasierten Entwicklungsprozess. In diesen drei Stufen werden unterschiedliche Betrachtungsschwerpunkte gesetzt (Einbindung von Interaktionsparadigmen, Abgleich mit konventionellen Kreativitätstechniken, finale Ausgestaltung). In der deskriptiven Studie II (Kapitel 5) werden die entwickelten Werkzeuge auf Basis einer realen Aufgabenstellung in einem realen Benutzungskontext validiert. Auf Grundlage der Ergebnisse werden Maßnahmen zur Weiterentwicklung identifiziert, die teilweise bereits in die Methode eingebunden werden (Kapitel 6). Abschließend werden die Forschungsergebnisse in Kapitel 7 zusammengefasst und im Ausblick Forschungsmöglichkeiten beschrieben.

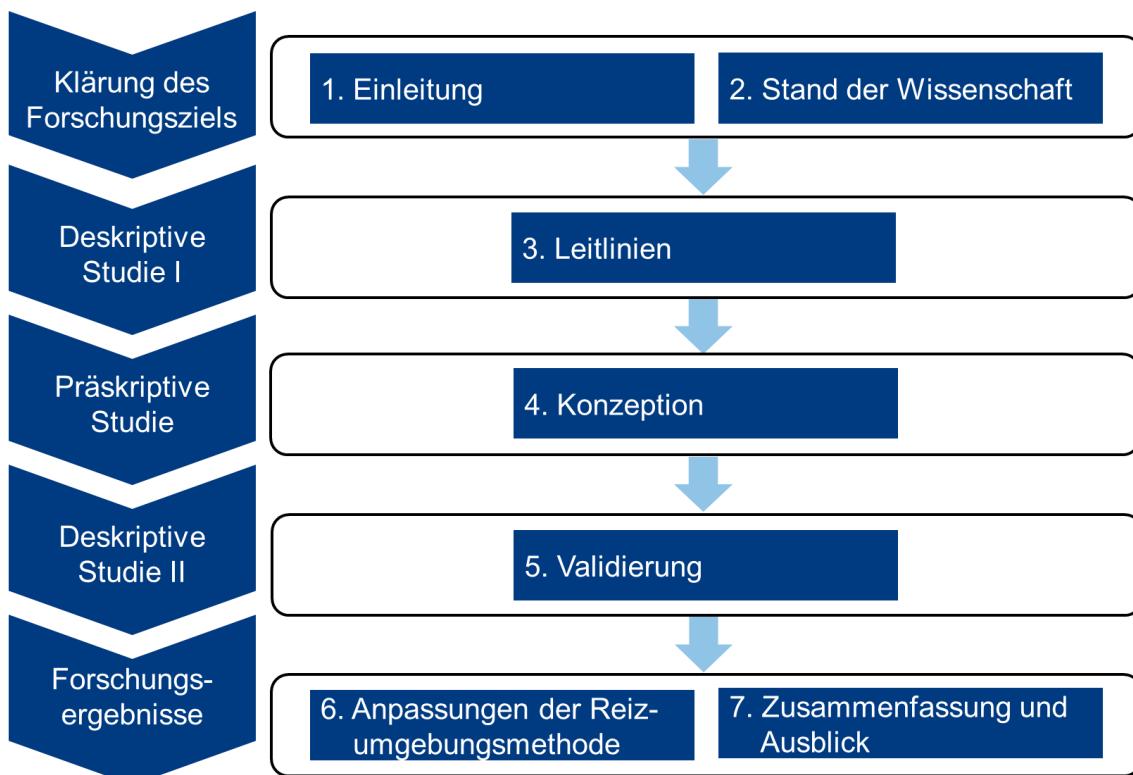


Abbildung 1-2: Forschungsmethodik und Gliederung (basiert auf [BC09])

2 Stand der Wissenschaft

Um die Zielsetzung zu erreichen, den Kreativitätsprozess verteilt agierender Gruppen in frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses VR-basiert zu unterstützen, ist es notwendig, den Stand der Wissenschaft der Bereiche Kreativität, verteilt agierende Gruppen und Teams und VR zu untersuchen (siehe Abbildung 2-1). Weiterhin ist es nötig, verschiedene Schnittmengen dieser Bereiche zu untersuchen. Da die Kreativität unterstützt werden soll, ist es notwendig zu wissen, welche Ansätze bereits untersucht wurden, und wie sich Kreativität überhaupt in verteilt agierenden Gruppen verhält. Abschließend wird in der Schnittmenge der drei Themen der Stand der Wissenschaft untersucht, um notwendige und hilfreiche Vorarbeiten für die Förderung von Kreativität durch kollaborative VR in verteilt agierenden Gruppen zu identifizieren.



Abbildung 2-1: Relevante Bereiche für den Stand der Wissenschaft

2.1 Kreativität

Das Wort *Kreativität* geht auf die lateinische Sprache zurück (*creare*) und bedeutet „etwas neu erschaffen, hervorbringen oder schöpfen“ [Kni11, S. 112 ff.]. Die Ursprungsbedeutung sagt dabei aus, dass Kreativität ein Akt der Schöpfung / Gestaltung ist und gleichzeitig eine Neuheit sein muss.

Die Ingenieurwissenschaften sind fest verbunden mit dem Begriff der Kreativität, da diese notwendigerweise Inventionen hervorbringen und somit Innovation ermöglichen [Sch77]. Generierte Ideen, die weiterentwickelt werden, haben das Potenzial, zur Invention heranzureifen. Von Innovation wird gesprochen, wenn eine Invention wirtschaftlich erfolgreich angewendet und vermarktet wird [Rüt15].

2.1.1 Definitionen der Kreativität

Für den Begriff „Kreativität“ gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen [Cro11, S. 358 ff.]. Dabei ist auffällig, dass die Blickwinkel variieren. So kann die Kreativität als Ergebnis oder als Prozess betrachtet werden [TGM+17]. Bei der Betrachtung als Ergebnis spielt der Neuheitsgrad und die Nutzbarkeit eine entscheidende Rolle [Ama96]. Der Prozess der Kreativität wird über verschiedene Phasen definiert: WALLAS beschreibt den Kreativitätsprozess erstmals durch die vier Phasen Präparation, Inkubation, Illumination und Verifikation [Wal26].

Kreativität wird weiterhin von den unterschiedlichen Autoren durch verschiedene Eigenschaften beschrieben. TORRANCE beschreibt sie als Sensibilisierungsprozess für Probleme und Wissenslücken, die Identifikation von Lösungen, das Aufstellen und Prüfen von Hypothesen und die Kommunikation der Ergebnisse [Tor65, S. 663 ff.]. RUNCO und JAEGER stellen in ihrer Forschung heraus, dass Originalität und Zweckmäßigkeit elementare Eigenschaften der Kreativität sind [RJ12, S. 92 ff.]. AMABILE beschreibt die Kreativität mit der Produktion von Lösungen, Produkten und Antworten auf offene Aufgaben. Dabei müssen diese generierten Lösungen, Produkte und Antworten die Eigenschaft der Angemessenheit und Neuheit aufweisen [Ama96]. GUILFORD stellt Kreativität als Lösungsansatz für Problemstellungen dar. Als Elemente für die Kreativität definiert er „divergentes Denken“ und „konvergentes Denken“. Bei ersterem handelt es sich um die Generierung von Ideen zur Lösung [Gui50, S. 444 ff.]. Das heißt, dass es nicht darum geht, die bestmögliche Lösung zu finden, sondern viele alternative Lösungsansätze. Dies ist auf vielfältige Art und Weise möglich (beispielsweise durch Kreativitätstechniken [Ges83, S. 169 ff.]). Letzteres hingegen zielt auf die Auswahl einer geeigneten Idee zur Problemlösung ab. Das heißt, dass nach der Generierung einer Vielzahl an Ideen zur Lösung durch das divergente Denken, eine Entscheidung für die am besten geeignete Lösung getroffen werden muss. Dieser Prozess wird durch Methoden der Entscheidungsunterstützung gefördert. RHODES wählt einen anderen Ansatz und definiert Kreativität über vier Sichtweisen, die in Kapitel 2.1.2 näher erläutert werden [Rho61, S. 305 ff.].

DEIGENDESCH betrachtet den Begriff der Kreativität im Kontext der technischen Produktentwicklung. Dabei adaptiert er das Modell von CSEKESZENTMIHALYI für das Ingenieurwesen. Er unterscheidet zwei Ebenen: Die unternehmensinterne Ebene, die aus den Elementen Unternehmen, Entscheidungsträger und Entwickler besteht, welche durch Wechselwirkungen miteinander verbunden sind und die zweite Ebene der unternehmensexternen Elemente, wie zum Beispiel Markt, Kunden und Meinungsbildnern, die durch Wechselwirkungen verbunden sind. [Dei09]

2.1.2 Determinanten der Kreativität

RHODES kategorisiert durch seine Analyse zahlreicher Arbeiten vier Betrachtungsweisen der Kreativität, die häufig als die vier „P“ der Kreativität bezeichnet werden: Produkt, Person, Prozess und „Press“ (Umgebungsdruck). Die Betrachtung der unterschiedlichen Sichten führt zur Berücksichtigung verschiedener Charakteristika in Bezug auf die Kreativität. [Rho61, S. 305 ff.]

Eine Vielzahl der bekannten Modelle der Kreativitätsforschung lassen sich durch die Einteilung von RHODES beschreiben. Abbildung 2-2 beinhaltet die Zuordnung der Modelle und Erkenntnisse zu den vier „P“.

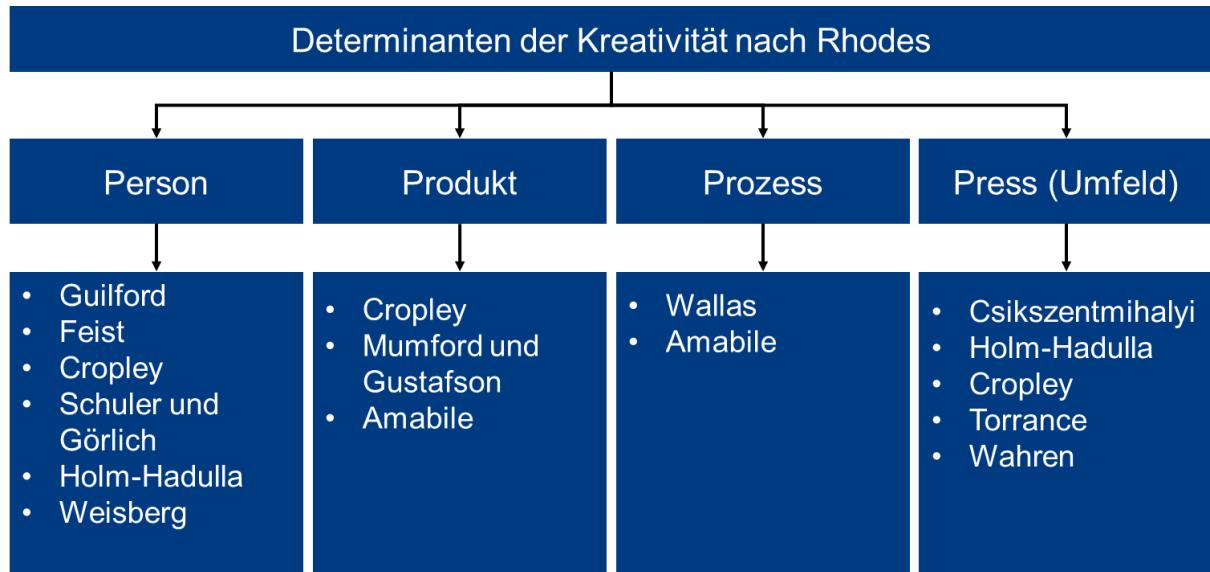


Abbildung 2-2: Zuordnung wissenschaftlicher Erkenntnisse zu den vier Determinanten

1. Die kreative Person

Hinsichtlich der kreativen Person lassen sich vielfältige Sichtweisen in der Literatur finden – bei einem Aspekt sind sich allerdings viele Autoren einig: Kreativität manifestiert sich bei Personen in unterschiedlichen Persönlichkeitseigenschaften und -merkmalen (siehe Tabelle 2-1). GUILFORD beschreibt Kreativität in Bezug auf eine Person nicht als Ergebnis, sondern als Fähigkeit, die in die Gestaltung eines kreativen Produktes münden kann [Gui50, S. 444 ff.]. FEIST identifiziert anhand der Betrachtung von Wissenschaftlern und Künstlern gruppenspezifische Eigenschaften, die einen kreativen Wissenschaftler ausmachen (beispielsweise Gewissenhaftigkeit) [Fei99, S. 273 ff.]. CROPLEY spricht von verschiedenen Dimensionen, wie zum Beispiel Charaktereigenschaften (Offenheit, Selbstvertrauen, Optimismus), Gefühlen (zum Beispiel Hoffnung, Aufregung, Angst ...) und Motivation (sowohl extrinsische als auch intrinsische), die einen signifikanten Einfluss auf die Kreativität einer Person haben [Cro16, S. 155 ff.]. Die Eigenschaften einer Person, die diese zur Kreativität befähigen, unterscheiden sich dabei stark von Eigenschaften, die zur Umsetzung einer kreativen Idee zur Innovation notwendig sind. SCHULER und GÖRLICH identifizieren dafür Eigenschaften wie Kommunikationsfähigkeit, Realitätssinn und Überzeugungskraft [SG07]. Im Bereich der kreativitätsfördernden Eigenschaften werden von SCHULER und GÖRLICH die Oberbegriffe Offenheit, Erfahrung, intrinsische Motivation, Nonkonformität, Selbstvertrauen und Intelligenz genannt [SG07]. HOLM-HADULLA nennt weitere Eigenschaften wie beispielsweise Neugier, Interesse, Ehrgeiz und Hingabefähigkeit, die von Kindheitserfahrungen wie dem Erleben von Vertrauen und Sicherheit abhängen [Hol05].

WEISBERG stellt in seiner Arbeit heraus, dass weiterhin Vorwissen notwendig ist, um kreativ zu sein. Das heißt, dass die Aneignung eines möglichst hohen Wissensstandes unerlässlich ist, um kreativ agieren zu können [Wei88, S. 148 ff.].

Tabelle 2-1: Persönlichkeitsmerkmale mit Bezug zur Kreativität

Eigenschaft	Persönlichkeitsmerkmal
Intelligenz	Umgang mit Komplexität, Intuition, Einsicht, Fantasie, Bildung, Vorstellungskraft, Integrationsfähigkeit
Intrinsische Motivation	Ehrgeiz, Ausdauer, Konzentration, Leistungsmotivation, Energie, Leistungsfreude, Antrieb, Belohnungsaufschub
Nonkonformität	Originalität, Unkonventionalität, Autonomiestreben, Individualismus, Unabhängigkeit des Urteils, Eigenwilligkeit
Selbstvertrauen	Emotionale Stabilität, Selbstbild „kreativ“, Risikobereitschaft
Offenheit	Neugierde, Freude an Neuem, ästhetische Ansprüche, intellektuelle Werte, Bedürfnis nach Komplexität, breite Interessen, Flexibilität, Ambiguitätstoleranz
Erfahrung	Wissen, Einstellungen und Werthaltungen, metakognitive Fertigkeiten (Planung, Monitoring, Feedback, Selbststeuerung, Selbstbeurteilung)

2. Das kreative Produkt

Die kreative Ausprägung eines Produktes wird in der Literatur unterschiedlich definiert. CROPLEY und KAUFMAN definieren ein kreatives Produkt durch vier verschiedene Kriterien: Relevanz / Effektivität, Neuheit, Eleganz und Entstehung (Genesis). Durch diese vier Kriterien können Produkte klassifiziert werden. Beispielsweise zeichnen sich Standardprodukte durch das Kriterium Relevanz / Effektivität aus, wohingegen innovative Produkte alle Kriterien erfüllen. Dabei hält CROPLEY fest, dass die Definition eines Produktes auf Prozesse, Systeme und Dienstleistungen ausgeweitet werden kann. [Cro16, S. 155 ff.]

MUMFORD und GUSTAFSON definieren ein kreatives Produkt über den Beitrag der Originalität. Produkte mit „Minor contributions“ bauen auf bestehenden Lösungen auf und tragen Nützliches zur Problemlösung bei. Produkte mit einer „Major contribution“ lösen dabei eine Vielzahl an Problemen und weisen deshalb eine besonders hohe Originalität auf. [MG88, S. 27 ff.]

AMABILE führt aus, dass ein Produkt dann als kreativ gilt, wenn es durch eine Gruppe von Experten aus der zugehörigen Domäne so bewertet wird. Das heißt, dass die Beurteilung durch eine Mehrzahl von Experten zu einer übereinstimmenden Bewertung eines Produktes als kreativ führt. [ACC+96, S. 1154 ff.]

3. Der kreative Prozess

Der kreative Prozess wird von WALLAS durch vier Phasen dargestellt: Präparation, Inkubation, Illumination und Verifikation [Wal26]. Die Präparation ist die Phase der Vorbereitung, in der Informationen gesammelt werden, um später die Problemstellung lösen zu können. In der In-

kubationsphase beschäftigt sich das Individuum oder die Gruppe unterbewusst mit der Problemlösung. Die Informationen, die während der Präparationsphase zu sammeln sind, werden in dieser Phase unterbewusst verarbeitet. Die Phase der Illumination wird zur Entwicklung einer vielversprechenden Idee genutzt. Dabei tritt diese Idee aus dem Unterbewusstsein in Erscheinung. In der Verifikationsphase geht es um die systematische Konzeptgestaltung und Machbarkeitsprüfung der vielversprechenden Idee. [Wal26]

Weitere Wissenschaftler, wie beispielsweise AMABILE, haben eigene Modelle eines kreativen Prozesses, aufbauend auf WALLAS, vorgestellt. AMABILES Modell besteht dabei aus fünf Phasen, die starke Ähnlichkeiten zum Prozess von WALLAS aufweisen, aber einen anderen Fokus setzen. AMABILE bindet in ihr Modell die Phase der Ideengenerierung ein, die als aktive Handlung dargestellt wird. Weiterhin ergänzt AMABILE den Prozess durch eine letzte Phase der Ergebnisbewertung, die über die Verifikation der Idee hinausgeht. [Ama88, S. 123 ff.]

4. Das kreative Umfeld

CSIKSZENTMIHALYI stellt in seiner Forschung heraus, dass Kreativität nicht als Fähigkeit eines isolierten Individuums betrachtet werden kann [Csi14, S. 47 ff.]. HOLM-HADULLA beschreibt neben Begabung, Motivation und Persönlichkeitseigenschaften die große Bedeutung des sozialen Umfeldes für die Kreativität [Hol05]. RHODES beschreibt es im Allgemeinen als die Beziehung zwischen Individuen und der Umgebung. Dabei wirkt sich diese unterschiedlich auf die Kreativität von Individuen aus [Rho61, S. 305 ff.]. CROPLEY betrachtet soziale und organisatorische Faktoren durch das Umfeld, die die Kreativität beeinflussen. Dabei kann durch das Umfeld zum einen das „Klima“ und zum anderen die „Umwelt“ beschrieben werden, die einen positiven oder negativen Einfluss auf die Kreativität haben können [Cro16, S. 155 ff.]. TORRANCE schlussfolgert, dass die Umgebung Stimuli zur Aktivierung der Kreativität bietet [Tor88, S. 43 ff.]. WAHREN betont allerdings in seiner Arbeit, dass der Ort der Stimulation nicht alleine für die Kreativitätsförderung verantwortlich ist, sondern Faktoren wie beispielsweise systematische Arbeit, Motivation, Führung sowie organisatorische Rahmenbedingungen zur Bildung von Kreativität benötigt werden [Wah04].

2.1.3 Reiz-Reaktions-Modell

Das Reiz-Reaktions-Modell dient zur Verhaltensbeschreibung und ist ein Modell des Behaviorismus [Wat13, S. 158 ff., Ski66, S. 213 ff.]. Dabei wird das Verhalten in Reiz und Reaktion unterteilt. Reize sind als Veränderungen der Umwelt definiert. Die Reaktion beschreibt eine Aktivität. Die Verarbeitung durch das Gehirn eines Menschen wird, basierend auf diesem Verhaltensmodell, als „*Black Box*“ betrachtet, wobei der Reiz den Input und die Reaktion den Output darstellt. Auf Basis des Reiz-Reaktions-Modells hat Pawlow das Verhalten der klassischen Konditionierung identifiziert. [Wat13, S. 158 ff.]

Eine weitere Betrachtung dieses Modells liefert Burrhus F. SKINNER durch die Hypothese, dass Menschen keinen freien Willen besitzen, sondern nur durch Reize und Reaktionen gesteuert werden. [Ski71]

2.1.4 Kreativitätstechniken

Die Generierung erfolgversprechender Produktideen kann nicht garantiert werden. Die Tätigkeit kann allerdings durch die Durchführung von Innovations-Workshops unterstützt werden. In diesen Workshops werden unterschiedliche Stakeholder wie Entwickler, Kunden und Zulieferer eingebunden. Zur Ideengenerierung werden Kreativitätstechniken eingesetzt. Ein wichtiger Aspekt ist die Abgrenzung vom Alltagsgeschäft, um kreative Freiräume zu schaffen. Weiterhin ist die Dokumentation der generierten Ideen zur späteren Verwendung, Prüfung und Bewertung notwendig. [FG13]

Kreativitätstechniken werden zur strukturierten Förderung der Kreativität eingesetzt. Bei der bekanntesten Technik handelt es sich um das Brainstorming, welche 1939 von Alex F. OSBORN erfunden wurde und die Grundlage für weitere Kreativitätstechniken bildet [Osb57]. SCHLICKSUPP kategorisiert diese im Rahmen seiner Forschung in [Sch04] wie folgt:

- Methoden zur systematischen Problemspezifikation,
- Intuitive Methoden zur Generierung von Ideen,
- Systematisch-analytische Methoden zur Generierung von Ideen,
- Methoden zur Beurteilung von Ideen.

Bei den Methoden zur systematischen Problemspezifikation geht es primär um das Verständnis der Ausgangssituation und Problemstellung. Nur ein klares Verständnis der Problemstellung führt zur Entwicklung geeigneter Ideen und Lösungsansätze. Diese Techniken spielen besonders im Kontext von Projektteams eine Rolle, da die Teammitglieder durch ihre Positionen, Erfahrungen und individuelle Vorbildung eine unterschiedliche Wissensbasis haben. Somit dienen Methoden bzw. Techniken der systematischen Problemspezifikation zur Schaffung von Transparenz und zur Aufdeckung komplexer Zusammenhänge. [TK09, S. 263 ff.]

Eine geeignete Methode stellt das Mind-Mapping dar, die zur Visualisierung komplexer Zusammenhänge genutzt werden kann. Dabei werden relevante Informationen visuell festgehalten und durch Verknüpfungen der Informationen Zusammenhänge aufgedeckt. So ist es schnell möglich, eine geeignete Informationsgrundlage auch bei verzweigten Themenstellungen zu generieren. [BB02]

In die Kategorie der intuitiven Methoden zur Ideengenerierung, die auf dem Assoziationsprinzip basieren, lässt sich auch das Brainstorming einordnen. Assoziation beinhaltet die Verknüpfung und Neukombination geistiger Informationen. Es handelt sich um ein Prinzip, das vielen Kreativitätstechniken zugrunde liegt. Durch freie Assoziation zuvor geäußerter Ideen sollen weitere Ideen entwickelt und aufgebaut werden, die nicht zwingend einen Bezug zum Ursprung haben müssen.

Ziel intuitiver Kreativitätstechniken ist die Stimulation kreativer Denkprozesse, die Vermeidung von konformen Denkmustern und die Reduktion von Denkblockaden [TK09, S. 263 ff.].

Grundlage hierbei ist die Trennung von divergentem und konvergentem Denken. Das heißt, dass die Ideengenerierung und -bewertung nicht kombiniert, sondern sequenziell verläuft. Zur

Einhaltung definiert OSBORN Verhaltensregeln zur Durchführung des Brainstormings, die allerdings auf weitere intuitive Kreativitätstechniken übertragen werden können:

Verbot von Kritik: Teilnehmer der Kreativitätstechnik können ihre Ideen frei äußern. Eine Bewertung der Ideen findet in dieser Phase nicht statt, sodass auch Kritik in dieser Phase nicht erlaubt ist. Kritik an Ideen führt zur Hemmung der weiteren Ideengenerierung, da Teilnehmer durch die Kritik verunsichert werden und schließlich keine weiteren Ideen äußern. Da intuitive Kreativitätstechniken das Ziel haben, eine möglichst hohe Anzahl an Ideen zu generieren, wäre das Üben von Kritik kontraproduktiv.

Hoher Grad an Phantasie: Die Teilnehmer dürfen ihrer Phantasie freien Lauf lassen. Das heißt, dass nicht nur rationale Ideen geäußert werden dürfen, sondern auch Ideen, die weit über konventionelle Lösungsansätze hinausgehen. Diese „verrückten“ Ideen sind nützlich, um die Aufgabenstellung aus einer anderen Perspektive zu betrachten und andere Teilnehmer zu inspirieren. Weiterhin entsteht so eine große Heterogenität an Ideen.

Aufgreifen, Kombinieren und Weiterentwickeln von geäußerten Ideen: Die Anwendung der Kreativitätstechnik in einer Gruppe führt zur Äußerung einer Vielzahl von Ideen der einzelnen Teilnehmer. Während der Durchführung der Kreativitätstechnik ist es erwünscht, Ideen anderer Teilnehmer aufzunehmen, Ideen zu kombinieren und weiterzuentwickeln, um die Qualität und Quantität der Ideen zu steigern. Urheberrechte an Ideen und Konkurrenzkampf dürfen bei der Durchführung keine Rolle spielen [Dri82].

Quantität vor Qualität: Für intuitive Kreativitätstechniken steht primär die Anzahl der generierten Ideen im Vordergrund. Dies beruht auf der Argumentation, dass durch die Erzeugung einer großen Anzahl von Ideen automatisch auch sehr gute Ideen darunter sein werden.

Die systematisch-analytischen Methoden zur Generierung von Ideen dienen der Unterstützung bei der Identifikation und Ausarbeitung aller möglichen Lösungsrichtungen. Grundlage der systematisch-analytischen Methoden sind kreative Denkprinzipien, nämlich das Zerlegungsprinzip und das Analogieprinzip. Beim Zerlegungsprinzip wird die Aufgabenstellung in Teile zerlegt, um diese separat zu lösen und zu einer Gesamtlösung zusammenzusetzen.

Ein passendes Beispiel für eine systematisch-analytische Methode ist der morphologische Kasten. Dabei wird die Gesamtfunktion zerlegt. Die Zerlegung führt zur Betrachtung von Haupt- und Nebenfunktionen, die sich über unterschiedliche Wirkprinzipien umsetzen lassen. Auf dieser Grundlage werden den Funktionen anhand der Wirkprinzipien Lösungen zugeordnet. Durch die Aufführung mehrerer Lösungen für eine Funktion ergeben sich bei unterschiedlichen Kombinationen verschiedene Lösungsalternativen. [Zwi89]

Beim Analogieprinzip geht es um die Identifikation von Mustern und ähnlichen Charakteristika, Strukturen und Merkmalen. Dabei kommt es zu einer Distanzierung von der eigentlichen Aufgabenstellung und einer Identifikation von Lösungen für eine vergleichbare Aufgabenstellung. Die Kreativitätstechnik „Bionik“ ist ein Beispiel, bei dem sich die Lösungen an der Natur orientieren.

Bei der Anwendung der Methoden zur Beurteilung von Ideen steht nicht die Generierung im Vordergrund, sondern eine erste Bewertung mit dem Ziel einer Selektion. Dabei ist es erforderlich, dass sich die Teilnehmer kritisch mit den generierten Ideen auseinandersetzen. Ein Beispiel ist die 6-Hüte-Methode von DE BONO. Bei dieser Methode setzen sich die Teilnehmer jeweils einen von sechs imaginären Hüten auf, der eine bestimmte Perspektive beschreibt. Die generierten Ideen werden von den Teilnehmern anhand ihrer durch den Hut definierten Perspektive beurteilt. Die Reihenfolge der Hüte ist flexibel. Somit entsteht nach der Beurteilung mit Hilfe der unterschiedlichen Perspektiven eine differenzierte Betrachtung der generierten Ideen. Tabelle 2-2 beinhaltet die Perspektiven der sechs Hüte. [Bon92]

Tabelle 2-2: Perspektiven der 6-Hüte nach DE BONO [Bon92]

Hutfarbe	Perspektive
Weißer Hut	Neutralität, Objektive Betrachtung des Ist-Zustandes
Blauer Hut	Übergeordnete Rolle: Leitung des Denkprozesses und Zusammenfassung der generierten Ergebnisse, ordnende Perspektive
Roter Hut	Emotionalität: Betrachtung von positiven und negativen Emotionen, Einbindung von Intuition
Grüner Hut	Kreativität: Suche nach weiteren Ideen und Alternativen
Gelber Hut	Optimismus: Betrachtung der positiven Aspekte und Auswirkungen einer Idee
Schwarzer Hut	Pessimismus: Betrachtung der negativen Aspekte und Auswirkungen einer Idee

Eine weitere Kreativitätstechnik ist die P2S-Methode. Zur Darstellung der Wege zu Teillösungen haben PFISTER und EPPLER diese in einer Abbildung visualisiert (siehe Abbildung 2-3). Die Methode beinhaltet 15 Schritte zur Ideengenerierung. Diese Schritte geben dem Nutzer der Methode unterschiedliche Ansätze die Problem-/Aufgabenstellung anzugehen (siehe Tabelle 2-3). Dabei beträgt der Zeitaufwand zur Durchführung bis zu 180 Minuten. [PE12, S. 337 ff.]

Tabelle 2-3: Schritte zur Lösungsfindung nach der P2S-Methode

Nr.	Schritte	Beschreibung
01	Ist-Zustand	Wie sieht der aktuelle Zustand aus?
02	Soll-Zustand	Wie sollte der zukünftige Zustand aussehen?
03	Flip Flop	Was führt zu einer Verschlechterung der Situation?
04	Analogien	Wie können uns bspw. die Natur und andere Bereiche bei der Zielerfüllung weiterhelfen?
05	Barrieren	<u>Welche Barrieren stehen der Lösungsfindung im Weg?</u>
06	Lösungen	Können durch Lösungen Barriere reduziert werden?
07	Barrieren umgehen	Wie können Barrieren irrelevant gemacht werden?
08	Ohne Restriktionen	Wie würde das Problem ohne Restriktionen (Budget, Zeit) gelöst werden?
09	Zielerlebnis	Wie fühlt sich die Situation an, wenn die Lösung umgesetzt ist?
10	Neukombination	Welche Ideen lassen sich zu einer Lösung kombinieren?
11	Alternatives Ziel	Gibt es alternative Ziele oder ist das definierte Ziel zur Erreichung des Soll-Zustandes das optimale?

12	Indirektes Ziel	Welches indirekte oder zwischenzeitliche Ziel hilft bei der Erreichung des Soll-Zustandes?
13	Dreisprung	Welche Schritte können in einen kurzen Zeitraum umgesetzt werden, um sich dem Soll-Zustand anzunähern.
14	Neue Pfeile	Welche neuen Lösungswege können weiterhin betrachtet werden?
15	Prioritäten	Welche generierten Ideen sollten zur Erreichung des Soll-Zustandes priorisiert werden?

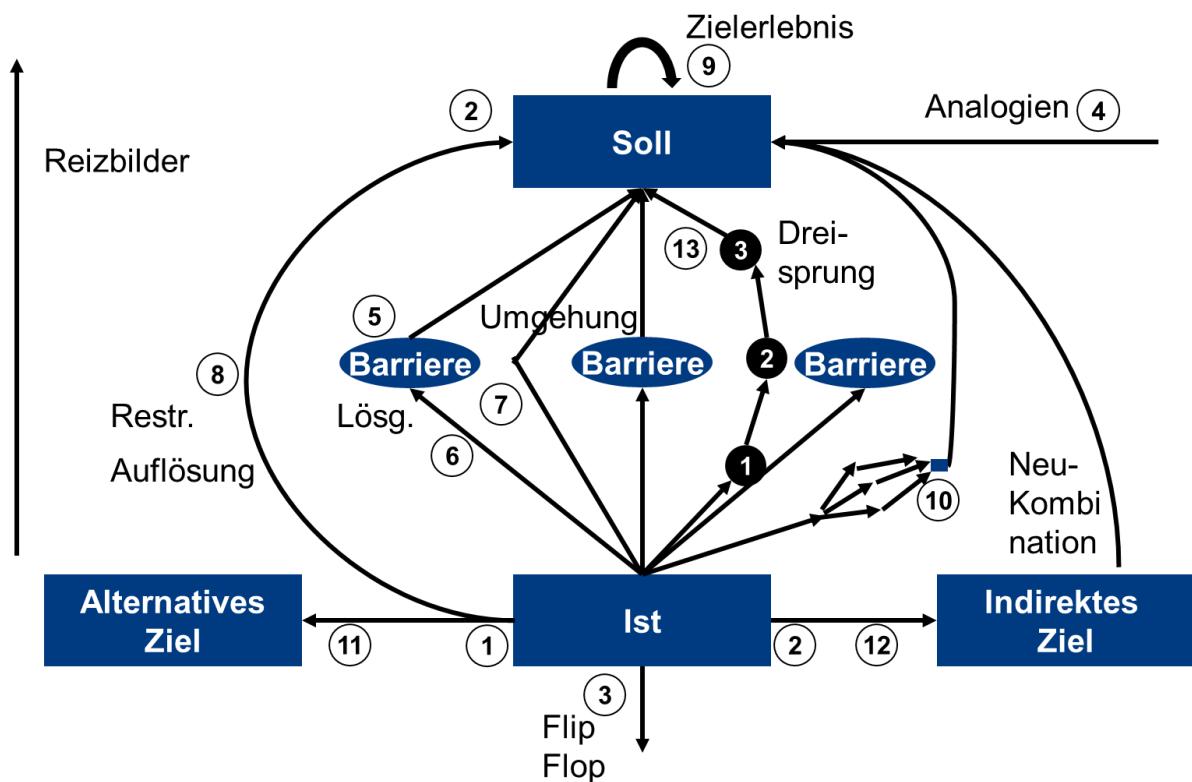


Abbildung 2-3: Identifikation von Teillösungen mit der P2S-Methode [PE12, S. 337 ff.]

2.1.5 Räumlichkeiten zur Unterstützung der Kreativität

Ansätze von THORING et al. zeigen einen Einfluss der räumlichen Gestaltung auf die Kreativität [TGM+17]. Sie definieren in ihren Forschungsansätzen eine Typologie für kreative Lernräume [TLM12]. Dabei wird zwischen fünf unterschiedlichen Raumtypen und räumlichen Qualitäten unterschieden, die den Nutzern zur Unterstützung bei verschiedenen Tätigkeiten dienen. Räumlichkeiten werden in die Typen „Persönlicher Raum“, „Kollaborationsraum“, „Präsentationsraum“, „Gestaltungsraum“ und „Übergangsraum“ unterschieden. Der persönliche Raum wird zur Einzelarbeit genutzt (beispielsweise Lesen, Dokumentieren, Reflektieren ...). Der Kollaborationsraum wird zur gemeinsamen Nutzung (Kollaboration zwischen Nutzern durch Workshops, Interviews ...) eingesetzt. Der Präsentationsraum bietet die Möglichkeit, Informationen, Inhalte und Ideen durch Präsentationen und Ausstellungen miteinander zu teilen. Der Gestal-

tungsraum wird zur Entwicklung physischer Prototypen und experimenteller Anwendungen genutzt. Der Übergangsraum stellt eine Verbindung der anderen Raumtypen dar, um einen geeigneten Übergang zu schaffen. [TGM+17]

Die Qualitäten, die Räumlichkeiten zugeschrieben werden, definiert THORING durch die fünf Typen „Organisationskultur“, „Wissensprozessor“, „Stimulation“, „Soziale Interaktion“ und „Infrastruktur“. Die Organisationskultur ist durch die Gestaltung von Richtlinien, Ritualen und Verhaltensweisen definiert. Die Eigenschaft des Wissensprozessors beinhaltet den Umgang (Transfer, Darstellung) mit Wissen. Die Stimulation fasst die Beeinflussung durch unterschiedliche Sinnesreize (visuell, auditiv, taktil, olfaktorisch) zusammen. Die soziale Interaktion soll in Bezug auf die Räumlichkeit die Interaktion zwischen Nutzern in Meetings, Workshops und weiteren Interaktionsformen fördern. Die Infrastruktur beschreibt die räumliche und technische Beschaffenheit, die den Arbeitsfortschritt fördert. [TGM+17]

Die Theorie des räumlichen Einflusses auf Kreativität haben THORING et al. durch Interviews mit acht Experten und einer ausführlichen Literaturrecherche aufgestellt. Auf Basis der Untersuchungen wurden zwölf Annahmen identifiziert und verschiedenen Kreativitätsdefinitionen zugeordnet. Tabelle 2-4 enthält die Annahmen:

Tabelle 2-4: Zuordnung der Annahmen zu Kreativitätsdefinitionen (basiert auf [TGM+17])

Nr.	Annahme	Kreativitätsdefinition
01	Überraschender Raum	Illumination, Flexibilität, Entdeckung
02	Raum als Plattform für Ideen	Flüssigkeit, Verifikation
03	Kreatives Chaos	Flexibilität, Entdeckung, Fixierung
04	Visuelle Stimulation	Präparation, Flexibilität, Flüssigkeit, Fixierung
05	Reduzierte Stimulation	Inkubation, Illumination, Vermeidung von Fixierung
06	Taktile, olfaktorische und auditive Stimulation	Inkubation
07	Gestaltungsraum	Verifikation
08	Offener Blick	Inkubation
09	Körperliche Aktivität, Bewegung	Inkubation
10	Spielerische und experimentelle Atmosphäre	Inkubation, Flexibilität, Verifikation
11	Kreatives Label	Präparation, „Priming“
12	Soziale Interaktion	Flexibilität, Inkubation, Entdeckung

Die Annahmen, die auf den Resultaten der Interviews und der Literaturrecherche basieren, enthalten Einflüsse einer Räumlichkeit auf die Kreativität. Dabei werden diese Phasen / Eigenschaften der Kreativität zugeordnet. Unter anderem wird Annahme Nr. 04 „Visuelle Stimulation“, der Phase Präparation zur Gestaltung der Ideen zugeordnet. Sie hat einen Einfluss auf die Flexibilität der Idee, Flüssigkeit der Ideengenerierung und die Ideenfixierung. [TGM+17]

Auf Basis der Typologie zur Gestaltung kreativer Lernräume hat THORING zusätzlich einen Werkzeugkasten gestaltet, der dabei hilft, die Räumlichkeiten zur Optimierung der Kreativität zu gestalten. Die Werkzeuge zur Planung bestehen aus einem Raumplan, einem Poster mit Er-

klärungen der unterschiedlichen Raum- und Qualitäts- bzw. Eigenschaftstypen, passenden Aufklebern, Inspirationskarten und Ideenbildungspostkarten. Die Werkzeuge werden dabei in einem Projekt-Workshop zur Planung eingesetzt. Durch ein heterogenes Projektteam aus Studierenden, Lehrenden und Beobachtern der Verwaltung wurden die einzelnen Werkzeuge auf Gebrauchstauglichkeit für die Raumgestaltung im Kontext der Kreativität bewertet. [TMB+17]

2.1.6 Bewertungskriterien und -methoden der Kreativität und Innovation

Die Anzahl der generierten Ideen ist eine wichtige Kenngröße, was durch die Annahme begründet wird, dass mit einer hohen Quantität an Ideen letztendlich auch die Wahrscheinlichkeit für qualitativ hochwertige Ideen steigt [TK09, S. 263 ff.]. Eine weitere Möglichkeit ist die Bewertung der generierten Ideen durch Experten, die beispielsweise bei der *Consensual Assessment Technique* vorgenommen wird [HAM99, S. 346 ff.]. Abbildung 2-4 beinhaltet die Kategorisierung verschiedener Bewertungskriterien. [Ahs10]

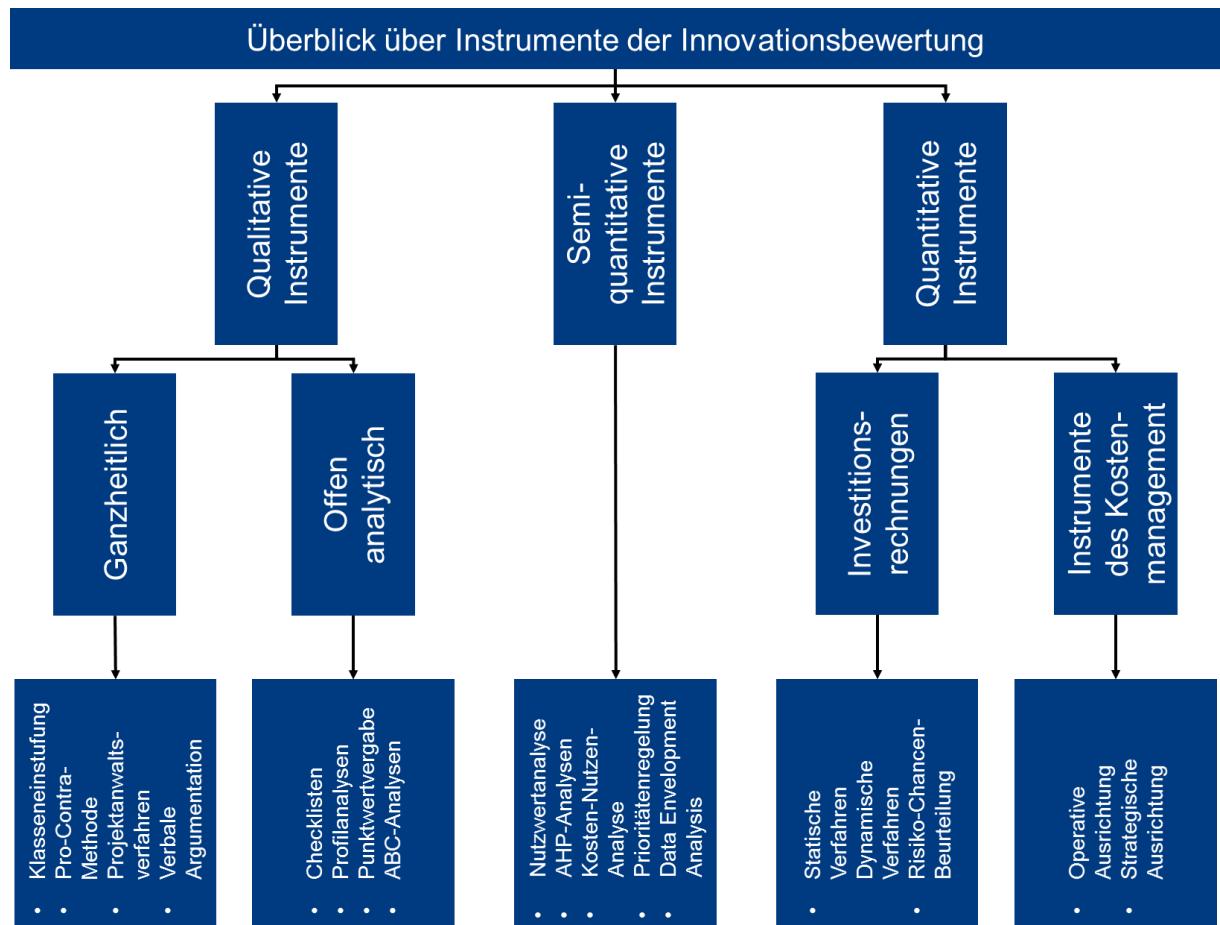


Abbildung 2-4: Instrumente der Innovationsbewertung (basierend auf [Ahs10])

Zur Bewertung von Innovationen gibt es eine Vielzahl von Instrumenten, die sich in die Kategorien qualitative, semi-quantitative und quantitative Instrumente einordnen lassen (Abbildung 2-4). Die Bewertung mit Hilfe eines qualitativen Instruments beinhaltet die Betrachtung nicht-quantifizierbarer Faktoren wie beispielsweise, ob eine Übereinstimmung mit der Unterneh-

mensstrategie besteht. Quantitative Instrumente beruhen auf der Nutzung von messbaren Größen. Bei der Nutzung semi-quantitativer Instrumente werden zusätzlich zu den messbaren Größen qualitative Einschätzungen berücksichtigt. Bei der Nutzung qualitativer Instrumente wird der Fokus auf qualitative Einschätzungen gelegt und quantitative Messgrößen nicht berücksichtigt.

2.2 ***Virtual Reality*-Technologien**

Die VR-Technologie wird bereits seit Jahren zur Produktentwicklung in verschiedenen Branchen genutzt [DBG+13]. Allerdings gilt die VR-Technologie als noch junges Wissenschaftsgebiet, dessen Haupttreiber die Hardware-Weiterentwicklung ist [DBG+13].

Jaron LANIER gilt als erster Wissenschaftler, der den Begriff *Virtual Reality* im Zusammenhang mit der Gestaltung virtueller Welten in den 80er Jahren nutzte [DBG+13].

In der Produktentstehung gibt es eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen. EXNER und STARK untersuchen die Nutzung von VR zur Validierung von Produkt-Service-Systemen [ES15, S. 96 ff.]. Wie EXNER und STARK verwenden auch MAHBOOB und WEBER VR zur Validierung von Produkten und nutzt für die Beschreibung der VR-Umgebungen SysML-Verhaltensmodelle [MHW+18, S. 2903 ff.]. HARLAN und WARTZACK untersuchen die Verknüpfung von Computer-Aided-Design (CAD) Software und einer Grafik-Engine, um die Entwicklung von Produkten mit VR zu kombinieren [HSW20, S. 169 ff.]. HERTER und OVTCHAROVA untersuchen die Unterstützung der Kollaboration durch die Visualisierung und Verknüpfung von Informationen mit Hilfe von VR [HO16, S. 398 ff.].

2.2.1 ***Definitionen der Virtual Reality*-Technologie**

Für VR existiert keine einheitliche Definition, jedoch kann VR durch Eigenschaften und Merkmale treffend beschrieben werden. Um eine „zeitlos“ zutreffende Definition zu gestalten, sollte die Definition nicht in Abhängigkeit bestimmter Ein- und Ausgabegeräte gesetzt werden, da diese durch die Weiterentwicklung der Hardware nach einigen Jahren bereits überholt sein würde [DBG+13]. Die folgenden Definitionen stützen sich daher auf Eigenschaften und Merkmale, die VR von konventionellen Computerdarstellungen unterscheiden.

Der Verband Deutscher Ingenieure (VDI) definiert VR durch folgende Aussage in der VDI-Richtlinie 3633 Blatt 11:

„Die Virtual Reality ist eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, die es erlaubt, in eine computergenerierte, dreidimensionale virtuelle Welt einzutauchen, diese als Realität wahrzunehmen, Bestandteil dieser zu sein und mit ihr zu interagieren. Als Teil der computergenerierten Welt kann man diese von verschiedenen Positionen aus betrachten und sie unmittelbar verändern“, [Ver09].

Die Definition beinhaltet als Basis eine dreidimensionale virtuelle Welt, in die der Nutzer integriert wird und mit dieser interagieren kann. Die verschiedenen Möglichkeiten der Positionierung zeigen die Charakteristik der Flexibilität.

Frühe Ansätze der VR-Technologie gab es bereits in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts durch Ivan SUTHERLAND, der durch die Konzeption und Entwicklung des *Ultimate Display* (eine frühe Version des *Head Mounted Displays*) einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der Technologie leistete. Mit dem Gerät war es möglich, Drahtgitterstrukturen zu visualisieren. Folgende Aussage beschreibt die Möglichkeiten, die das *Ultimate Display* den Nutzern geben soll:

“Indeed, in the ultimate display one will not look at that world through a window, but will be immersed in it”, [Sut65].

SUTHERLAND erklärt, dass der Nutzer nicht nur ein Beobachter wie durch ein Fenster sein soll, sondern immersiv eingebunden werden soll. [Sut65]

BURDEA und COIFFET definieren VR als eine Simulation, die sich durch verschiedene Besonderheiten auszeichnet. Dazu gehört eine sehr detaillierte Darstellung einer Computergrafik-animierten Umgebung. Weiterhin wird eine echtzeitfähige Benutzerschnittstelle als Notwendigkeit für VR betrachtet. Diese Benutzerschnittstelle ermöglicht die Interaktion durch multimodale Kanäle, die die visuellen, auditiven, taktilen und olfaktorischen Sinne einschließen. [BC03]

DÖRNER et al. definieren VR ähnlich. So ist VR eine Mensch-Maschine-Schnittstelle, die im Vergleich zu traditionellen Schnittstellen eine intuitive Interaktion mit der virtuellen Umgebung ermöglicht [DBG+13]. Für SHERMAN und CRAIG ist VR „ein Ort“, der erlebbar ist. Dabei ist mit dem Ort die virtuelle Umgebung gemeint, in der es möglich ist, gewisse Erfahrungen zu erleben [SC03].

MILGRAM definiert VR über eine Abgrenzung der Technologien *Augmented Reality*, *Augmented Virtuality* und *Virtual Reality* (siehe A1.1). Im *Virtuality-Reality-Continuum* von MILGRAM werden die Technologien über ihren Grad des virtuellen Inhalts definiert. VR nimmt dabei die Position der Technologie mit dem höchsten Anteil virtueller Inhalte ein (100 % virtueller Inhalt). [MTU+95, S. 282 ff.]

2.2.2 Eigenschaften und Merkmale von *Virtual Reality*

Im I³-Modell beschreiben BURDEA und COIFFET drei Eigenschaften, die für VR unerlässlich sind: Immersion, Interaktion und Imagination (siehe Abbildung 2-5).

Interaktion beschreibt die Wechselwirkungen zwischen Nutzern und dem VR-System. Mit der Imagination wird die Vorstellungskraft der Nutzer beschrieben. Die Immersion beschreibt die Einbindung des Nutzers in eine virtuelle Umgebung. Eine hohe Ausprägung aller Eigenschaften führt zu einer realitätsnahen virtuellen Umgebung. Eine Grundvoraussetzung für eine sehr gute Annahme der VR durch den Nutzer ist die Imagination. Der Nutzer der VR-Technologie muss bereit sein, sich mental auf die virtuell generierte Umgebung einzulassen. Eine große Fülle an Interaktionsmöglichkeiten ist notwendig, um einen hohen Grad an Realismus zu schaffen. Vorhandene Imagination und Interaktion führen zur guten Einbindung (Immersion) des Nutzers in die virtuelle Umgebung.

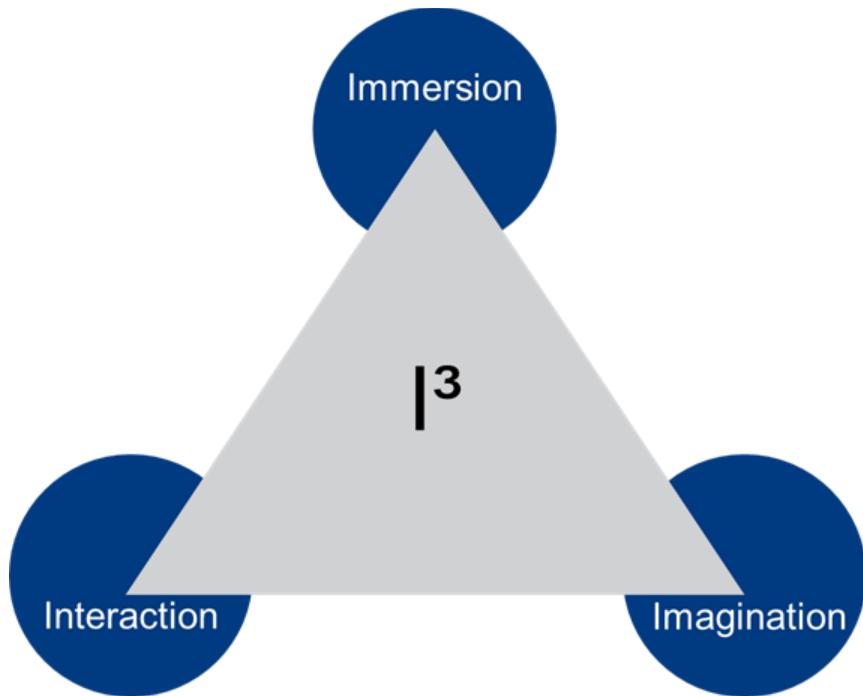


Abbildung 2-5: I³-Modell [BC03]

Weitere Merkmale lassen sich durch einen technologieorientierten und mentalen Bezug beschreiben (Tabelle 2-5). Bei den technologieorientierten Ausprägungen handelt es sich um Merkmale, die VR-Technologie grundlegend von Systemen der konventionellen Computergrafik unterscheiden. Gemeinsam haben konventionelle und VR-basierte Systeme die Basis: Computergenerierte Erzeugnisse und Modelle. Durch Rechenleistung und das Rendern werden 3D-Modelle durch geeignete Ausgabegeräte dargestellt. Die Echtzeitdarstellung und -interaktion bietet im Gegensatz dazu eine Unterscheidung zu konventionellen Systemen. VR-Umgebungen müssen echtzeitfähig sein, sodass bei einer Aktion des Nutzers eine Reaktion der Umgebung in Echtzeit ohne Latenz für den Nutzer wahrnehmbar ist. Die multimodale Schnittstelle der Reize, die durch Ausgabegeräte bereitgestellt wird, unterscheidet sich von konventionellen Systemen, die zum Beispiel keine Einbindung des haptischen Sinns ermöglichen. Als weiteres Merkmal wird die 3D-Interaktion dargestellt. Im Vergleich zu konventionellen Systemen bietet VR die Möglichkeit der intuitiveren Interaktion in bestimmten Anwendungsfällen (beispielsweise skizzenbasierte Modellierung). Im Vergleich zum WIMP-Interaktionsparadigma (*Windows, Icons, Menus, Pointing*), das seit mehreren Jahrzehnten als dominante Mensch-Maschine-Schnittstelle in Bezug auf Rechnersysteme fungiert, ermöglichen VR-Systeme, bestimmte Aktionen intuitiv durchzuführen [AGW09, S. 29 ff.]. Beispielsweise kann die Verschiebung von Objekten in VR-Umgebungen durch reale Greifbewegungen ausgeführt und im dreidimensionalen Raum positioniert werden. Durch die zweidimensionale Darstellung konventioneller Systeme ist dies nur durch die Betrachtung unterschiedlicher zweidimensionaler Ebenen möglich. In Zusammenhang mit der dreidimensionalen Darstellung steht das Merkmal der betrachtungsabhängigen Präsentation. VR-Technologie ermöglicht durch sensorisches Tracking der Position und Lage eine exakte Darstellung der menschlichen Perspektive. Dadurch wird es auch ermöglicht, Szenen, Abläufe und Objekte aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. [DBG+13]

Tabelle 2-5: Merkmale der VR-Technologie

Technologisch	Mental
Computergenerierte Modelle	Erfahrungsgestaltung
Echtzeitdarstellung und -interaktion	Präsenz
Multimodale Schnittstelle / Präsentation	Ortsillusion
3D-Interaktion	Kausalitätsillusion
Betrachtungsabhängige Präsentation	Involviertheit
	Inklusion
	Lebhaftigkeit
	Interaktivität

Weitere Merkmale beschäftigen sich mit mentalen Aspekten der Technologie. RHEINGOLD stellt die Erfahrung, die mit Hilfe der VR-Technologie generiert wird (Transfer an einen anderen Ort) in den Fokus [Rhe92]. Darüber hinaus ermöglicht VR das Sammeln von Erfahrungen, die in einer realen, physischen Umgebung kaum oder gar nicht möglich sind (beispielsweise ein Mondspaziergang). Ein weiteres Merkmal, das im Kontext der VR-Technologie ausgiebig untersucht wird, ist die (Tele-)Präsenz. STEUER erweitert die Definition der Präsenz zur Darstellung der Telepräsenz, in dem er ergänzt, dass das Gefühl, sich in einer räumlich oder zeitlich getrennten Umgebung zu befinden, durch Kommunikationsmedien vermittelt wird [Ste92, S. 73 ff.].

Weiterhin haben sich SLATER, WITMER und SINGER mit dem Begriff der Präsenz beschäftigt und diese in drei Teilespekte unterteilt: Ortsillusion, Plausibilitätsillusion und Involviertheit. Bei der Ortsillusion handelt es sich um das Gefühl, sich durch VR-Technologie an einem bestimmten Ort zu befinden. Dabei handelt es sich um die örtliche Präsenz. Durch VR ist es möglich, Orte und Gegenden zu besuchen, die in der Realität schwer oder gar nicht zugänglich sind. In Zusammenhang mit dem Begriff Ortsillusion nennt SLATER den Aspekt der Kausalitätsillusion, die den Realismus der Szene beinhaltet. Damit ein hoher Grad an Kausalitätsillusion herrscht, ist es notwendig, dass gewisse Aktionen des Nutzers oder der Umgebung zu plausiblen Reaktionen führen. Die Kausalitätsillusion bezieht sich im Gegensatz zur Ortsillusion nicht auf die visuelle Darstellung der virtuellen Umgebung, sondern auf die Interaktionen zwischen Nutzer und Umgebung. [Sla99, S. 560 ff., Sla09, S. 3549 ff.]

Die Involviertheit, die von WITMER und SINGER beschrieben wird, steht im Zusammenhang mit Aufmerksamkeit und Beteiligung des Nutzers in der virtuellen Umgebung. Aktivitäten und Reize, die von Interesse für den Nutzer sind, führen zu einer hohen Involviertheit des Nutzers. [WS98, S. 225 ff.]

Im direkten Zusammenhang mit der Präsenz steht die Inklusion, die BRICKEN als Hauptmerkmal der VR-Technologie herausstellt. Dabei handelt es sich um das Eingebettetsein in eine Umgebung. BRICKEN beschreibt Veränderungen, die auftreten, sobald das Sichtfeld einer computergenerierten Darstellung 60° übersteigt. Die Inklusion, die dadurch auftritt, verändert die Perspektive des Menschen. Dabei findet ein Wechsel vom externen Nutzer zum internen Teilnehmer statt. Weiterhin findet eine Veränderung von einer Beobachtung zum Sammeln einer Erfahrung statt. [Bri90]

STEUER beschreibt in seinen Untersuchungen des Merkmals (Tele-)Präsenz Teilaaspekte, die sich von denen von SLATER, WITMER und SINGER unterscheiden: Lebendigkeit und Interaktivität. Die Lebendigkeit umfasst den Reichtum der Möglichkeiten, den menschlichen Sinnen Informationen der Umgebung zu präsentieren. In dem Zusammenhang nennt STEUER die Größen der sensorischen Breite (Anzahl der gleichzeitig laufenden sensorischen Dimensionen) und die Tiefe (Detailgrad der sensorischen Wahrnehmung) als Einflussgrößen für die Anschaulichkeit. Die Interaktivität beschreibt den Grad der Interaktionsmöglichkeit zur Veränderung der Umgebung in Echtzeit. Die Größen Geschwindigkeit (Geschwindigkeitsrate, in der Veränderungen implementiert werden können), Auswahl (Anzahl der möglichen Änderungen, die jederzeit eingearbeitet werden können) und die Zuordnung (Systemeigenschaft, die Systemkontrollen auf Veränderungen anzupassen) beeinflussen die Interaktivität. [Ste92, S. 73 ff.]

2.2.3 Aufbau eines VR-Systems

DÖRNER et al. beschreiben VR-Systeme anhand ihrer Subsysteme, die Eingaben für das System oder Ausgaben für den Nutzer generieren (Abbildung 2-6).

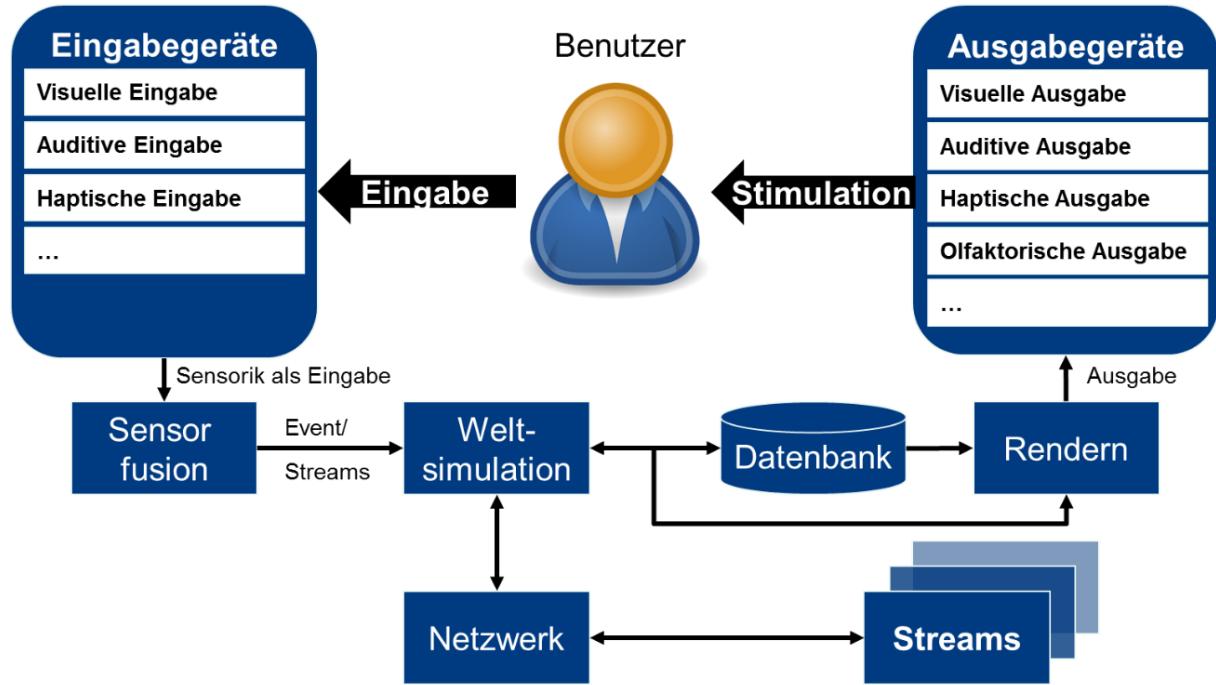


Abbildung 2-6: Aufbau eines VR-Systems (basierend auf [DBG+13])

Aus den jeweiligen Definitionen geht hervor, welche Subsysteme zwingend notwendig sind. Damit der Nutzer die Technologie nutzen kann, muss eine virtuelle Umgebung auf Basis einer Weltsimulation gestaltet sein, die durch Verhaltensregelung und/oder künstliche Intelligenz unterstützt wird. Diese basieren auf Algorithmen und Skripten und sind notwendig, um aus einer statischen eine echtzeitfähige, flexible virtuelle Umgebung zu machen. Weiterhin werden durch Verhaltensregelungen Interaktionen zwischen der virtuellen Umgebung und dem Nutzer erst möglich. [DBG+13]

Die Weltsimulation wird durch die Subsysteme Datenbank, Netzwerk und Kollaboration unterstützt. Datenbanken werden als Datengrundlage für 3D-Modelle der Weltsimulation benötigt. Netzwerk und Kollaboration gehören zur notwendigen IT-Infrastruktur, die eine gemeinsame Nutzung der virtuellen Umgebung möglich machen. Dies schließt Kommunikationsprotokolle und Netzwerkverbindungen ein. Um Interaktion, Immersion und Imagination durch Multimodalität zu ermöglichen, bedarf es Eingaben und Ausgaben, die bei einer Mensch-Maschine-Schnittstelle unerlässlich sind. Eingaben des Nutzers können beispielsweise über Beschleunigungssensoren, optisches Tracking oder Mikrofone generiert werden. Zur Eingabe in die Weltsimulation ist eine Sensorfusion notwendig, um die verschiedenen Reize zusammenzufassen und zu synchronisieren. Reaktionen, die durch die Weltsimulation aus den Eingaben entstehen, werden als Ausgaben an den Nutzer weitergegeben. Diese Ausgaben werden durch Rendering per Rechnersysteme und Ausgabegeräte an den Nutzer weitergegeben. Diese können die unterschiedlichen Sinne des Menschen ansprechen (visuell, auditiv, olfaktorisch, haptisch). Beispiele dafür sind *Head Mounted Displays* (visuell), Lautsprecher (auditiv) oder *Force Feedback* durch Handschuhe (haptisch). Im Anhang A1.2 wird die für diese Arbeit relevante VR-Hardware aufgeführt. [DBG+13]

2.2.4 Gebrauchstauglichkeit / Benutzerfreundlichkeit für *Virtual Reality*

Jakob NIELSEN beschreibt *Usability* als den Qualitätsgrad der Interaktion zwischen einem Nutzer mit einem weiteren Element [Nie97]. Dabei handelt es sich um eine mehrdimensionale Eigenschaft (siehe Abbildung 2-7). Diese umfasst [ISO9241-11]:

Effizienz: Der Nutzer soll mit Hilfe des Systems seine Arbeiten produktiv und effizient erledigen können.

Erlernbarkeit: Dieser Aspekt bezieht sich auf die Fähigkeiten, die ein Nutzer erlernen muss, um mit dem System arbeiten zu können.

Einprägsamkeit: Die Interaktion des Nutzers mit dem System soll einprägsam sein, sodass dieser nach einer zeitlichen Anwendungspause schnell dazu in der Lage ist, das System zu nutzen.

Fehler: Die Anfälligkeit für Fehler bei der Benutzung soll gering sein. Auftretende Fehler sollen erkennbar und korrigierbar sein.

Zufriedenheit: Nutzer sollen die Interaktion mit dem System als angenehm empfinden. Die Norm DIN EN ISO 9241-110 umfasst zusätzlich relevante Faktoren für die Gestaltung des Dialogs [ISO9241-110]:

Aufgabenangemessenheit: Der Nutzer muss seine Arbeiten durch einen aufgabenangemessenen Dialog effizient und effektiv erledigen können.

Selbstbeschreibungsfähigkeit: Der Nutzer muss zu jeder Zeit wissen, an welcher Position der Interaktion er sich befindet.



Abbildung 2-7: Einflüsse der Usability

Erwartungskonformität: Der Dialog soll im Nutzungskontext den Erwartungen des Nutzers entsprechen und vorhersagbar sein.

Lernförderlichkeit: Der Dialog soll den Nutzer beim Erlernen des Systems unterstützen und anleiten.

Fehlertoleranz: Das Arbeitsergebnis soll trotz erkennbarer Fehler mit keinem oder geringem Korrekturaufwand vom Nutzer erreichbar sein.

Steuerbarkeit: Der Nutzer soll in der Lage sein, den Dialog zu starten und weiterhin seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen.

Im Rahmen der Mensch-Maschine-Schnittstellen wurde *Usability* in unterschiedlichen Richtlinien definiert. Die DIN-Richtlinie DIN EN ISO 9241 „Ergonomische Anforderungen an Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“ ist eine 17-teilige Normreihe. In überarbeiteten und neuen Teilen der Reihe wird die Ausarbeitung der Mensch-Maschine-Interaktion thematisiert. *Usability* ist dort in folgender Weise definiert:

„[Usability ist das] Ausmaß, in dem ein Produkt, System oder Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um festgelegte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“, [ISO9241-110].

Usability wird durch die Eigenschaften Effektivität, Effizienz und Zufriedenstellung beschrieben. Die in der Norm enthaltenen Richtlinien und Empfehlungen zu ihrer Gestaltung beziehen sich auf konventionelle Mensch-Maschine-Schnittstellen. Zur Gestaltung der Usability einer VR-Benutzerschnittstelle gibt es noch keine spezifische Norm. Allerdings gibt es Literatur und Empfehlungen von Hardwareherstellern, die bei der Gestaltung einer guten Usability für VR-Werkzeuge unterstützen. Dabei geht es nicht nur darum, eine geeignete Gebrauchstauglichkeit für den Nutzer zu generieren, sondern diesen auch vor den Auswirkungen der *Motion*, *Cyber* und *Simulator Sickness* zu schützen [Rub17].

RUBEN beschreibt in seiner Arbeit unterschiedliche Aspekte, die beachtet werden müssen, um die verschiedenen Ausprägungen der unerwünschten Auswirkungen zu vermeiden. Beispielsweise sollte die virtuelle Welt auf die Kopfbewegungen des Nutzers reagieren. Eine virtuelle Kamera, die sich unabhängig von den Bewegungen des Nutzers bewegen lässt, kann zu Übelkeit und Schwindel führen, die für eine positive Gebrauchstauglichkeit vermieden werden müssen. Weiterhin sollte die Latenz minimiert werden. Idealerweise beträgt die Zeit weniger als 30 Millisekunden. [Rub17]

2.3 Verteilt agierende Gruppen und Teams

Durch zunehmende Komplexität, Dynamik und Globalisierung steigt der Bedarf an verteilt agierenden Teams [BK02, S. 14 ff.]. Dabei gelten verteilt agierende Teams als Lösung für den Bedarf an hoher Qualität, niedrigen Kosten, schnell generierten Lösungen und komplexen organisatorischen Strukturen [FRR+04, S. 6 ff.]. Ein weiterer Aspekt ist die hohe Reaktionsfähigkeit, die benötigt wird, um Kundenbedürfnisse möglichst schnell zu befriedigen [SNP+07, S. 159 ff.]. Ermöglicht wird die Arbeit eines Teams an unterschiedlichen Standorten durch die stetige Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) [Jac99, S. 313 ff.].

Es ist wichtig, dass grundsätzlich zwischen einer Gruppe und einem Team unterschieden wird. Eine Gruppe entwickelt sich durch eine Zusammenarbeit zu einem Team und durchläuft einen Entwicklungsprozess (Team-Performance-Kurve). [KS15, ET99, S. 7 ff.]

Relevante Faktoren für verteilte Teams lassen sich allerdings auf verteilte Gruppen übertragen. Im folgenden Kapitel 2.3.1 wird der Begriff „verteilt agierende Teams“ definiert. Das Kapitel 2.3.2 beinhaltet Einflussfaktoren, die für das Verständnis, die Gestaltung und Umsetzung verteilt agierender Gruppen und Teams beachtet werden müssen.

2.3.1 Definition verteilt agierender Teams

Ein (Standort-)verteilt agierendes Team, das häufig auch als virtuelles Team bezeichnet wird, ist eine Organisationsform, die in den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts entstand.

KONRADT und HERTEL definieren virtuelle Teams durch folgende Merkmale:

- Die Zusammenarbeit von mindestens zwei Personen, die ein gemeinsames Ziel erreichen möchten (Merkmal eines klassischen Teams),
- Mitarbeiter, die an dezentralisierten und delokalisierten Arbeitsorten arbeiten,
- Der Einsatz von elektronischen Kommunikationsmedien.

Verteilt agierende Teams existieren in unterschiedlicher Ausprägung. Ein Faktor ist der **Grad der Autonomie und Hierarchie**. Dies beinhaltet den Handlungsspielraum der einzelnen Mitarbeiter und deren hierarchische Organisation. In der **Zeitperspektive** unterscheiden sich die Teams durch den Zeitraum der Zusammenarbeit, der von einer kurzen Kollaboration in Kleinprojekten bis zu einer dauerhaften Zusammenarbeit reichen kann. Einen weiteren Faktor stellt die **Abgegrenztheit** der Teams dar. Verteilt agierende Teams können dabei eine klare Zusammenstellung von Mitarbeitern haben oder situationsbedingt auf weitere Mitarbeiter und/oder Freelancer / Experten zurückgreifen. Als letzten Faktor nennen KONRADT und HERTEL die **Komplexität**, die sich auf die Homogenität oder Heterogenität der Teams bezieht. Dabei spielen die Berufsfelder, Kultur- und Sprachkreise eine Rolle. [KH02]

LIPNACK und STAMPS definieren virtuelle Teams, ähnlich wie KONRADT und HERTEL, über die folgenden Faktoren [LS00]:

- Mitarbeiter kollaborieren über elektronische Kommunikationsmedien und interagieren gelegentlich physisch miteinander,
- Verteilte Expertise und Wissen, die in einem selbstorganisierten Team vorhanden sind, um ein gemeinsames Ziel zu erreichen,
- Aufgaben im Team sind voneinander abhängig,
- Vorhandene räumliche, zeitliche und organisatorische Trennung.

Aufbauend auf dieser Definition beschreiben LIPNACK und STAMPS virtuelle Teams in einem „Vier-Dimensionen-Modell“: Ziel / Zweck, Mensch, Verbindung und Zeit. Dabei dient das Ziel bzw. der Zweck als Fundament für ein Team. Es ist ein Kernfaktor, um eine gemeinsame Verbindung im Team zu erzeugen. Die Dimension Mensch ist der Kern eines virtuellen Teams. Durch Autonomie, Abhängigkeiten und Interaktion ist die Optimierung dieser Dimension notwendig für ein funktionierendes virtuelles Team. Durch die Dimension Verbindung wird die notwendige Unterstützung durch elektronische Kommunikationsmedien beschrieben. Abschließend ist die Dimension Zeit wichtig im Bereich der Organisation. [LS00]

2.3.2 Einflussfaktoren in verteilt agierenden Gruppen und Teams

Die in diesem Unterkapitel folgenden Faktoren verteilt agierender Gruppen und Teams haben Einfluss auf Erfolg oder Misserfolg des Teams:

Vertrauen: Vertrauen ist eine der wichtigsten Eigenschaften zur erfolgreichen Zusammenarbeit in verteilt agierenden Teams. Vertrauen drückt sich in dieser Konstellation beispielsweise

dadurch aus, dass Mitglieder wissen, dass ihre Teammitglieder die Aufgaben zur Erreichung des gemeinsamen Ziels bearbeiten und somit das Projektziel nicht gefährdet ist. Durch das Fehlen und/oder den reduzierten Anteil an Face-to-Face-Meetings der Teammitglieder wird die Schaffung des Vertrauens zu einer essenziell wichtigen Aufgabe. [KRG+02, S. 67 ff., Joi03]

Vertrauen lässt sich durch Faktoren wie beispielsweise Kommunikationsverhalten, rechtzeitiges Antworten, offene Kommunikation und eine offene Feedbackkultur beeinflussen [HB05, S. 107 ff.]. Weitere Studien belegen, dass Vertrauen in verteilten Teams in direktem Zusammenhang zur Bereitstellung von Informationen steht [QTL+07, S. 71 ff.].

Kommunikation: Bei der Betrachtung verteilt agierender Teams muss die Kommunikation in die Ausprägungen „Asynchron“ und „Synchron“ unterteilt werden [DS01]. Die Wahl der richtigen Art und Kommunikationskanäle sind in frühen Phasen verteilter Teams (Teambildung) wichtig, um Vertrauen unter den Teammitgliedern zu schaffen [AMB+07, S. 2558 ff.]. Eine Festlegung der Art der Kommunikation ist essenziell, um eine Grundlage im Projekt zu schaffen. Diese Rolle fällt typischerweise dem Projektleiter zu.

Für die kollaborative Ideengenerierung ist eine synchrone Kommunikation notwendig. Für die Bereitstellung zusätzlicher Informationen und der Vorbereitung sind asynchrone Kommunikationstechnologien notwendig. In Abbildung 2-8 sind Formen von Kommunikationstechnologien und die jeweiligen Zeitabfolgen abgebildet.

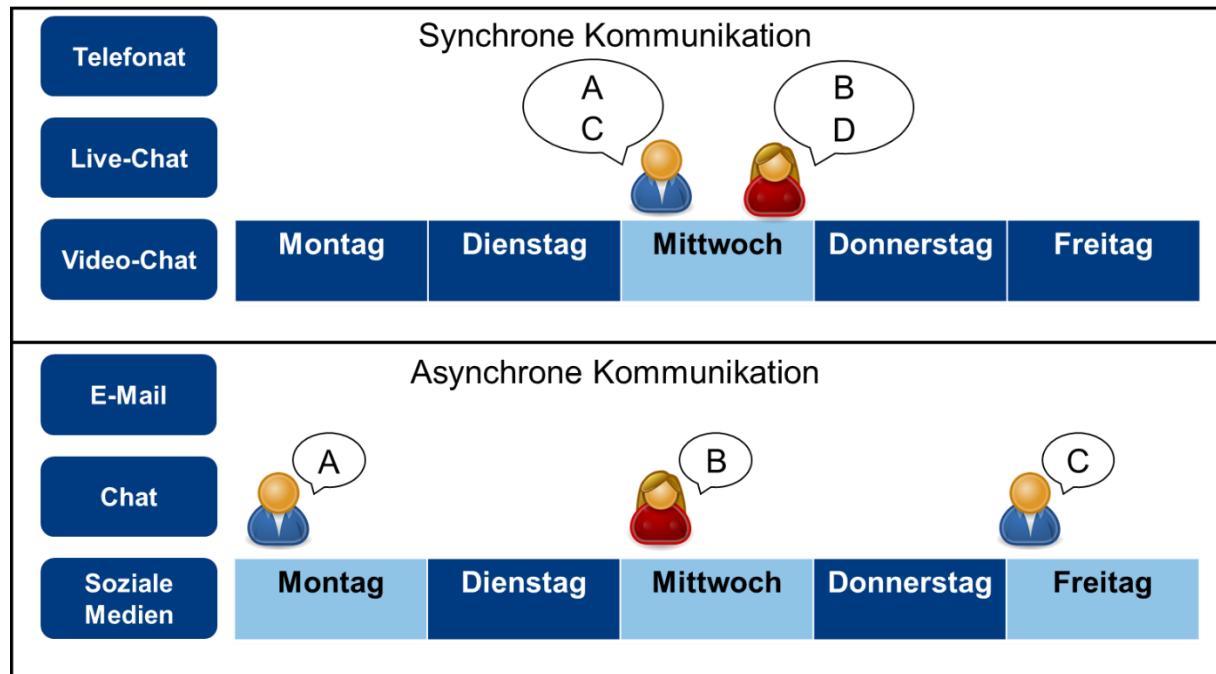


Abbildung 2-8: Synchrone und asynchrone Kommunikation

Führungsposition: Die Rolle der Führung (beispielsweise ein Projektleiter) ist wichtig für den Projekterfolg, unabhängig von zentral organisierten oder verteilt agierenden Teams [DS06]. Führungspersonen haben mannigfaltige, wichtige Aufgaben in einem Projekt. Dazu gehört unter anderem das Konfliktmanagement [DS01]. Dabei legt die Führungskraft die Art und Weise fest, wie mit Konflikten umgegangen wird. Weiterhin sollte die Führungskraft die Beiträge der

einzelnen Teammitglieder erkennen und anerkennen [YA04, S. 27 ff.]. Darüber hinaus ist es Aufgabe des Projektleiters, die Funktionsfähigkeit eines Projektteams kontinuierlich zu prüfen, um Probleme frühzeitig zu erkennen und den Projekterfolg sicherzustellen [MMR07, S. 60 ff.].

Ziele: Ziele werden für Projektteams als essenziell wichtig angesehen. Die Fokussierung auf die Projektziele hat dabei eine einende Wirkung [CS08, S. 79].

Technologie: Technologie gibt verteilt agierenden Teams erst die Möglichkeit, in dieser Form zu interagieren. Die Einführung einer Technologie besitzt dabei, unabhängig vom Grad der Komplexität, die Gefahr eines Fehlschlags, sobald die Nutzer nicht in den Prozess eingebunden werden [ZAW04, S. 15 ff.]. Sogenannte „Computer-mediated-conferencing“ Technologie (CMC) ermöglicht die asynchrone und „Face-to-face-communication“ (FFC) die synchrone Kommunikation in verteilten Projektteams [San99, S. 19 ff.]. Studien fokussieren dabei eher die Untersuchung klassischer Unterstützungstools wie beispielsweise E-Mail und Chats [DC12, S. 36 ff., LCJ+10, S. 849 ff.].

2.4 Kreativität in verteilt agierenden Gruppen und Teams

Da Kreativität zur Gestaltung innovativer Produkte essenziell ist, ist es notwendig, diese auch in verteilt agierenden Teams verfügbar zu machen. Vor diesem Hintergrund haben sich bereits Forscher mit Themen wie Einflussfaktoren, Steigerungspotenzialen und der Gestaltung geeigneter Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) befasst. Die folgenden Unterkapitel 2.4.1 und 2.4.2 thematisieren diese Bereiche.

2.4.1 Fördernde und hemmende Einflussfaktoren für Kreativität

In der vorangegangenen Forschung ist bereits eine Vielzahl von Faktoren identifiziert worden, die einen Einfluss auf Kreativität in Gruppen haben. OCKER teilt diese in verschiedene Kategorien: Individuell, gruppenbasiert und sozial. Abbildung 2-9 beinhaltet die Auflistung der identifizierten Einflussfaktoren in verteilt agierenden Teams.

Die individuellen Einflussfaktoren beziehen sich auf die einzelnen Personen, die in einer Gruppe miteinander interagieren. Die fördernden Faktoren, die für Einzelpersonen relevant sind, ordnet OCKER unter den Überbegriffen Wahrnehmung, Persönlichkeit und aufgabenbasierte Eigenschaften ein. Unter dem Punkt Wahrnehmung finden sich Eigenschaften, die eine kreative Person ausmachen, wie die Generierung divergenter Ideen, Flüssigkeit, Flexibilität und Originalität in der Generierung von Ideen. Für den Oberbegriff der Persönlichkeit finden sich die Eigenschaften wie Ausdauer und Selbstbewusstsein. Als aufgabenbasierte Eigenschaften nennt OCKER intrinsische Motivation zur Aufgabenbewältigung, domänenpezifisches Fachwissen und die Vermeidung von Zeitdruck. Bei der Kategorie „gruppenbasierte Einflussfaktoren“ handelt es sich um Eigenschaften, die sich mit verschiedenen Aspekten der Gruppenkreativität beschäftigen. Zunächst ist die Zusammensetzung der Gruppe wichtig. Um die Kreativität zu fördern, sollte darauf geachtet werden, dass die Gruppe heterogen zusammengestellt ist, damit möglichst viele divergente Ideen generiert werden können. Der Zusammenhalt der Gruppe darf sich in verschiedenen Phasen eines Projektes unterscheiden. In frühen Phasen darf es einen

losen Zusammenhalt der Gruppe geben. In diesem Zeitraum kann sich die Gruppenzusammensetzung noch ändern. In fortgeschrittenen Phasen ist es von Bedeutung, einen festen Zusammenhalt zu haben, um die Ziele erreichen zu können. Die Struktur einer Gruppe sollte so gewählt werden, dass es ihr ermöglicht wird, kollaborativ miteinander zu arbeiten. Die Atmosphäre einer Gruppe steht dabei mit dem Zusammenhalt in Verbindung. Dabei sollte ein Arbeitsklima geschaffen werden, in dem es der Gruppe möglich ist, effektiv und effizient miteinander zu arbeiten. Die Kommunikation muss so gestaltet sein, dass Störungen vermieden werden und Gruppenmitglieder sich ungehindert austauschen können. Die Aufgabe, die die Gruppe bearbeitet, spielt eine Rolle und sollte bestenfalls so gewählt werden, dass sie interessant und motivierend ist. Ein effektives Projektmanagement durch Aufgabenkoordination hat durch die Einsparung an Zeit gleichfalls einen positiven Einfluss. Direkt mit der Aufgabe des Projektmanagements hängt die Führungsposition zusammen. Die richtige Balance zwischen Mitwirkung der Gruppe am Entscheidungsprozess und einem autokratischen Entscheidungsstil ist dabei eine Herausforderung. Bei der Kategorie der sozialen Einflussfaktoren geht es um Mechanismen innerhalb einer Gruppe. Bei der Normalisierung handelt es sich um den Prozess zur Lösungsfundung in Gruppen mit unterschiedlichen Ansichten. Bei den Mehrheits- und Minderheitseinflüssen geht es darum, dass entweder eine Mehrheit oder Minderheit sozialen Druck auf die Gruppe ausüben kann und eine dominante Rolle einnimmt. [Ock05, S. 22 ff.]

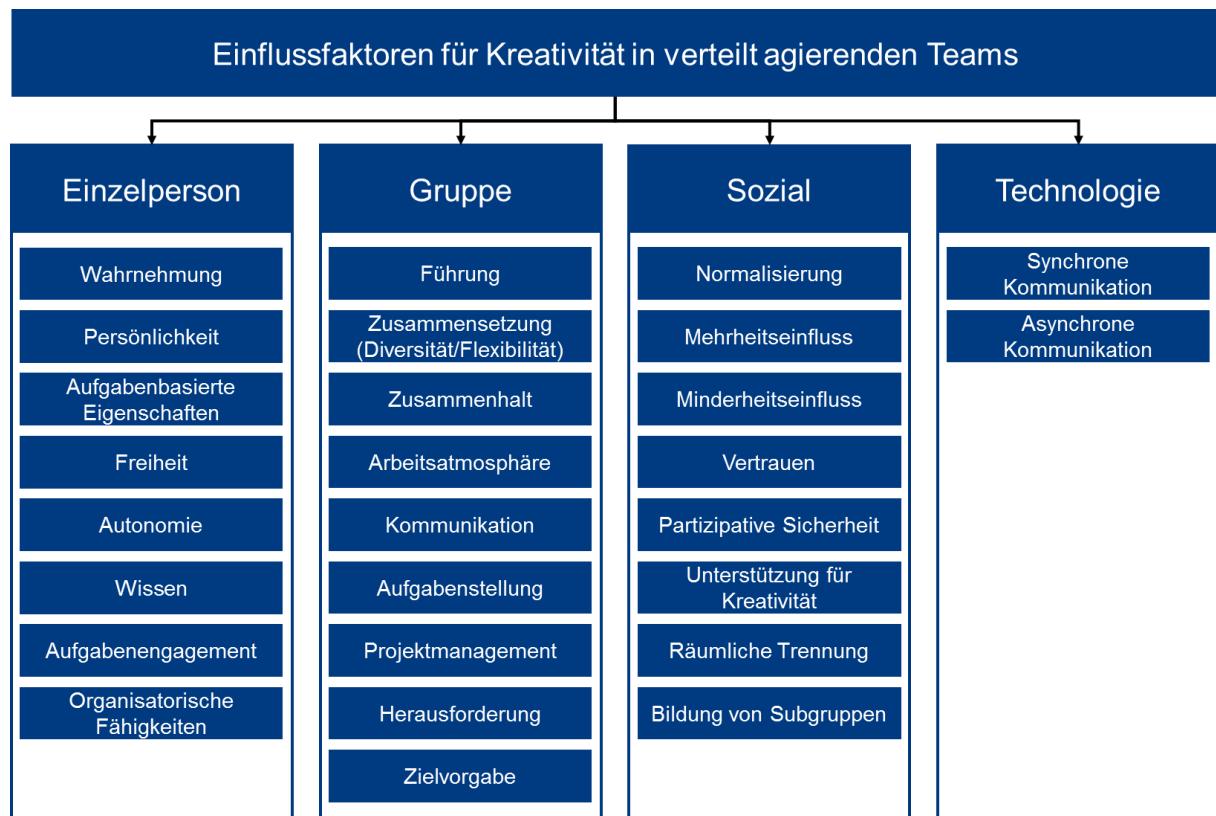


Abbildung 2-9: Auflistung der Einflussfaktoren verteilt agierender Teams

TORRES-CORONAS fasst die folgenden Einflussfaktoren zusammen:

Autonomie und Freiheit sind Faktoren, welche die Kontrolle beschreiben, die Individuen über ihre eigene Arbeit haben. Damit ist es dem Individuum erlaubt, Verantwortung für eigene Ideen

zu tragen und Entscheidungen zu treffen. Als weiterer Faktor wird die Herausforderung benannt. Damit ist das Gefühl gemeint, hart arbeiten zu müssen, um Ziele zu erreichen. Eine klare Zielvorgabe ist ein weiterer Punkt, der sich durch Klarheit und Erreichbarkeit auszeichnet. Diversität und Flexibilität sind Faktoren, die sich auf die Gruppenzusammensetzung und die Arbeitsaufträge beziehen. Flexibilität wird von TORRES-CORONAS im Sinne der Toleranz gegenüber sich stark unterscheidenden Ideen dargestellt. Als Einflussfaktor wird die Unterstützung für Kreativität benannt. Dies bezieht sich auf die organisatorische Unterstützung. Ein Unternehmen kann durch Maßnahmen Mitarbeiter fördern, kreativ zu arbeiten und neue Ideen einzubringen. Als letzten Punkt wird Vertrauen und partizipative Sicherheit genannt. Vertrauen ist dabei ein Fundament für die Zusammenarbeit verteilter Teams. [TG09, S. 1893 ff.]

CHAMAKIOTIS, DEKONINCK und PANTELI bauen ihre Untersuchungen auf den Ergebnissen von OCKER auf. Aus den unterschiedlichen experimentellen Studien werden weitere Faktoren identifiziert, die sich positiv auf die Kreativität auswirken. Sie kategorisieren diese Einflussfaktoren in individuell, teambasiert und technologiebasiert. [CDP13, S. 265 ff.]

Im Bereich der individuellen Einflussfaktoren unterscheiden sich ihre Ergebnisse geringfügig von OCKER. Hier werden weiterhin kreative Individuen, relevantes Wissen, Kommunikationsfähigkeit, Aufgabenengagement und organisatorische Fähigkeiten als entscheidende Einflussfaktoren identifiziert. Hinsichtlich der teambasierten Einflussfaktoren hingegen gibt es stärkere Unterschiede. CHAMAKIOTIS et al. stellen wie OCKER Heterogenität als Einflussfaktor heraus. Bezuglich der Führungsrolle gehen sie aber mehr ins Detail und unterscheidet zwischen zentraler, kollaborativer und wechselnder Führungsrolle. Nach experimentellen Beobachtungen stellen CHAMAKIOTIS et al. fest, dass alle drei Formen der Führungsrolle einen positiven Einfluss auf die Kreativität in Teams haben. Ein weiterer Aspekt, den OCKER nicht explizit nennt, ist die Bildung von Untergruppen. Den Bereich der Technologie betrachten CHAMAKIOTIS, DEKONINCK und PANTELI und unterscheiden dabei zwischen asynchronen und synchronen Kommunikationstechnologien. Asynchrone Kommunikationstechnologien werden als förderlich zum Teilen von Ideen zwischen Teammitgliedern erachtet. Sychrone Kommunikationstechnologien werden als Möglichkeit der Schaffung, Förderung, Verpflichtung und Verantwortung für Kreativität identifiziert. [CDP13, S. 265 ff.]

Den förderlichen Einflussfaktoren, die CHAMAKIOTIS et al. identifiziert haben, stehen Faktoren gegenüber, die zur Hemmung der Kreativität führen können. Ein wesentlicher Faktor ist die geographische Trennung, die bei verteilten Teams gegeben ist, aufgrund welcher geographisch voneinander getrennte Teams nur über Kommunikationstechnologien interagieren können. Dies erschwert die Durchführung von Tätigkeiten, die kreatives Arbeiten unterstützen. Ein weiterer negativer Einflussfaktor ist die Bildung von lokalen Subgruppen. Durch die Arbeit von geographisch nicht getrennten Teammitgliedern in Subgruppen kann es zu einer starken Fokussierung auf die Subgruppe kommen, die eine Ausgrenzung anderer Teammitglieder nach sich ziehen kann. Ein weiterer Faktor, der als Hemmnis für Kreativität gilt, ist eine starke Meinungsäußerung durch vereinzelte Teammitglieder. Durch die dominante Rolle in den Diskussionen kann es zu Konflikten innerhalb des Teams kommen oder zu einer zu starken Prägung der Ideen durch einzelne Teammitglieder. Heterogenität in der Zusammensetzung der Teams hat einen

positiven Einfluss auf die Kreativität. Allerdings stellen CHAMAKIOTIS, DEKONINCK und PANTELI heraus, dass ein zu hoher Grad an Heterogenität einen negativen Einfluss haben kann. Die Nutzung synchroner und asynchroner Kommunikationstechnologien stellen sie als mögliches Hemmnis heraus. Sie beschreiben die Nutzung als künstlich. Zum Beispiel kann bei der Nutzung synchroner Kommunikationsmedien der Fokus auf das eigentliche Thema verloren gehen. Weiterhin sind technische Probleme ein Hemmnis. Bei asynchronen Kommunikationstechnologien werden Aufgaben kritisiert, die in physisch nicht getrennten Gesprächen zwischen Personen nicht notwendig wären (zum Beispiel das Einscannen einer Ideenskizze zur Weiterleitung an Teammitglieder). [CDP13, S. 265 ff.]

2.4.2 IKT zur Unterstützung kollaborativer Kreativität

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) bilden den zentralen Aspekt zur technischen Realisierung der Arbeit verteilter Teams. VOIGT und BERGENER identifizieren in ihrer Forschung Kollaborationsmuster, die notwendig sind, um IKT-Lösungen zu konzipieren. VOIGT und BERGENER benennen diese als Gruppenkreativitätsunterstützungssysteme (GKUS). Zwei dieser Kollaborationsmuster stehen im direkten Zusammenhang mit Kreativität: Divergenz und Konvergenz. Erstere schließt verschiedene Tätigkeiten ein, die im kreativen Prozess notwendig sind. Dazu gehören die Inspiration der Teammitglieder (Stimulation), das Sammeln von Ideen und die Kreation möglicher Lösungen. Zur Identifikation der geeigneten Lösung ist Konvergenz notwendig. Diese schließt die Tätigkeiten des Ordnens der Ideen, deren Evaluation und Auswahl der bestmöglichen Idee ein. Als weiteres Kollaborationsmuster wird die Kommunikation genannt, die zum Austausch von Informationen und Wissen notwendig ist und in die Muster Vertrauen und Synchronisierung unterteilt wird. Vertrauen, das bereits als wichtiger Faktor für verteilte Teams identifiziert wurde, schließt auch die Nachverfolgbarkeit von Ideen mit ein. Die Synchronisierung ist ein weiterer Faktor, der bei der Gestaltung eines Gruppenkreativitätsunterstützungssystems eine Rolle spielt. Dafür ist das Wissen notwendig, für welche Prozesse synchrone und asynchrone Kommunikationstechnologien eingesetzt werden. Als weiteres Kollaborationsmuster nennen VOIGT und BERGENER die Iteration. Zur Entwicklung von Ideen zu einer Lösung ist ein iterativer Wechsel zwischen Divergenz und Konvergenz notwendig. Das heißt, dass der kreative Prozess mehrere Male durchlaufen werden muss. Als letztes Kollaborationsmuster wird das Gruppenbewusstsein identifiziert. Dies verhindert die Isolation von einzelnen Teammitgliedern und fördert Kollaborationsprozesse. [VB13, S. 225 ff.]

Zur Implementierung dieser Kollaborationsmuster stellen VOIGT und BERGENER 13 Designregeln auf, die nachfolgend erläutert werden:

Förderung der gegenseitigen **Inspiration** (Divergenz): Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten, um Ideen zur gegenseitigen Inspiration zu teilen → Implementierung einer Kommunikationskomponente und eines gemeinsamen Ideenraums im GKUS.

Unterstützung der **Anonymität** (Divergenz): Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten, um die Ideengenerierung anonym zu halten und keine Einflüsse auf die Ideenbewertung zuzulassen → Beachtung bei der Implementierung von Komponenten für den divergenten Prozess im GKUS.

Schaffung eines **sozialen Vergleichs**: Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten zur Vermeidung von Einzelarbeit und Schaffung einer Vergleichsmöglichkeit → Implementierung eines gemeinsamen Ideenraums im GKUS.

Unterstützung **verschiedener Arbeitsweisen** (Divergenz): Implementierung von Funktionen, um verschiedene Arbeitsformen ausüben zu können. Das heißt, dass es möglich sein muss, individuell oder in Gruppen zu arbeiten → Implementierung eines gemeinsamen Ideeneditors und -raums sowie einer Inspirationskomponente im GKUS.

Unterstützung der **Ideenordnung** (Konvergenz): Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten, um Ideen zu ordnen und in einen Zusammenhang zu setzen. Dies fördert das Verständnis für Zusammenhänge der Ideen → Implementierung einer Visualisierung für den gemeinsamen Ideenraum im GKUS.

Unterstützung der **Ideenevaluation und -auswahl**: Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten, um eine quantitative und qualitative Evaluation und Auswahl der Ideen durchzuführen → Implementierung einer Evaluationskomponente im GKUS.

Rückverfolgbarkeit des Ideenfindungsprozesses: Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten, um den Ideenfindungsprozess dokumentieren zu können → Implementierung einer Evaluationskomponente im GKUS.

Sitzungshistorien unterstützen: Implementierung von Funktionen, um Kreativitätssitzungen bereitzustellen → Implementierung einer Kommunikationskomponente im GKUS.

Unterstützung **asynchroner Kommunikation**: Implementierung von Funktionen und Möglichkeit, um asynchrone Kommunikation zu ermöglichen → Beachtung bei der Implementierung von Komponenten für den divergenten Prozess im GKUS.

Unterstützung **synchrone Kommunikation**: Implementierung von Funktionen und Möglichkeit, um synchrone Kommunikation zu ermöglichen → Beachtung bei der Implementierung von Komponenten für den konvergenten Prozess im GKUS.

Unterstützung des **Gruppenbewusstseins**: Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten, um Koordinationsprobleme zu vermeiden und gegenseitige Inspiration zu fördern → Implementierung eines gemeinsamen Ideeneditors, Ideenraums und einer Inspirationskomponente im GKUS.

Verhinderung eines stetigen Wechsels zwischen divergenten und konvergenten Prozessen: → Implementierung eines gemeinsamen Ideenraums im GKUS.

Möglichkeiten der **einfachen Vergleichbarkeit** schaffen: Implementierung von Funktionen und Möglichkeiten, um Vergleiche zwischen Ideen simultan zu ermöglichen und zu erleichtern → Implementierung einer Visualisierung für den gemeinsamen Ideenraum im GKUS.

Aus den 13 Designregeln zur Gestaltung eines GKUS ergeben sich verschiedene Komponenten, die bei der Umsetzung implementiert werden müssen: Individuelle Inspiration, gemeinsamer Ideeneditor, Kommunikation, gemeinsamer Ideenraum, Visualisierung des gemeinsamen Ideenraums und Evaluation. [VB13, S. 225 ff.]

Weiterhin können konventionelle IKT für die Aufgabe der Ideengenerierung verwendet werden. Darunter fällt Software für Videokonferenzsysteme. Basierend auf den Zeitraum der COVID-19-Pandemie sind Videokonferenzsysteme zu einem essenziellen Arbeitshilfsmittel geworden, um physische Treffen zu vermeiden. In diesem Kontext können natürlich konventionelle Kreativitätstechniken adaptiert werden, um diese in einer Videokonferenz zu verwenden. Ein Beispiel dafür ist die Nutzung von Brainstorming, bei dem keine visuelle Unterstützung notwendig ist und lediglich die Verhaltensregeln eingehalten werden müssen. Für andere Kreativitätstechniken, wie zum Beispiel dem Mind-Mapping, ist die zusätzliche Einbindung visueller Unterstützung in Form eines virtuellen Whiteboards notwendig.

FORSTER identifiziert eine neue Form der Computerunterstützung für kollaborative Kreativität. Auf Basis unterschiedlicher Kreativitätsmodelle und -techniken wird ein einheitliches, formalisiertes Modell des Kreativitätsprozesses aufgestellt, das sich auf die Definition des Kreativitätsunterstützungssystems stützt. Für die Konzeption eines solchen Systems werden Designprinzipien einbezogen und existierende Systeme betrachtet. Das Modell wird in eine divergente und eine konvergente Phase aufgegliedert. Die benötigte Software-Architektur besteht aus der Logik-, der Datenzugriffs- und der Dienstschicht. Die Evaluation erfolgte hierbei im Rahmen einer Benutzerstudie, bei der Gruppen im Kreativitätsprozess mit dem entwickelten Werkzeug untersucht wurden. Eine Referenzgruppe entwickelte Ideen ohne das Werkzeug parallel. Im Fokus der Aufgabe stand die Verwendung für Studiengebühren. Bei der Durchführung wurden drei Elemente einer divergenten und zwei Elemente einer konvergenten Phase genutzt. Mit Hilfe der Benutzerstudie wurde gezeigt, dass die Durchführung der Kreativitätstechniken mit Computerunterstützung für generierte und bewertete Ideen ebenbürtig ist. [For10]

Im Rahmen bisheriger Forschung werden bereits GKUS implementiert, die Unternehmen dabei unterstützen, Ideen durch verteilte arbeitende Mitarbeiter zu generieren. Ein Ansatz, um dies zu ermöglichen, ist die Gestaltung von Community Plattformen, auf denen sich die Mitarbeiter austauschen können. Beispiele dafür stellt ALBERS in seiner bisherigen Forschung dar.

In Kooperation mit der Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG wurde ein Konzept für eine Community Plattform, die vernetzte Kreativität ermöglicht, geschaffen. Mit einem Software-Prototyp wurde das erarbeitete Konzept mit 200 Nutzern getestet. In Interviews, über Fragebögen sowie Literaturrecherche wurden Anforderungen aus verschiedenen Perspektiven (Benutzer, Experte, Stakeholder) identifiziert. Die Nutzer forderten eine weitreichende Kommunikation, eine Vielzahl von Funktionen sowie *Usability* und herausfordernde Aufgaben. Experten, die Verantwortung in Entwicklungsprojekten trugen, haben als weitere Anforderungen die Unterstützung des Managements, die Integration von Experten bei der Aufgabengestaltung, eine Assistenz, die die Plattform nutzt und die Verbreitung positiver Beispiele ausgemacht. Die weiteren Stakeholder aus Abteilungen, die sich mit Recht, IT und weiteren Themen beschäftigen, ergänzten die Möglichkeit der Erweiterung der Plattform, um auf spezifische Themen wie zum Beispiel in bestimmten Fällen das Urheberrecht hinzuweisen. Auf Basis der identifizierten Anforderungen wurde eine Community Plattform konzipiert, die sich in drei Phasen einteilen lässt: Präparation, Ideenfindung und Nachbearbeitung. In der ersten Phase werden Suchfelder mit Hilfe von Experten definiert und Innovationsaufgaben in vorgegebenen Zeiträumen veröffentlicht. In der

Phase der Ideenfindung haben Nutzer verschiedene Möglichkeiten, wie beispielsweise das Teilen und Entwickeln von Impulsen, die einer Innovationsaufgabe zugeordnet werden können. Weiterhin kann über diese Impulse diskutiert und abgestimmt werden. In der Phase der Nachbearbeitung geht es um die Auswahl der Impulse mit den besten Abstimmungsergebnissen, die anschließend von Experten bewertet werden. Auf dieser Basis wird dem Nutzer Feedback gegeben. [AMH+18, S. 299]

In weiteren Untersuchungen beschreiben WALTER und ALBERS ein Konzept zur Unterstützung verteilter Entwicklungsteams durch das sogenannte virtuelle Ideenlabor „ProVIL“ [WAH+16, S. 283 ff.]. Das entwickelte Konzept wird durch eine studentische Veranstaltung, die sich an Studierende der Ingenieurwissenschaften richten, validiert. WALTER und ALBERS verfolgen drei Ziele: Den Studierenden werden in der Veranstaltung Handlungskompetenzen vermittelt. Als sogenanntes *Live-Lab* dient „ProVIL“ als Untersuchungsumgebung zur Implementierung neuer Methoden und Tools der verteilten Produktentwicklung. Die Generierung von Aufgabenlösungen mit hohem Innovationspotenzial für das Partnerunternehmen ist ein weiteres Ziel. In der studentischen Veranstaltung werden von einem Partnerunternehmen Aufgabenstellungen definiert, die von den Studierenden bearbeitet werden. Das Kernteam bei „ProVIL“ besteht aus Studierenden, der akademischen Betreuung durch den Lehrstuhl IPEK und dem Unternehmenspartner. Zusätzlich werden Innovationscoaches, die Hochschule Karlsruhe und der Softwarepartner SAP involviert, welcher eine Innovationsplattform zur Verfügung stellt. Die studentischen Teilnehmer arbeiten im Rahmen von „ProVIL“ über eine Innovationsplattform, die vom Softwarepartner zur Verfügung gestellt wird, zusammen. Ausnahmen bilden nur Meilenstein-Treffen und der Kick-off, die in Präsenzveranstaltungen durchgeführt werden. Die Durchführung des virtuellen Ideenlabors wird durch vier Phasen realisiert: Analyse, Potenzialfindung, Konzipierung und Präzisierung. In der Analysephase machen sich die Projektteams mit der Aufgabenstellung, den weiteren Stakeholdern und Hintergrundinformationen vertraut. Anschließend werden durch Analysen des Marktes und potenzieller Kunden in der Phase Potenzialfindung Produktprofile erschlossen. In der Phase der Konzipierung werden diese zu Produktideen weiterentwickelt. Durch Mock-ups werden die Produktideen in der letzten Phase schließlich konkretisiert. Die Durchführung wird durch Tools und Kreativitätstechniken unterstützt, die adaptiert werden, um diese im Rahmen der Innovationsplattform einsetzen zu können. [WAH+16, S. 283 ff.]

MAUL untersucht im Rahmen seiner Promotion die Vernetzung der Kreativität durch einen nutzerzentrierten Ansatz. Dabei betrachtet er unterschiedliche Perspektiven, die einen Einfluss auf kreative Kollaborationen haben. Darunter fällt die Betrachtung von Impulsgebern, Impulsnehmern und der Organisation. Die Resultate werden in die Community Plattform eines Unternehmens integriert. Diese zielt darauf ab, durch die Kollaboration der Nutzer Innovationsimpulse für Unternehmensaufgaben zu schaffen. Bei der Gestaltung der Plattform werden die Kernfunktionen Profile, Themen, Eingabe von Ideen, Diskussion / Weiterentwicklung und Community-Bewertung thematisiert. Anhand von sieben Themenstellungen (Innovative Ablagekonzepte im Fahrzeuginnenraum, Mensch-Maschine-Interaktion, *Mobile Apps* ...) wurde eine viermonatige Pilotphase durchgeführt und der entwickelte Ansatz mit Hilfe eines Fragebogens validiert. Die

Ergebnisse der Pilotphase zeigen, dass die Plattform bei Aktivitäten der Ideenfindung unterstützend wirkt. Allerdings bedarf es eines Bekenntnisses des Top-Managements, um eine geeignete Kultur und Freiräume zu schaffen. [Mau15]

2.5 Virtuell unterstützte Kreativität in verteilt agierenden Gruppen und Teams

Mit dem Themenfeld Kreativität haben sich bisher wenige Forscher im Bereich der virtuellen Welten und verteilten Nutzer beschäftigt. In den Studien wird festgestellt, dass VR einen positiven Einfluss auf Kreativität hat. Abbildung 2-10 beinhaltet die Einflussfaktoren, die sich im Rahmen der Nutzung virtueller Umgebungen ergeben.

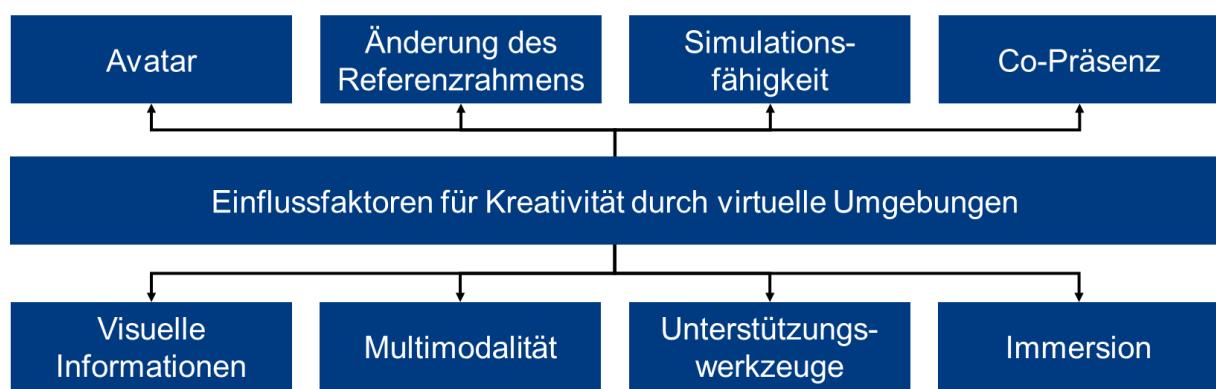


Abbildung 2-10: Auflistung der Einflussfaktoren durch virtuelle Umgebungen

ALAHUHTA et al. untersuchen und identifiziert technische Merkmale einer virtuellen Umgebung, die Einfluss auf Kreativität nehmen können, anhand einer ausführlichen Literaturrecherche. Die Veröffentlichungen stammen aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Zeitschriften, die sich mit Informationstechnologie oder spezifisch mit VR beschäftigen. Weiterhin stellen ALAHUHTA et al. fest, dass im Zeitraum von 2000 bis 2013 ein stetiger Anstieg der Publikationen mit diesem Thema zu verzeichnen ist. Dabei erkennen sie folgende Merkmale [ANS+14]:

Avatare stellen eine graphische Repräsentation des Nutzers dar. Dabei ist es dem Nutzer in vielen Fällen gestattet, sein Abbild nach seinen Wünschen mit Hilfe eines Konfigurators zu gestalten. EISENBEISS et al. stellen in Untersuchungen fest, dass Avatare dem Nutzer die Möglichkeit geben, seine Gefühle auszudrücken [EBB+12, S. 4 ff.]. Weiterhin ermöglichen sie die Identifikation der Nutzer und den Austausch von nonverbalen Informationen [Rin07, S. 6]. Avatare geben Nutzern die Möglichkeit, ihre Repräsentation flexibel und nach Belieben anzupassen. Avatare können nach dem Abbild des Nutzers gestaltet werden oder ein komplett anderes Aussehen besitzen [San09, S. 29 ff.]. Diese Gestaltungsfreiheit kann sich positiv auf die Entwicklung von Kreativität auswirken. Weiterhin steht der Avatar als virtuelle Repräsentation zwischen dem Nutzer und anderen Nutzern einer Gruppe. Das heißt, dass der Avatar als eine Art Schutz fungieren kann, der zu einem höheren Wohlbefinden und zur Verminderung von Ängsten führen kann. Dies wirkt sich positiv auf den Kreativitätsprozess aus, da der Nutzer ohne Belastung und frei im virtuellen Raum interagieren kann [BS13, S. 160 ff.]. Das daraus resultierende positive Kommunikationsklima hilft dabei, negative Aspekte der Gruppenarbeit

wie beispielsweise eine geographische Trennung zu überwinden [GG06, S. 451 ff.]. Das Merkmal **Änderung des Referenzrahmens** bezieht sich direkt auf die kreierte virtuelle Umgebung. Die Änderung des Referenzrahmens ist die Veränderung von der realen zur virtuellen Welt. Dabei sind virtuelle Umgebungen modifizierbar [FMH+12, S. 1003 ff.]. Aufbauend auf deren Anpassung ändert sich die Stimulation, die den Nutzer beeinflusst. Verschiedene Studien beschreiben einen positiven Zusammenhang zwischen der Veränderung des Bezugsrahmens und den kreativen Fähigkeiten der Nutzer [PDN08, S. 245 ff., Tam10, S. 259 ff., RSM+07, S. 37 ff.]. Als **Co-Präsenz** wird das Gefühl beschrieben, durch die Nutzung von Technologie mit anderen Personen am gleichen Ort zu sein [BHB03, S. 456 ff., IRF+01, S. 298 ff.]. Virtuelle Umgebungen bieten Teams eine Plattform zur kollaborativen Zusammenarbeit. Durch die Multimodalität der Kommunikation (Einbindung verschiedener Sinne) wird der Grad der Co-Präsenz gesteigert [BB06, S. 149 ff., VK13, S. 59 ff.]. Durch virtuelle Umgebungen wird es Teams ermöglicht kreative Aufgaben in Echtzeit zu bearbeiten. Die Co-Präsenz fördert die Zusammenarbeit der Teammitglieder und ermöglicht die Bearbeitung von kreativitätsbezogenen Aufgabenstellungen [CL12, S. 464 ff., KFM+11, S. 773 ff., KFS+11, S. 160 ff.].

Die **Immersion** umfasst die Einbindung der Nutzer in eine virtuelle Umgebung. SLATER und WILBUR definieren Immersion als die Schaffung einer Umgebung, die eine Illusion erzeugt, die auf die Sinne des Nutzers real wirkt [SW97, S. 603 ff.]. Durch virtuelle Umgebungen wird es Nutzern ermöglicht, neue Erfahrungen zu machen. Durch einen hohen Immersionsgrad erscheint dem Nutzer die Erfahrung realer. Erfahrungen können wiederum Reize beinhalten, die zur Förderung der Kreativität förderlich sind. **Multimodalität** beinhaltet unterschiedliche Kanäle, die es dem Nutzer ermöglichen zu kommunizieren. Nach BOSCH-SIJTSEMA und SIVUNEN kann es sich dabei um simultane textuelle, visuelle, auditive und grafische Kanäle handeln [BS13, S. 160 ff.]. Da die Kreativität in Gruppen auf der Kommunikation der Teammitglieder basiert, ist die Möglichkeit, verschiedene Kommunikationskanäle anzusprechen, vorteilhaft. Virtuelle Welten bieten ein hohes Maß an **Reichhaltigkeit visueller Informationen** und erweitern somit die Möglichkeiten der visuellen Darstellung im Vergleich zu anderen Technologien [BS13, S. 160 ff.]. Ein weiteres Merkmal ist die **Simulationsfähigkeit**. Die Einbindung einer realistischen Simulation in virtuellen Welten ermöglicht die Substitution der Realität mit Hilfe der virtuellen Welten [BLB12, S. 1485 ff.]. **Unterstützungswerkzeuge für kreative Arbeit** umfassen Werkzeuge, die eine Variation der Arbeitsweise ermöglichen. Die Einbindung von interaktiven Werkzeugen und weltintegrierte Informationsdienste bieten die Möglichkeit, die Kreativität der Nutzer zu beeinflussen [Cla12, S. 242 ff., San09, S. 29 ff.]. Weiterhin werden künstliche Agenten in der virtuellen Welt und Dokumentationswerkzeuge als geeignete Unterstützungswerkzeuge identifiziert. [ANS+14]

BHAGWATWAR, MASSEY und DENNIS entwickeln eine auf VR basierende Applikation zur Beeinflussung der Kreativität. In einer früheren Forschungsarbeit beschreiben sie bereits das *Electronic Brainstorming* zur Unterstützung verteilt agierender Teams, bei dem die konventionelle Brainstorming-Methode durch Technologien wie beispielsweise E-Mail, textbasierte Chats und weitere Werkzeuge unterstützt werden [GBC91, S. 137 ff.]. Die Beeinflussung der Kreativität durch virtuelle Welten basiert auf dem Konzept des „Priming“-Effekts. Dabei han-

delt es sich um die Beeinflussung des Unterbewusstseins durch Reize, die im Rahmen von Untersuchungen der Psychologie identifiziert wurden [BC99]. Dabei aktivieren die Reize Einstellungen, Erfahrungen und Informationen des Individuums [BC99]. Die Reizauslösung kann unterschwellig oder überschwellig vom Individuum wahrgenommen werden. Bei der unterschweligen Stimulation durch die Reize ist sich das Individuum der Beeinflussung nicht bewusst; bei der überschweligen Stimulation ist das Gegenteil der Fall. Allerdings kennt das Individuum nicht den Grund für die Stimulation. BHAGWATWAR, MASSEY und DENNIS stützen die Untersuchung auf die überschwellige Stimulation, die durch Objekte der virtuellen Umgebung erzeugt wird. Die Beeinflussung der Kreativität durch die Stimulation wird von den Autoren als *Creativity Priming* bezeichnet. Auf Basis dieses Effektes wurden drei Thesen aufgestellt:

- Die Nutzung einer virtuellen Umgebung, die mit *Creativity Priming* gestaltet wurde, erhöht den Neuheitsgrad der Ideen, die vom Team produziert werden;
- Die Nutzung einer virtuellen Umgebung, die mit *Creativity Priming* gestaltet wurde, erhöht die Umsetzbarkeit / Machbarkeit der Ideen, die vom Team produziert werden;
- Die Nutzung einer virtuellen Umgebung, die mit *Creativity Priming* gestaltet wurde, erhöht die Relevanz der Ideen, die vom Team produziert werden.

Zur Untersuchung der Thesen wurde eine Studie mit 80 Teilnehmern durchgeführt, die Ideen zu zwei Aufgabenstellungen generierten. Die Teilnehmer fanden sich in Teams mit jeweils vier Mitgliedern zusammen. Dabei bekamen die Teilnehmer für jede Aufgabe 15 Minuten Zeit. Bei den Aufgaben handelte es sich um:

- Steigerung des Tourismusaufkommens,
- Reduktion von Verschmutzung.

Die Teilnehmer hatten bei der Bearbeitung das Ziel, so viele Ideen wie möglich zu produzieren. Eine weitere Bedingung beinhaltete, dass Ideen auf den Ideen anderer Teilnehmer aufbauen sollten und durften. Eine der Aufgaben wurde von den Teilnehmern in einer virtuellen Umgebung ohne *Creativity Priming* und die andere Aufgabe mit dieser bearbeitet. Die virtuellen Umgebungen basierten dabei auf der Software *Wonderland*, in der mehrere Teilnehmer gleichzeitig miteinander interagieren können. Für die Untersuchung wurden unterschiedliche Teilmessgrößen herangezogen, die auf der Untersuchung des Teamniveaus der Leistung bei der Ideengenerierung basierten:

- Ideenquantität – Anzahl der generierten Ideen,
- Ideenquantität – Anzahl der einmal genannten Ideen,
- Ideenqualität – Neuheitsgrad,
- Ideenqualität – Umsetzbarkeit/Machbarkeit,
- Ideenqualität – Relevanz.

Die Untersuchung zeigt, dass durch die virtuellen Umgebungen, die mit *Creativity Priming* generiert wurden, eine höhere Anzahl und Qualität an Ideen geschaffen werden konnte. [BMD13, S. 215 ff.]

LAU und LEE untersuchen in ihrer Forschung den Einfluss virtueller, immersiver Umgebungs-simulationen, um die Lernerfahrung und Kreativität der Studierenden zu steigern. Die Ergebnisse zeigten, dass die Einbindung der Studierenden zu einer Steigerung des Forschungsdrangs und des Spaßes führte. LAU und LEE stellen weiterhin heraus, dass nicht nur die Herstellung einer realistischen Umgebung eine Stärke der Technologie ist, sondern auch die Gestaltung unrealistischer Umgebungen, die zu Ideen anregen. [LL15, S. 3 ff.]

2.6 Abgrenzungsmatrix

Der Stand der Wissenschaft zeigt Möglichkeiten und Potenziale der VR-Technologie auf der einen Seite auf – auf der anderen Seite handelt es sich bei Kreativität um eine sehr vielschichtige und komplexe Eigenschaft, die sich auf vielfältige Art und Weise beeinflussen lässt. In diesem Unterkapitel wird noch einmal zusammengefasst, welche Arbeiten in direktem Bezug zur vorliegenden Dissertation stehen. Weiterhin wird das Alleinstellungsmerkmal und somit der Neuheitsgrad der Arbeit durch eine Abgrenzungsmatrix (siehe Abbildung 2-11) dargestellt.

	Bhagwatwar et al. 2013	Chamakiotis 2014	Delgndesch 2009	Forster 2010	Maul 2015	Thoring et al. 2017	Taplick 2021
Methode: Kollaboration verteilte Arbeit in Entwicklungsteam	–	●	–	○	○	–	○
IKT: Kollaboration verteilte Arbeit in Entwicklungsteams	○	–	–	○	○	–	○
Methode: Ideengewinnung/ Kreativitätssteigerung	○	○	●	○	●	●	○
IKT: Ideengewinnung/ Kreativitätssteigerung	●	–	○	●	○	–	●
VR/AR: Unterstützung der Ideengewinnung/ Kreativitätssteigerung	●	–	–	–	–	–	●
VR/AR: Rahmenbedingungen zur Gestaltung VR-basierter Kreativitätstechniken	–	–	–	–	–	–	●

— : nicht behandelt
○ : Nutzung existierender Ansätze, in Grundzügen behandelt
○ : Behandelt (teilweise), adaptiert
● : Volumfänglich behandelt (Indiz für Alleinstellungsmerkmal)

Abbildung 2-11: Abgrenzungsmatrix

Bisherige technische Lösungen zur Förderung der Kreativität sind geeignet, um Ideen auszutauschen und zu sammeln. Beispiele für diesen Aspekt sind Communities, in denen Ideen gesammelt und beurteilt werden. Diese Lösungen binden keine Möglichkeit der Stimulation und Inspiration zur Ideengenerierung für den Nutzer mit ein. Auf dieser Basis werden in dieser Arbeit die Potenziale der VR-Technologie genutzt, um Nutzern eine Stimulation zur Generierung von Ideen zu ermöglichen. Spezifische Forschungsarbeiten beschäftigen sich mit den einzelnen Forschungsfeldern. Nur wenige Forschungsarbeiten beinhalten die Schnittstellen, wie beispielsweise die Nutzung von IKT zur Kreativitätssteigerung. Der Fokus der Arbeiten liegt dabei häufig nicht auf der Nutzung der Potenziale der VR-Technologie. Weiterhin werden keine Gestaltungshinweise zur Einbindung von VR-Technologien in Kreativitätstechniken gegeben. Die Abgrenzungsmatrix in Abbildung 2-11 beinhaltet die Betrachtung dieser Forschungsarbeiten und stellt darüber hinaus den Neuheitsgrad der Dissertation heraus: Die Identifikation, Konzeption und Entwicklung von Rahmenbedingungen zur Gestaltung einer VR-basierten Kreativitätstechnik, die verteilt agierende Gruppen unterstützt.

2.7 Zusammenfassende Bewertung

Jüngste Untersuchungen von Wissenschaftlern konnten bereits durch experimentelle Anwendung nachweisen, dass virtuelle Welten einen Einfluss auf die menschliche Kreativität haben [ANS+14, BMD13, S. 215 ff.]. Die Rahmenbedingungen, die betrachtet und angepasst werden müssen, um eine VR-basierte Kreativitätstechnik zu gestalten und einzusetzen, wurden in der Wissenschaft noch nicht betrachtet. Nur wenige Quellen haben bisher untersucht, welche Eigenschaften und Einflussfaktoren einer virtuellen Welt dafür angepasst werden müssen. Des Weiteren gibt es auf Basis dieser Eigenschaften und Einflussfaktoren keine Leitlinien zur Gestaltung virtueller Umgebungen und der dazugehörigen technischen Systeme. Weiterhin stellt sich die Frage, wie ein VR-basiertes Werkzeug (eine Software-Applikation) zur Förderung der Kreativität verteilt agierender Gruppen konzipiert sein muss, um diese Aufgabe erfüllen zu können. Als weitere Forschungsaufgabe muss eine Methode konzipiert werden, in die das VR-basierte Werkzeug implementiert ist, um Nutzern das kreative Arbeiten zu ermöglichen. Mit Hilfe der vorliegenden Arbeit sollen folgende Forschungsfragen untersucht und beantwortet werden:

1. Wie muss der Ablauf einer Kreativitätstechnik gestaltet sein, um die Potenziale der VR-Technologie einbringen zu können?
2. Wie muss ein VR-basiertes Werkzeug gestaltet sein, um Nutzer im Kreativitätsprozess zu unterstützen und gleiche und/oder bessere Ergebnisse zu liefern im Vergleich zu klassischen Kreativitätstechniken?
3. Wie müssen die mit Hilfe des VR-basierten Werkzeugs gestalteten virtuellen Umgebungen aufgebaut sein, um die Ideengenerierung und Kreativität von Nutzern zu fördern?

Anhand der Prozesse konventioneller Kreativitätstechniken lassen sich Muster identifizieren, die für die Einbettung einer VR-basierten Kreativitätstechnik hilfreich sein können und verteilt

arbeitende Gruppen dabei unterstützen können, Ideen zu generieren. Weiterhin werden Einflussfaktoren, die zur Förderung der Kreativität verteilter Gruppen führen, in Leitlinien einbezogen, um geeignete Rahmenbedingungen der Methode zu schaffen. Anhand dieser Einflüsse wird die „Reizumgebungsmethode“ entwickelt, die das VR-basierte Werkzeug zur Anwendung einbindet (Forschungsfrage 1).

Das Konzept eines VR-basierten Werkzeugs zur Förderung der Kreativität stützt sich auf Anforderungen, die auf Basis der Literatur und durch Einbindung von potenziellen Nutzern erhoben werden. Basierend auf den Leitlinien wird das Werkzeug konzipiert und im Rahmen verschiedener experimenteller Anwendungen validiert (Forschungsfrage 2).

Darüber hinaus wird im Rahmen dieser Arbeit untersucht, wie Individuen beeinflusst werden müssen, um ihre Kreativität zu fördern. Basierend auf analysierten Einflussfaktoren der Literatur in den Bereichen Kreativität, verteilter Teams und Technologie werden Leitlinien generiert, die bei der Gestaltung virtueller Kreativumgebungen als Unterstützung für den Moderator / Organisator dienen. Ausprägungen auf Basis der Leitlinien werden in das VR-basierte Werkzeug eingebunden, um die Erkenntnisse experimentell untersuchen zu können (Forschungsfrage 3).

3 Entwicklung von Leitlinien zur Förderung der Kreativität

Auf Basis der Literaturanalysen in den Bereichen Kreativitätsforschung, verteilt agierende Gruppen und Teams und VR werden in dieser Dissertation Leitlinien entwickelt, die Einfluss auf die Komponenten der VR-basierten Kreativitätstechnik „Reizumgebungsmethode“ haben und bei deren Konzeption berücksichtigt werden. Bei den in dieser Arbeit entwickelten Komponenten der „Reizumgebungsmethode“ handelt es sich um den Prozess der Kreativitätstechnik, das VR-basierte Werkzeug, das im Rahmen der Kreativitätstechnik Anwendung findet, und die virtuellen Kreativumgebungen, die als Hilfestellung zur Steigerung der Kreativität mit Hilfe des Werkzeugs geschaffen werden. Im Kapitel 3.2 werden die Leitlinien erläutert, die direkten Einfluss auf die Konzeption des Prozesses der Kreativitätstechnik haben. Kapitel 3.3 bezieht sich auf die Leitlinien zur Gestaltung des VR-basierten Werkzeugs. Die Leitlinien, die bei der Gestaltung virtueller Kreativumgebungen unterstützen, werden in Kapitel 3.4 vorgestellt und erläutert.

3.1 Vorgehen zur Entwicklung der Leitlinien

Zur Entwicklung der Leitlinien wird ein Vorgehen, bestehend aus vier Schritten, gewählt (siehe Abbildung 3-1).

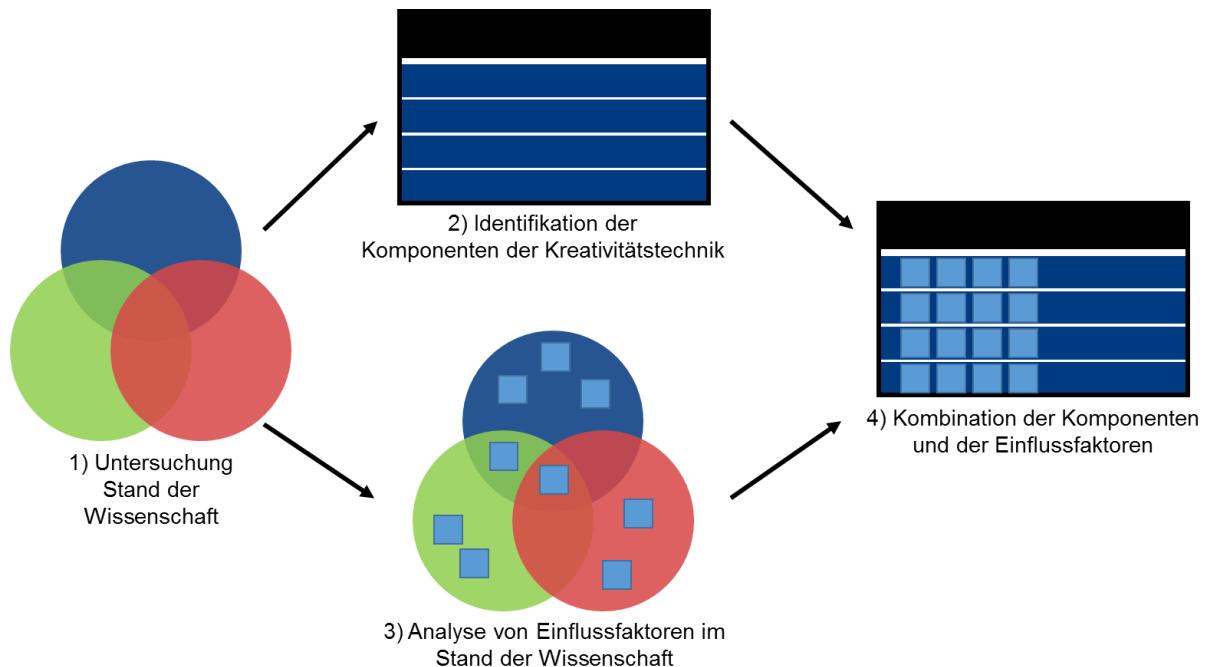


Abbildung 3-1: Vorgehen zur Entwicklung der Leitlinien

- 1) Untersuchung des Stands der Wissenschaft: Zur Entwicklung der Leitlinien ist ein fundierter Überblick über den Stand der Wissenschaft in den Bereichen Kreativität, verteilt agierende Gruppen und Teams und VR notwendig (siehe Kapitel 2: Stand der Wissenschaft).

- 2) Identifikation der Komponenten der Kreativitätstechnik: Basierend auf dem Stand der Wissenschaft werden Komponenten identifiziert, die für eine VR-basierte Kreativitätstechnik essenziell sind. Darunter fallen der Kreativitätsprozess, das VR-basierte Werkzeug und die Stimulation, die einen starken Fokus auf die Visualisierung haben. Weiterhin werden jeder Komponente Kategorien zugeordnet, in die die Leitlinien eingeteilt werden.
- 3) Analyse von Einflussfaktoren: Der Stand der Wissenschaft enthält in allen betrachteten Bereichen Einflussfaktoren, die in die Entwicklung der Komponenten einer VR-basierten Kreativitätstechnik eingebunden werden. Um die Passgenauigkeit der Einflussfaktoren für eine VR-basierte Kreativitätstechnik sicherzustellen, müssen diese analysiert und adaptiert werden, um einen Bezug zu den zu Komponenten Kreativitätsprozess, VR-basiertes Werkzeug und virtuelle Kreativumgebungen herzustellen.
- 4) Kombination der Komponenten und der Einflussfaktoren: Im letzten Schritt zur Entwicklung der Leitlinien werden die Einflussfaktoren den Kategorien der Komponenten zugeordnet. Beispielsweise wird bei der ersten Leitlinie die Individualarbeit (Einflussfaktor) thematisiert. Dies bezieht sich auf die Durchführung der Kreativitätstechnik und hat einen Einfluss auf die Prozessphasen (Kategorie) des Kreativitätsprozesses (Komponente der VR-basierten Kreativitätstechnik).

3.2 Leitlinien für den Kreativitätsprozess

Durch Einflüsse der Kreativitätsforschung, verteilt agierender Gruppen und Teams und VR wurden 17 Leitlinien zur Konzeption des Prozesses für eine VR-unterstützte Kreativitätstechnik auf Basis des Stands der Wissenschaft entwickelt. Die Leitlinien lassen sich in die Kategorien „Prozessphasen“, „Methodische Unterstützung“, „Technologieimplementierung“ und „Funktionen“ gliedern und werden folgend näher beschrieben (siehe Abbildung 3-2).

Leitlinien für den Kreativitätsprozess					
Prozessphasen	Individualarbeit	Aufgabenstellung	Vorwissen	Individuelle Ideengenerierung	Gruppen Ideengenerierung
Methodische Unterstützung	Funktionale Fixierung	Denkanstöße	Hohe Qualität	Hohes Vertrauen	Bewertung der Ideen
Technologie-implementierung	Visuelle Stimulation	Kommunikation			
Funktionen	Teilen von Ideen	Anonymisierung	Eingrenzung der Ideen	Dokumentation	

Abbildung 3-2: Aufteilung der Leitlinien für den Kreativitätsprozess

Eine Kreativitätstechnik beinhaltet eine Abfolge bestimmter Tätigkeiten und Ereignisse, in die alle Rollen (Moderator, Nutzer) eingebunden sind. In den folgenden fünf Leitlinien (Tabelle 3-1) wird die Implementierung von Phasen in den Kreativitätsprozess beschrieben.

Tabelle 3-1: Leitlinien zur Gestaltung der Prozessphasen

Nr.	Leitlinien für die Prozessphasen
1	<i>Im Prozess müssen Phasen implementiert sein, die die Individualarbeit eines Nutzers ermöglichen.</i>
	<p>Nutzer unterscheiden sich durch den Arbeitsstil. Sie gehen Aufgabenstellungen auf unterschiedliche Art und Weise an. Individuen unterscheiden sich durch ihr domänen- und disziplinspezifisches Wissen, ihre intrinsische Motivation und die kreativitätsrelevanten Prozesse der zugehörigen Organisation. Weiterhin wird das Individuum durch das soziale Umfeld beeinflusst. [Ama88, S. 123 ff.]</p> <p>Um Individuen ihrer unterschiedlichen Arbeitsstilpräferenzen entsprechend zu fördern, müssen ihnen Gestaltungsfreiheiten in einer Gruppe eröffnet werden. Dies muss beispielsweise bei der Zusammenarbeit disziplinenübergreifender Gruppen und Teams, die zur Entwicklung mechatronischer und cyber-physischer Systeme zusammenarbeiten, beachtet werden [GH20, S. 312 ff., GHB18, S. 747 ff.]. Durch die Einbindung von Phasen, die Einzelarbeit ermöglichen, können Individuen Aufgaben präferenzgerecht bearbeiten. Als Alternative bietet sich eine Phase zur Vorbereitung an, in der Nutzer Zusatzinformationen zur Aufgabenstellung identifizieren können. VOIGT und BERGENER stellen bei der Gestaltung des Gruppenkreativitätsunterstützungssystems heraus, dass eine gewisse Informationsgrundlage zur Generierung von Ideen nützlich ist [VB13, S. 225 ff.].</p>
2	<i>Im Prozess müssen Phasen implementiert sein, in denen die Aufgabenstellung für alle Nutzer klar formuliert wird. Weiterhin muss für das Verständnis der Aufgabenstellung eine geeignete Informationsbasis für alle Nutzer geschaffen werden.</i>
	<p>Nutzer benötigen zur gemeinsamen Bearbeitung einer Aufgabenstellung eine gemeinsame Informationsgrundlage, die zu einem klaren Verständnis der Aufgabenstellung führt [Kv04, S. 135 ff.]. Diese Basisinformationen dienen als Grundlage für weitere Recherchen und die Identifikation von Zusatzinformationen.</p>
3	<i>Im Prozess müssen Phasen implementiert sein, die es Nutzern ermöglichen, Vorwissen und Informationen aufzunehmen.</i>
	<p>Vorwissen und Informationen dienen als Grundlage und sind notwendig zur Ideengenerierung [Wei88, S. 148 ff.]. Zur aufgabenspezifischen Generierung von Ideen ist es sinnvoll, allen Nutzern eine Wissensgrundlage zu ermöglichen, die sie in einer Phase des Kreativitätsprozesses aufbauen können.</p>

4	<i>Der Prozess muss in frühen Phasen die individuelle Ideengenerierung einzelner Nutzer fokussieren.</i>
	<p>STROEBE und DIEHL haben in Studien identifiziert, dass die individuelle Ideengenerierung einzelner Nutzer die Ergebnisse der nachfolgenden gruppenbasierten Ideengenerierungsphasen fördern. Dabei stellen STROEBE und DIEHL heraus, dass diese Reihenfolge der Phasen zu einer höheren Vielfalt an Ideen führt. [SD94, S. 271 ff.]</p> <p>Basierend auf diesen Erkenntnissen wird die individuelle Ideengenerierung in einer früheren Phase eingebunden. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Phasen können in der Gruppe weitere Ideen generiert werden.</p>
5	<i>Aufbauend auf der individuellen Ideengenerierung muss der Prozess Phasen der gruppenbasierten Ideengenerierung enthalten.</i>
	<p>Gruppenbasierte Ideengenerierungsphasen sind wichtig für Nutzer, die eine Aufgabenstellung in einer Gruppe bearbeiten. Durch eine vorgelagerte individuelle Ideengenerierungsphase können auf Grundlage der bereits identifizierten Ideen weitere Ideen in einer Gruppe gebildet werden [SD94, S. 271 ff.]. Die Offenlegung individuell identifizierter Ideen kann in der Gruppe zur Weiterentwicklung und/oder Entwicklung neuer Ideen führen.</p>

Für das Konzept einer Kreativitätstechnik ist es notwendig, in den verschiedenen Phasen des Kreativitätsprozesses methodische Unterstützung (Tabelle 3-2) zu implementieren, um beispielsweise den Moderator bei der Durchführung zu unterstützen. Zur Einbindung in den Kreativitätsprozess wurden sechs Leitlinien entwickelt.

Tabelle 3-2: Leitlinien zur Gestaltung der methodischen Unterstützung

Nr.	Leitlinien für die methodische Unterstützung
6	<i>Im Prozess müssen Methoden / Elemente implementiert sein, die zur Reduzierung funktionaler Fixierung führen.</i>
7	<i>Im Prozess müssen Methoden / Elemente implementiert sein, die nicht nur die Konzentration auf die finale Gesamtlösung fokussieren, sondern unterschiedliche Denkanstöße zur Generierung von Ideen geben.</i>

Die Konzentration auf die Identifikation geeigneter Lösungen für die Gesamtaufgabe kann zu Blockaden in Ideengenerierungsphasen führen. Eine Möglichkeit zur Verhinderung ist die Konzentration auf die Identifikation von Ideen für Teillösungen. Wenn Aufgaben in Teilaufgaben zerlegt werden, können für diese Teillösungen identifiziert werden. Die Kombination führt zur Gesamtlösung. Zur Konzentration auf die Identifikation von Teillösungen gibt es Methoden, die in der VR-basierten Kreativitätstechnik implementiert werden müssen. PFISTER und EPPLER haben die Technik *Paths to Success* (P2S) entwickelt, die den Fokus auf Teillösungen beinhaltet [PE12, S. 337 ff.]. Eine weitere Methode zur Generierung neuer Ideen ist die Imagination der Situation (Teil der P2S-Methode), in der bereits eine Lösung gefunden und umgesetzt wurde. Durch die Vorstellung des Soll-Umfeldes können Aspekte identifiziert werden, die zur Generierung neuer Ideen hilfreich sind. Die P2S-Methode wird in die VR-unterstützte Kreativitätstechnik eingebunden.

8

Im Prozess müssen Methoden / Elemente implementiert sein, die zu einer hohen Quantität an generierten Ideen führt.

Intuitive Kreativitätstechniken wie beispielsweise Brainstorming beinhalten das Ziel, eine Vielzahl von Ideen zu generieren, und bauen dabei häufig auf dem Assoziationsprinzip auf [Sch04]. Durch die Generierung einer hohen Anzahl an Ideen werden unter der Vielzahl von Ideen auch qualitativ hochwertige Ideen generiert [LS17]. Aufbauend auf dieser These muss die VR-unterstützte Kreativitätstechnik so konzipiert sein, dass eine hohe Quantität an Ideen vom Nutzer generiert werden kann.

9

Im Prozess müssen Methoden / Elemente implementiert sein, die ein hohes Vertrauen erzeugen.

Im Kontext verteilt arbeitender Gruppen und Teams ist in einer Vielzahl von Untersuchungen festgestellt worden, dass Vertrauen ein Kernfaktor ist [KRG+02, S. 67 ff., Joi03, HB05, S. 107 ff., QTL+07, S. 71 ff.], der erfolgreiche von nicht erfolgreichen verteilt arbeitenden Gruppen und Teams unterscheidet, und ist daher für die Nutzung einer Kreativitätstechnik unerlässlich. Das heißt, dass Methoden und Elemente in einer VR-unterstützten Kreativitätstechnik implementiert werden müssen, die das Vertrauen innerhalb verteilt arbeitender Gruppen stärkt.

10

Im Prozess müssen Methoden / Elemente implementiert sein, die die Bewertung von Ideen ermöglichen.

Der Kreativitätsprozess beinhaltet zur Ideengenerierung Phasen des divergenten Denkens. Zur geeigneten Auswahl der Ideen müssen aufbauend auf dem konvergenten Denken Methoden implementiert werden, die die Bewertung der Methoden ermöglichen. CROPLEY benennt verschiedene Kriterien, die kreative Ideen definieren (Relevanz / Effektivität, Neuheit, Eleganz und Entstehung) [Cro11, S. 358 ff.]. Die Beurteilung der Ideen durch Experten ist eine Möglichkeit, die AMABILE beschreibt [Ama96]. Weiterhin gibt es eine Vielzahl qualitativer und quantitativer Methoden zur Ideenbewertung (siehe Kapitel 2.1.6).

11	<i>Die Grundregeln der Kreativität müssen in den Phasen der Ideengenerierung zur Prozessunterstützung eingebunden und berücksichtigt werden.</i>
<p>OSBORN gestaltet für das Brainstorming Grundregeln, die eingehalten werden müssen, um Ideengenerierungsphasen nicht negativ zu beeinflussen [Osb57]. Diese Regeln lassen sich auf weitere intuitive Kreativitätstechniken übertragen.</p>	

Für die Kommunikation und den Austausch von Informationen werden IKT bereits ausgiebig genutzt [ND06]. Im Bereich der Ideengenerierung und des -austauschs gibt es ebenfalls Ansätze, verteilte Gruppen und Teams durch Technologie zu unterstützen (siehe Kapitel 2.4.2). Die folgenden zwei Leitlinien (siehe *Tabelle 3-3*) fokussieren, inwiefern der Einsatz von VR-Technologie sinnvoll im Kontext der Ideengenerierung ist und wie die Implementierung gestaltet wird.

Tabelle 3-3: Leitlinien zur Implementierung der Technologie

Nr.	Leitlinien für die Technologieimplementierung
12	<i>Durch die Implementierung der Technologie muss die visuelle Stimulation gefördert werden.</i>
13	<i>Technologien zur synchronen und asynchronen Kommunikation müssen im Kreativitätsprozess zur Unterstützung der Gruppenmitglieder implementiert sein.</i>
	<p>Das Teilen von Ideen wird durch IKT ermöglicht. Man kann diese in die Kategorien synchrone und asynchrone Kommunikationstechnologien unterteilen [VB13, S. 225 ff.], die für unterschiedliche Tätigkeiten in verteilten agierenden Gruppen wichtig sind. Ein mehrphasiger Kreativitätsprozess mit mehreren Ideengenerierungsphasen benötigt beide Kommunikationsformen, die für die VR-unterstützte Kreativitätstechnik implementiert werden.</p>

Im Kreativitätsprozess werden Ideen von der Generierung bis zur Bewertung und Auswahl verarbeitet. Um dies zu ermöglichen, müssen verschiedene Funktionen im Kreativitätsprozess implementiert werden. Dabei stehen die Funktionen im direkten Zusammenhang mit den Ideen. Die folgenden vier Leitlinien (siehe *Tabelle 3-4*) beschreiben elementare Funktionen, die für die Verarbeitung der Ideen unerlässlich sind:

Tabelle 3-4: Leitlinien zur Implementierung von Funktionen

Nr.	Leitlinien für Implementierung von Funktionen
14	<i>Das Teilen von Ideen muss im Kreativitätsprozess ermöglicht werden.</i>
	Das Teilen von Ideen ist wichtig, um auf dieser Basis weitere Ideen zu generieren oder die bestehenden Ideen weiterzuentwickeln. In einem Kreativitätsprozess, der individuelle und gruppenbasierte Phasen der Ideengenerierung enthält, werden auf Basis der individuellen Ideen in der Gruppe weitere entwickelt. VOIGT und BERGENER haben in dem Konzept für das Gruppenkreativitätssystem ein Element zur Offenlegung der generierten Ideen implementiert [VB13, S. 225 ff.].
15	<i>Die Anonymisierung von Ideen muss im Kreativitätsprozess ermöglicht werden.</i>
	In Unternehmen existieren unterschiedliche Hierarchieebenen. Für die Kreativität spielen diese Hierarchieebenen keine Rolle, sodass die Nutzer vollkommen gleichberechtigt ihre Ideen kundtun können müssen. Die Implementierung von Anonymität steigert die Bereitschaft der Nutzer, Ideen mit der Gruppe zu teilen und fördert damit indirekt die Kreativität [VB13, S. 225 ff.]. Ein möglicher Lösungsansatz ist die konfigurierbare Gestaltung von Avataren [ANS+14]. Die Darstellung einer Repräsentation für ein Individuum kann so gestaltet sein, dass die Identität verschleiert wird. Kritisch muss in diesem Kontext die Zuordnung der Idee bei einer Patentanmeldung betrachtet werden. Dies führt dazu, dass die Rollen bei Bedarf für unabhängige Dritte nachverfolgbar sein müssen.
16	<i>Eine Eingrenzung der Ideen muss im Kreativitätsprozess vorgenommen werden.</i>
	Um eine Aufgabe zu lösen, muss aus der Vielzahl von Ideen, die am besten Geeigneten identifiziert werden. Phasen nach der Ideengenerierung fördern das konvergente Denken [Gui50]. Durch Bewertungsmethoden und -kriterien werden Ideen vergleichbar gemacht. Eine Phase der Ideenevaluation und Auswahl ist für die Lösung der Aufgabe notwendig [VB13, S. 225 ff., Ama88, S. 123 ff., Wal26].
17	<i>Die Dokumentation von Ideen muss ermöglicht werden.</i>
	Um anschließend an die Ideengenerierungsphasen zusätzliche Informationen über den Kontext der generierten Idee zu bekommen, ist die Dokumentation und Nachverfolgung dieser notwendig. VOIGT und BERGENER haben in ihrem Ansatz ein Element implementiert, das die Dokumentation und die Nachverfolgung der Ideen gewährleistet [VB13, S. 225 ff.].

3.3 Leitlinien für das VR-basierte Werkzeug

Bisherige Studien haben gezeigt, dass die Verwendung visueller Unterstützung und virtueller Umgebungen einen Einfluss auf die Kreativität hat [BMD13, S. 215 ff.]. Um eine Kreativitätstechnik durch VR zu unterstützen, muss ein geeignetes Werkzeug konzipiert und entwickelt werden. Im Rahmen der Literaturrecherche wurden Einflussfaktoren analysiert und adaptiert, die für das Konzept des VR-basierten Werkzeugs eine Rolle spielen, um den Einfluss auf die Kreativität zu steigern. Wie in Abbildung 3-3 ersichtlich wird, werden die Leitlinien zu seiner Gestaltung in die Kategorien „Hardware-Infrastruktur“, „Werkzeugfunktionen“, „Inhalt“ und „Gebrauchstauglichkeit“ aufgeteilt.

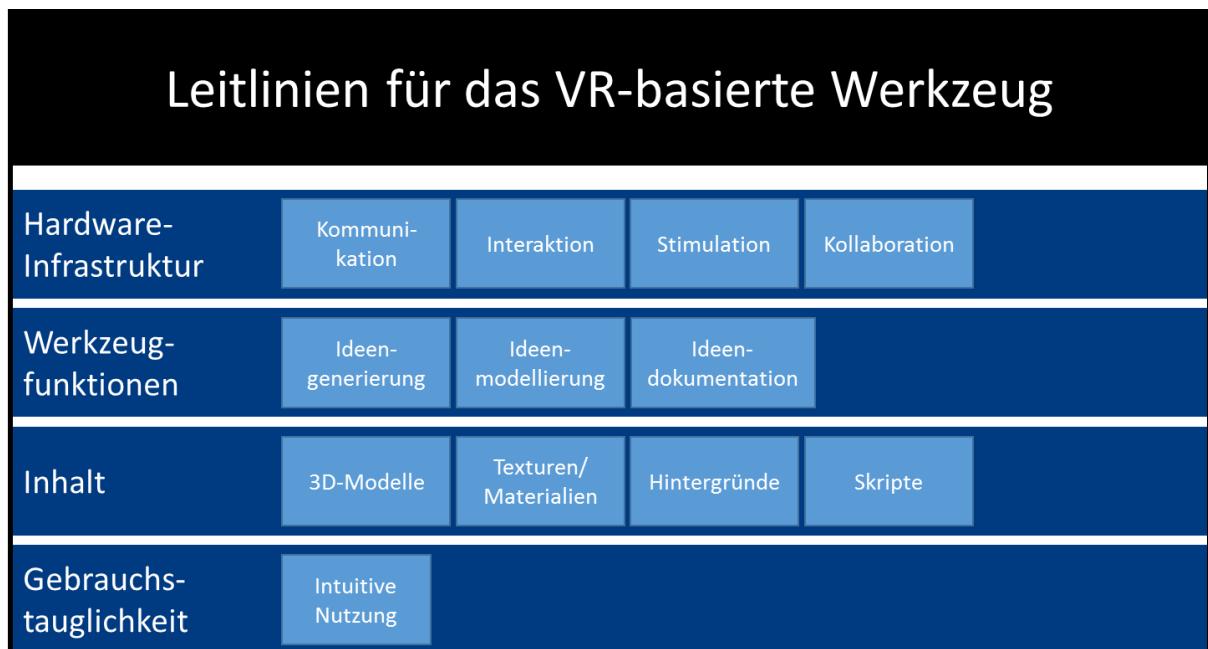


Abbildung 3-3: Aufteilung der Leitlinien für das VR-basierte Werkzeug

Zum Einsatz der Technologien genügt es nicht, das entwickelte VR-basierte Werkzeug zu implementieren. Die Basis bildet die Hardware-Infrastruktur, die zum Einsatz der VR-Technologie benötigt wird. Weiterhin wird die Auswahl spezifischer Hardware-Komponenten durch den Einsatz in einer kollaborativen Umgebung zur Erzeugung von Ideen beeinflusst. Die in *Tabelle 3-5* nachfolgenden vier Leitlinien beinhalten Aspekte, die bei der Auswahl der Hardware im Kontext der Kreativitätssteigerung beachtet werden müssen.

Tabelle 3-5: Leitlinien zur Gestaltung der Hardware-Infrastruktur

Nr.	Leitlinien für die Hardware-Infrastruktur
18	<i>Es müssen Eingabegeräte ausgewählt werden, die verschiedene Kommunikationswege unterstützen.</i>
	<p>In verteilt agierenden Gruppen wird die Kommunikation der Mitglieder durch IKT ermöglicht. Im Kontext der Ideengenerierung und bei Arbeiten, die kollaborativ und in einem Kreativitätsprozess durchgeführt werden, sind unterschiedliche Kommunikationsformen notwendig. Die Implementierung auditiver Kommunikation ist zum verbalen Austausch der Ideen notwendig. Weiterhin kann Gestik eine geeignete Variante der Kommunikation sein. Die Gestaltung von Avataren unterstützt diese Art der Kommunikation [ANS+14]. Diese unterschiedlichen Arten der Kommunikation müssen durch Eingabegeräte im VR-basierten Werkzeug implementiert werden.</p>
19	<i>Es müssen Eingabegeräte ausgewählt werden, die Interaktionen mit der virtuellen Umgebung und weiteren Nutzern ermöglichen.</i>
	<p>Für die Generierung der Ideen in der gruppenbasierten Ideengenerierungsphase ist die Interaktion zwischen den Nutzern essenziell. Aufbauend auf Impulsen der Gruppenmitglieder kann ein Nutzer Ideen entwickeln. In der individuellen Ideengenerierungsphase kommt es zur Interaktion des Nutzers mit der virtuellen Umgebung. Durch Animationen und spezifische Aktionen, die dem Nutzer durch die Beschaffenheit der virtuellen Kreativumgebung ermöglicht werden, kann die Kreativität angeregt werden. Um Interaktionen mit anderen Nutzern und der virtuellen Umgebung ausführen zu können, müssen geeignete Eingabegeräte und Skripte implementiert werden, die Interaktionen in dieser Form möglich machen.</p>
20	<i>Es müssen Ausgabegeräte ausgewählt werden, die die Stimulation unterschiedlicher Sinne ermöglichen.</i>
	<p>Die Implementierung von Ausgabegeräten ist notwendig, um die Stimulation der verschiedenen Sinnesreize an die Nutzer weiterzugeben.</p>
21	<i>Die verwendeten Netzwerkinfrastrukturen müssen eine fehlerfreie Kollaboration zwischen den Nutzern in den virtuellen Umgebungen ermöglichen.</i>
	<p>Für die kollaborative Nutzung des VR-basierten Werkzeugs ist bei allen Teilnehmern eine ausreichende Netzwerkinfrastruktur notwendig. Eine zusätzliche Herausforderung für die kollaborative Verwendung eines VR-basierten Werkzeugs ist die Echtzeitfähigkeit. Latenz (Verzögerungszeit), die als Ursprungsquelle ein nicht optimales Netzwerk haben kann, führt zu einer schlechten Gebrauchstauglichkeit für den Nutzer. Des Weiteren kann <i>Cyber Sickness</i> auftreten, die die Nutzung des VR-basierten Werkzeugs für den Nutzer unmöglich macht.</p>

Die Stimulation des Menschen ist durch die Adressierung unterschiedlicher Sinne möglich (siehe Abbildung 3-4). In dieser Arbeit steht der visuelle Sinn basierend auf der VR-Technologie im Vordergrund. Weitere Sinne sind allerdings mit weiteren Geräten adressierbar.

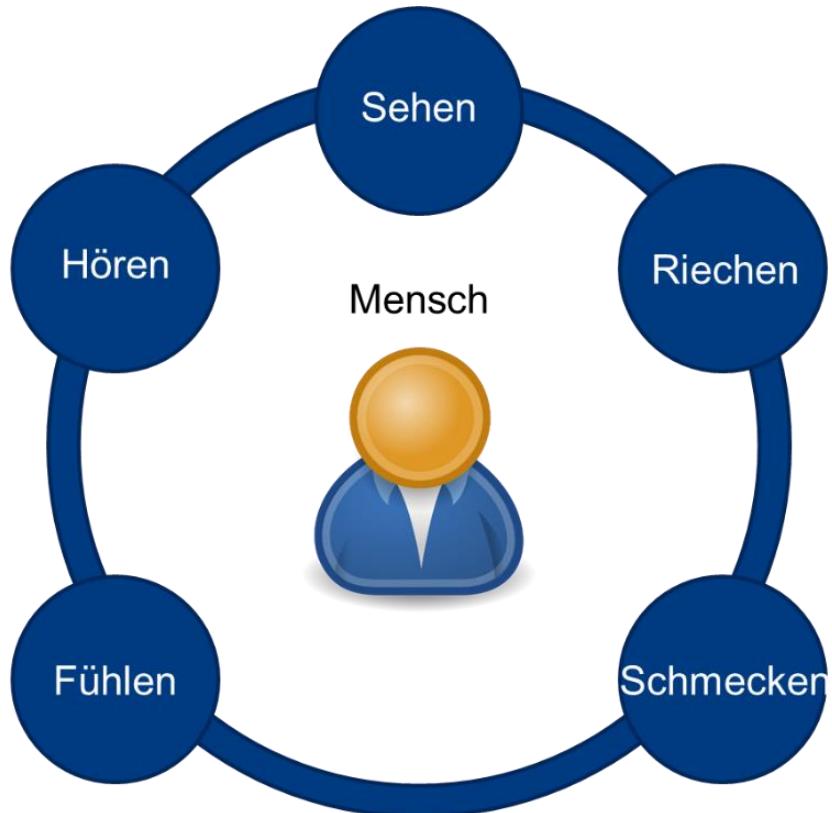


Abbildung 3-4: Stimulierbare Sinne des Menschen

Zur Unterstützung des Kreativitätsprozesses muss das VR-basierte Werkzeug über Funktionen verfügen, die sich positiv auf die Ideengenerierung auswirken und die Verarbeitung der Ideen begünstigen. ALAHUHTA et al. beschreiben diesen Punkt durch die Unterstützungswerkzeuge für kreative Arbeit [ANS+14]. Bei den Werkzeugfunktionen handelt es sich um im VR-basierten Werkzeug implementierte Skripte. Die drei Leitlinien der Tabelle 3-6 beinhalten Funktionen, die durch die Nutzung der VR-Technologie einen Mehrwert für die Ideengenerierung bieten.

Tabelle 3-6: Leitlinien zur Gestaltung der Werkzeugfunktionen

Nr.	Leitlinien für die Werkzeugfunktionen
22	<i>Das Werkzeug muss Funktionen enthalten, die die Ideengenerierung unterstützen.</i>
Das VR-basierte Werkzeug unterstützt die Nutzer bei der Ideengenerierung. Aus diesem Grund müssen Funktionen im Werkzeug implementiert sein, die bei der Generierung der Ideen unterstützen. Die Einbindung geeigneter Skripte ermöglicht die Einbindung der Funktionen für das VR-basierte Werkzeug. Da die Umgebung als Stimulation für Kreativität dient	

[Tor88, S. 43 ff.], ist die flexible Gestaltung der Umgebung eine Möglichkeit, diese zu fördern. Dieser Punkt wird durch die Untersuchungen von ALAHUHTA et al. unterstützt, bei dem die Änderung des Referenzrahmens (Umgebung) herausgehoben wird [ANS+14]. Für die gruppenbasierte Ideengenerierung ist im Kontext der Nutzung von IKT die Interaktivität, die durch VR gegeben ist, notwendig [Ste92, S. 73 ff.].

23 *Das Werkzeug muss Funktionen enthalten, die die Ideenmodellierung unterstützen.*

Eine weitere Funktion, die im VR-basierten Werkzeug enthalten sein muss, ist die Modellierung von Ideen. Diese dient der Veranschaulichung und Weiterentwicklung der Ideen.

24 *Das Werkzeug muss Funktionen enthalten, die die Ideendokumentation unterstützen.*

Nach Abschluss der Ideengenerierung und -modellierung ist zur weiteren Verwertung der Ideen die Dokumentation notwendig. Zur Umsetzung dieser Funktion müssen Skripte im VR-basierten Werkzeug hinterlegt werden.

Ein VR-basiertes Werkzeug benötigt Funktionen, um die Aufgaben in den Phasen der Ideengenerierung zu unterstützen. Für die Entwicklung des VR-basierten Werkzeugs müssen entsprechende Funktionen berücksichtigt werden (siehe Abbildung 3-5).

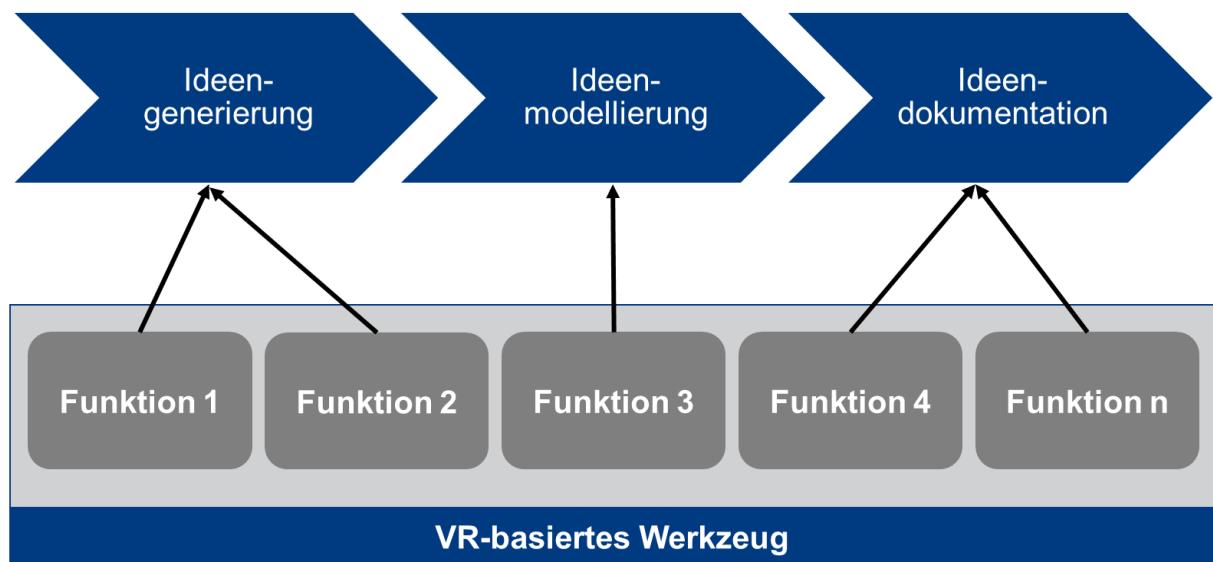


Abbildung 3-5: Zuordnung der Funktionen zur Unterstützung der Ideengenerierung

Beim Inhalt handelt es sich um verschiedene Daten, die zur Generierung der virtuellen Kreativumgebungen notwendig sind. Diese Inhalte müssen im VR-basierten Werkzeug hinterlegt sein, um virtuelle Inhalte gestalten zu können. Die vier Leitlinien dieser Kategorie beinhalten Erläuterungen, welche Inhalte notwendig sind (siehe Tabelle 3-7).

Tabelle 3-7: Leitlinien zur Implementierung von Inhalten

Nr.	Leitlinien für die Inhalte
25	<p><i>Zur Gestaltung virtueller Kreativumgebungen werden 3D-Modelle benötigt.</i></p> <p>3D-Modelle bilden die Grundlage jeder virtuellen Umgebung. Die unterschiedlichen Formen und Geometrien stellen visuelle Reize für die Nutzer dar. Um unterschiedliche virtuelle Kreativumgebungen gestalten zu können, wird eine Vielzahl von 3D-Modellen benötigt, die miteinander in virtuellen Umgebungen kombiniert werden können.</p>
26	<p><i>Zur Gestaltung virtueller Kreativumgebungen werden Texturen / Materialien benötigt.</i></p> <p>Texturen und Materialien beschreiben die Oberflächenbeschaffenheit von 3D-Modellen. Die Variation der Texturen und Materialien führt zu einer signifikanten visuellen Veränderung des 3D-Modells. Dabei kann es sich um die Veränderung der Farbe oder auch um die Veränderung des Beleuchtungsmodells handeln. So können 3D-Modelle transparent oder glänzend erscheinen. Mit einer Vielzahl an Texturen und Materialien können für den Nutzer unterschiedliche visuelle Reize gesetzt werden.</p>
27	<p><i>Zur Gestaltung virtueller Kreativumgebungen werden Hintergründe benötigt.</i></p> <p>Hintergründe (Horizont der virtuellen Umgebung) werden durch die Implementierung von <i>Cube</i> und <i>Sphere Maps</i> erzeugt. Die Veränderung des Hintergrundes führt zu einer direkten, signifikanten, visuellen Veränderung für den Nutzer. Eine Vielzahl an <i>Cube</i> und <i>Sphere Maps</i> ermöglicht eine hohe Variabilität der virtuellen Kreativumgebungen.</p>
28	<p><i>Zur Gestaltung virtueller Kreativumgebungen werden Skripte benötigt.</i></p> <p>Die Einbindung von Skripten zur Implementierung verschiedener Funktionen beeinflusst die Beschaffenheit der virtuellen Umgebung. Weiterhin kann die Hinterlegung von Skripten für 3D-Modelle und Animationen genutzt werden. Verschiedene Funktionen haben Einfluss auf die Variabilität virtueller Kreativumgebungen.</p>

Gebrauchstauglichkeit und Benutzerfreundlichkeit spielen bei der Gestaltung von Produkten eine übergeordnete Rolle, um die Akzeptanz des Nutzers zu steigern und um für einen stetigen Gebrauch zu sorgen. Um bei der Gestaltung des VR-basierten Werkzeugs die Beachtung von Gebrauchstauglichkeit und Benutzerfreundlichkeit nicht außer Acht zu lassen, wurde eine Leitlinie zu diesem Thema einbezogen (siehe Tabelle 3-8).

Tabelle 3-8: Leitlinien zur Gestaltung der Gebrauchstauglichkeit

Nr.	Leitlinien für die Gebrauchstauglichkeit
29	<i>Das VR-basierte Werkzeug muss eine hohe Gebrauchstauglichkeit besitzen und intuitiv nutzbar sein. Es muss möglich sein, innerhalb weniger Minuten den Umgang mit dem Werkzeug zu erlernen.</i>

Eine hohe Gebrauchstauglichkeit und Benutzerfreundlichkeit spielen eine große Rolle für die Akzeptanz des VR-basierten Werkzeugs bei den Nutzern. Erschwerend wirkt sich die Tatsache aus, dass die VR-Technologie sich im Bereich der Konsumenten noch nicht durchgesetzt hat. Aus diesem Grund ist die Handhabung der Technologie noch nicht bei der breiten Masse potenzieller Nutzer bekannt. Dies bedeutet, dass die Handhabung des VR-Werkzeugs auch durch neue Nutzer innerhalb weniger Minuten zu erlernen sein muss. Somit wird die Hemmschwelle zur Nutzung der Technologie reduziert. Zur Erfüllung ist die Berücksichtigung von Aspekten der DIN EN ISO 9241-11 notwendig. Weiterhin ist es ratsam, Informationen und Empfehlungen erfahrener VR-Entwickler bei der Gestaltung zu berücksichtigen. RUBEN beschreibt unterschiedliche Maßnahmen zur Erhöhung der Gebrauchstauglichkeit und zur Reduktion von *Motion, Cyber* und *Simulator Sickness* [Rub17].

3.4 Leitlinien für virtuelle Kreativumgebungen

Bei virtuellen Kreativumgebungen handelt es sich um Welten, die virtuell mit Hilfe von 3D-Modellen, Texturen, Materialien und Skripten erzeugt werden. Sie werden auf Basis der Leitlinien mit den vier Kategorien „Stimulation“, „Benutzerspezifische Eigenschaften“, „Räumliche Infrastruktur“ und „Stimmung“ entwickelt (siehe Abbildung 3-6).



Abbildung 3-6: Aufteilung der Leitlinien für Virtuelle Kreativumgebungen

In diesen virtuellen Kreativumgebungen können sich Nutzer per VR-Hardware einloggen, auf Basis unterschiedlicher Stimulationsformen Ideen generieren und mit anderen Nutzern kollaborativ entwickeln, austauschen, bewerten und auswählen. Die virtuellen Kreativumgebungen werden mit Hilfe des VR-basierten Werkzeugs gestaltet und dienen somit als Unterstützung im Kreativitätsprozess der Kreativitätstechnik. Da Kreativität bei unterschiedlichen Nutzern auf verschiedene Weise gesteigert werden kann, ist es notwendig, dass die virtuellen Kreativumgebungen situations- und aufgabenbedingt angepasst werden können. Um die Rolle des Gestalters innerhalb der Kreativitätstechnik zu unterstützen, werden ihm zwölf Leitlinien an die Hand gegeben. Dabei muss beachtet werden, dass nicht alle Leitlinien auf eine virtuelle Kreativumgebung angewendet werden müssen, sondern bewusst variiert werden können, um unterschiedliche Ansätze zur Stimulation zu nutzen.

Um die Potenziale der VR-Technologie zu nutzen, ist es notwendig, die Stimulation in verschiedenen Formen in den virtuellen Kreativumgebungen zu implementieren. Da ein Großteil der menschlichen Wahrnehmung durch den visuellen Sinnesreiz abgedeckt wird, ist es angebracht, einen starken Fokus auf visuelle Stimulation zu legen. Um allerdings einen hohen Immersionsgrad zu erreichen, müssen weitere Stimulationen (beispielsweise haptisch und auditiv) darstellbar sein. Auf dieser Basis werden nachfolgend zwei Leitlinien in Tabelle 3-9 beschrieben, die auf potenzielle Stimulationen für virtuelle Kreativumgebungen eingehen.

Tabelle 3-9: Leitlinien zur Erzeugung der Stimulation

Nr.	Leitlinien für die Erzeugung der Stimulation
30	<i>Virtuelle Kreativumgebungen müssen einen hohen Anteil visueller Stimulation bereitstellen. Diese kann auf Erfahrungen, Themen und Stimmungen basieren.</i>
	Visuelle Stimulation erhöht die Kreativität des Menschen [ANS+14, TGM+17] und ist dementsprechend im Fokus der Kreativitätstechnik. Durch die visuellen Reize entstehen über Assoziationen neue Ideen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, virtuelle Kreativumgebungen so zu gestalten, dass Assoziationen zu Erfahrungen, Themen und Stimmungen erzeugt werden. Gestalter der virtuellen Kreativumgebungen müssen sich Gedanken über hilfreiche Erfahrungen, Themen und Stimmungen im Kontext der Aufgabenstellung machen. SCHULER und GÖRLICH stellen Erfahrungen als kreativitätsfördernd heraus [SG07]. Die Betrachtung der Eigenschaften der VR stellt den Punkt der Erfahrungsgestaltung heraus, die mit Hilfe der Technologie ermöglicht wird [Rhe92]. Weitere Merkmale wie Präsenz und Ortsillusion bilden die Basis für den Wechsel des Referenzrahmens [Sla99, S. 560 ff.].
31	<i>Virtuelle Kreativumgebungen können optional weitere Formen der Stimulation enthalten, die gemeinsam mit der visuellen Stimulation wirken. Diese können haptischer, auditiver oder olfaktorischer Natur sein.</i>
	Weitere Stimulation wird durch die Einbindung zusätzlicher Sinnesreize ermöglicht. ALAHUHTA et al. stellen in der Literaturrecherche den Faktor der Multimodalität heraus [ANS+14], welche sich positiv auf die Kreativität auswirkt und zur Entwicklung zusätzlicher

Ideen führen kann. Die Einbindung weiterer Sinnesreize erhöht die Immersion für den Nutzer und wirkt sich somit positiv auf die Kreativität aus.

Auslöser für die Steigerung von Kreativität sind vom Nutzer abhängig. Durch unterschiedliches Wissen und Erfahrungen der Nutzer werden Ideen durch verschiedene Reize generiert. Aus diesem Grund ist es nicht sinnvoll, statische virtuelle Kreativumgebungen im Kreativitätsprozess zu verwenden. Die folgenden vier Leitlinien (siehe Tabelle 3-10) beinhalten Aspekte, die bei der Gestaltung virtueller Kreativumgebungen im Kontext der teilnehmenden Nutzer beachtet werden müssen.

Tabelle 3-10: Leitlinien zur Berücksichtigung benutzerspezifischer Eigenschaften

Nr.	Leitlinien für benutzerspezifische Eigenschaften
32	<i>Der Grad der Komplexität muss in virtuellen Kreativumgebungen variieren und muss zur optimalen Entfaltung der Kreativität den Nutzern angepasst werden.</i>
	Komplexität ist eine Eigenschaft, die von Menschen unterschiedlich empfunden wird. SCHULER und GÖRLICH bringen den Umgang mit Komplexität mit der Intelligenz als Persönlichkeitsmerkmal für Kreativität in Verbindung [SG07]. Gestalter von virtuellen Kreativumgebungen müssen den Komplexitätsgrad variieren, um möglichst viele Benutzer anzusprechen. Dies kann durch die Beschaffenheit (Geometrie und Texturen) und Anzahl der 3D-Modelle erzeugt werden. Primitive Formen, wie beispielsweise Kugeln, besitzen eine geringere Komplexität als ein realitätsnaher Avatar.
33	<i>Nutzer müssen in virtuellen Kreativumgebungen neue Elemente und Erfahrungen identifizieren können.</i>
	Neue Erfahrungen und Elemente beeinflussen die Kreativität eines Nutzers positiv. Die Variation von 3D-Modellen, Texturen und Hintergründen vermitteln dem Nutzer neue Erfahrungen und Elemente und müssen dementsprechend häufig genutzt werden.
34	<i>Virtuelle Kreativumgebungen müssen Elemente und Erfahrungen enthalten, die ein Nutzer in der Realität kaum oder gar nicht machen kann.</i>
	Aus der vorherigen Leitlinie geht hervor, dass neue Erfahrungen und Elemente einen positiven Einfluss auf die Kreativität haben. Ein Vorteil der VR-Technologie ist die Möglichkeit, virtuell Situationen abzubilden, die in der Realität schwierig oder gar nicht erlebbar sind. Situationen wie beispielsweise ein Spaziergang auf dem Mond sind neue Erfahrungen für die Nutzer und können somit bei der Ideengenerierung hilfreich sein.
35	<i>Virtuelle Kreativumgebungen müssen so konzipiert sein, dass die Interaktion der Nutzer miteinander und mit der Kreativumgebung gefördert wird.</i>
	In einer individuellen Ideengenerierungsphase erzeugt ein Nutzer auf Basis seines Wissens, seiner Erfahrungen und aus seiner Stimmung heraus Ideen zur Lösung der Aufgabe. Dies ist

auch als erster Schritt sinnvoll [SD94]. Um allerdings auf dieser Basis eine höhere Anzahl von heterogenen Ideen zu generieren, ist es notwendig, dass die Nutzer in einer gruppenbasierten Ideengenerierungsphase interagieren. Gestalter virtueller Kreativumgebungen müssen Elemente implementieren, die die soziale Interaktion zwischen Nutzern fördern.

Der Einfluss der Gestaltung von Räumlichkeiten auf die Kreativität wird bereits wissenschaftlich untersucht [TGM+17]. Aufbauend darauf hat die räumliche Gestaltung der virtuellen Kreativumgebungen einen Einfluss auf die Ideengenerierung. Durch die Flexibilität, die durch die VR-Technologie in der Gestaltung gegeben ist, sind die Planungen einer räumlichen Infrastruktur leichter zu verändern als in der realen Umgebung. Bestimmte Aspekte im Kontext der Gestaltung einer realen Infrastruktur sind allerdings auch für die Gestaltung virtueller Kreativumgebungen sinnvoll. Vier Leitlinien in dieser Kategorie werden in Tabelle 3-11 erläutert.

Tabelle 3-11: Leitlinien zur Gestaltung der räumlichen Infrastruktur

Nr.	Leitlinien für die räumliche Infrastruktur
36	<i>In virtuellen Kreativumgebungen darf es wenige räumliche Beschränkungen geben.</i>
	Geschlossene Räume stellen eine räumliche Beschränkung für den Nutzer dar. Durch die Limitation auf einen oder wenige Räume wird die Anzahl möglicher Reize reduziert. Dies kann einen negativen Einfluss auf Kreativität und Ideengenerierung haben.
37	<i>In virtuellen Kreativumgebungen darf es Raum mit reduzierter Stimulation geben.</i>
	Reduzierte Stimulation kann einen positiven Einfluss auf die Kreativität haben, wie THORING in Untersuchungen identifiziert [TGM+17]. Gestalter virtueller Kreativumgebungen können Bereiche schaffen, die keine implementierten 3D-Modelle haben. Die Nutzer können diese Räume dann zur Gestaltung der eigenen Ideen nutzen und mit Hilfe gegebener Funktionen des VR-basierten Werkzeugs diese Ideen modellieren.
38	<i>In virtuellen Kreativumgebungen muss es Raum zur Modellierung und Gestaltung von Prototypen geben.</i>
	Die Modellierung und Gestaltung prototypischer Umsetzungen von Ideen ist in vielerlei Hinsicht vorteilhaft. Zum einen wird hiermit die Dokumentation der Ideen ermöglicht. Ein weiterer Grund ist, dass die Modellierung und Gestaltung die Kreativität positiv beeinflusst und eine Weiterentwicklung der Idee oder neue Ideen nach sich ziehen kann. Die Modellierung führt weiterhin zu Klärung offener Fragen und einem höheren Verständnis aller Nutzer [TGM+17].
39	<i>Der Nutzer muss sich in virtuellen Kreativumgebungen fortbewegen können.</i>
	Die Möglichkeit der Fortbewegung ist ein Vorteil der VR-Technologie, der sie von anderen klassischen Medien unterscheidet. Durch die Fortbewegung wird es dem Nutzer ermöglicht,

Umgebungen aus verschiedenen Perspektiven zu sehen und somit mehr Eindrücke zu gewinnen. Durch die Implementierung von Funktionen wie der Teleportation wird es dem Nutzer ermöglicht, virtuelle Kreativumgebungen vollständig zu begehen.

Emotionale Regungen und Stimmungen können durch externe Reize erzeugt werden. Gefühle haben einen Einfluss auf die Kreativität [Cro16, S. 155 ff.]. Eine geeignete Anpassung und Modellierung der virtuellen Kreativumgebungen hat einen Einfluss auf Stimmungen und Emotionen eines Nutzers. Studien zur Beeinflussung der Kreativität identifizieren Stimmungen wie Freude als förderlich für die Kreativität [Tra98, S. 99 ff.]. Auf dieser Grundlage beinhalten zwei Leitlinien (siehe Tabelle 3-12) die Fokussierung auf kreativitätsfördernde Stimmungen für die Nutzer.

Tabelle 3-12: Leitlinien zur Beeinflussung der Stimmung

Nr.	Leitlinien für die Beeinflussung der Stimmung
40	<i>Virtuelle Kreativumgebungen müssen Elemente beinhalten, die Freude erzeugen.</i>
41	<i>Durch virtuelle Kreativumgebungen muss eine spielerische und experimentelle Atmosphäre geschaffen werden.</i>
	Die spielerische und experimentelle Atmosphäre wird durch das Vorhandensein von Freude bei den Nutzern erzeugt. Dies unterstützt die intrinsische Motivation der Nutzer, die ein wichtiger Aspekt für die Generierung einer hohen Kreativität ist [Cro16, S. 155 ff.]. Gestalter von virtuellen Kreativumgebungen können diese Atmosphäre durch mögliche Interaktionen zwischen Nutzern bzw. mit der Umgebung forcieren.

4 Konzeption und Entwicklung der "Reizumgebungsmethode"

Basierend auf den Leitlinien wird in dieser Dissertation eine Kreativitätstechnik konzipiert und entwickelt, die „Reizumgebungsmethode“, die Aspekte konventioneller Kreativitätstechniken enthält, aber darüber hinaus über die Einbindung von VR-Technologie und IKT verfügt. Die Methode basiert auf dem Reiz-Reaktions-Modell [Wat13, S. 158 ff.]: Visuelle Reize rufen Reaktionen hervor, die zu neuen Ideen führen. Abbildung 4-1 beinhaltet das Gesamtkonzept der VR-unterstützten Kreativitätstechnik [GT19, S. 2011 ff.].

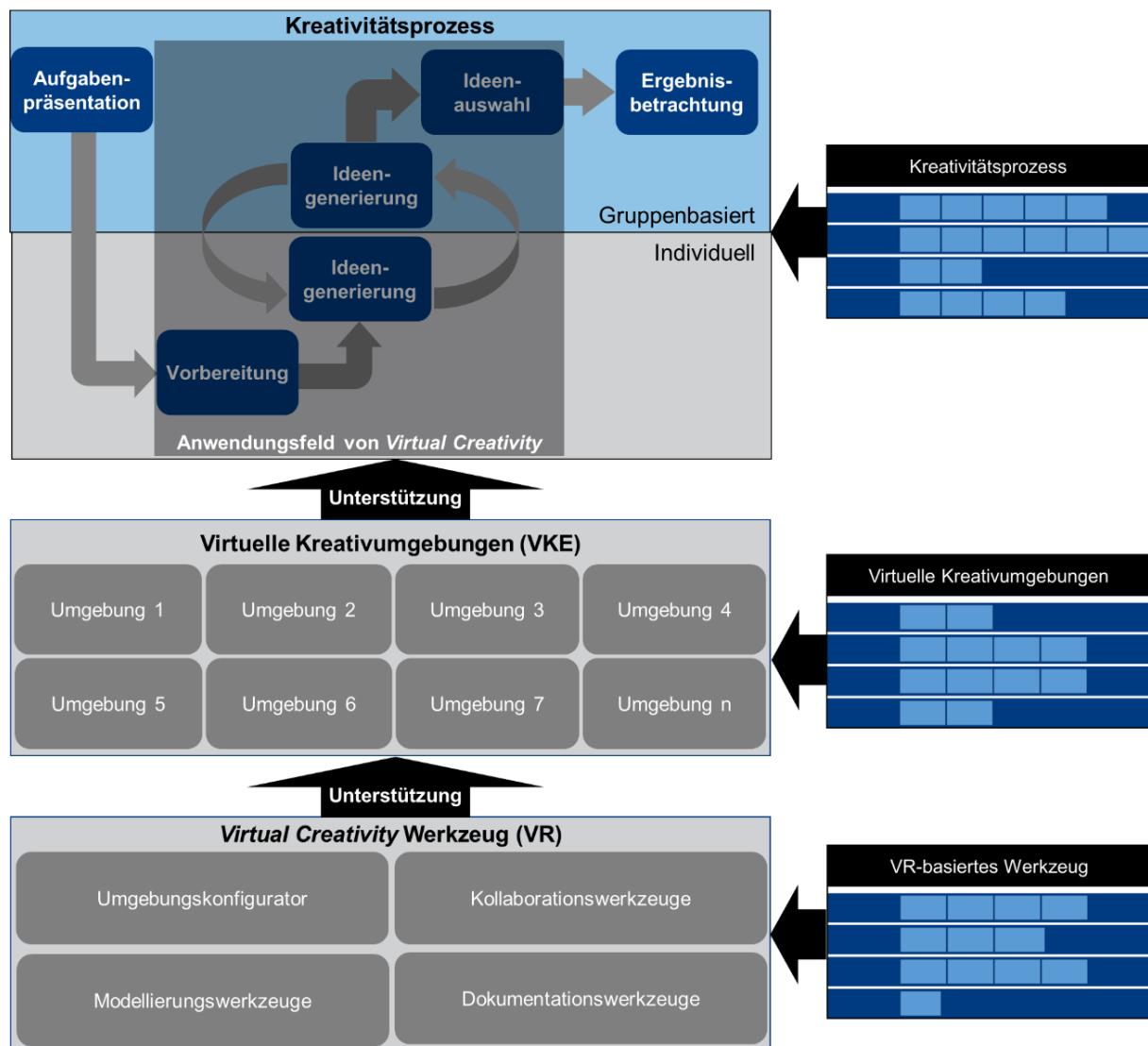


Abbildung 4-1: Konzept der „Reizumgebungsmethode“ [GT19, S. 2011 ff.]

Die Methode lässt sich in die drei Komponenten „Kreativitätsprozess“, das VR-basierte Werkzeug *Virtual Creativity Werkzeug (VR)* sowie „virtuelle Kreativumgebungen (VKE)“ einteilen. Als Kreativitätstechnik wird die „Reizumgebungsmethode“ als Unterstützung für das Innovationsmanagement im Handlungsfeld Produktentstehung eingeordnet [Grä15, S. 167 ff.]. Die Absatzmärkte der Industrienationen sind durch einen hohen Wettbewerbsdruck und schnell wechselnde Kundenwünsche gekennzeichnet [Grä04]. Um einen Vorteil zu haben, bedarf es der Generierung neuer Innovationen. Mit der „Reizumgebungsmethode“ werden Unternehmen

dabei unterstützt. Weiterhin kann die Methode zur Identifikation von Potenzialen zur Optimierung von Entwicklungsmodellen verwendet werden [GHY16, S. 257 ff.]. Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist Ideen zu generieren, wie der Mensch über einen digitalen Zwilling in die Produktion eingebunden wird [GP17 - 17, S. 289 ff.]. Die Leitlinien haben direkten Einfluss auf die Konzeption der Komponenten. HANDEL und HEGEMANN, die in ihren Arbeiten Konzepte für VR-basierte Kreativitätstechniken entwickelt haben, werden für die Konzeption der „Reizumgebungsmethode“ berücksichtigt [HT18, HT19].

Bei der „Reizumgebungsmethode“ handelt es sich um eine Kreativitätstechnik, die über Visualisierung die Kreativität der Nutzer anregt. Für die Anwendung der Methode werden mindestens zwei Rollen (Moderator und Nutzer) benötigt. Die methodische Kompetenz für die Durchführung der Kreativitätstechnik wird in der Person eines Moderators eingebunden. Der Moderator sorgt dafür, dass die notwendigen Regeln einer Kreativitätstechnik besonders in kollaborativen Phasen eingehalten werden. Die zweite Rolle wird vom Nutzer eingenommen. Die Nutzer wenden die „Reizumgebungsmethode“ an und generieren Ideen zur Lösung der Aufgabenstellung.

Bei der Durchführung der „Reizumgebungsmethode“ durchlaufen die Nutzer die Phasen des für die Methode generierten Kreativitätsprozesses. Dabei werden in die Phasen der Ideengenerierung virtuelle Kreativumgebungen zur Stimulation eingebunden, die mit Hilfe des VR-basierten Werkzeugs *Virtual Creativity* erzeugt werden. Das heißt, dass die virtuellen Kreativumgebungen Resultate des VR-basierten Werkzeugs sind. Die Nutzer werden in den Phasen der Ideengenerierung in die virtuellen Kreativumgebungen eingebunden.

4.1 Rahmenbedingungen der „Reizumgebungsmethode“

Die „Reizumgebungsmethode“ basiert auf dem Prinzip des *Creativity Primings*, das bereits in den Studien von BHAGWATWAR, MASSEY und DENNIS im Kontext virtueller Umgebungen identifiziert wurde [BMD13, S. 215 ff.]. Um diese Methode zu klassifizieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Beispielsweise lässt sie sich nach kreativen Denkprinzipien einordnen [Sch81]. Dabei wird zwischen Assoziations-, Zerlegungs-, Abstraktions- und Analogieprinzip unterschieden. Das Assoziationsprinzip beinhaltet die Verknüpfung geistiger Informationen, die sich neu kombinieren lassen. Es handelt sich um ein kreatives Prinzip, das vielen Kreativitätstechniken wie dem Brainstorming zugrunde liegt. Durch freie Assoziationen zu zuvor geäußerten Ideen werden weitere Ideen entwickelt und aufgebaut, die nicht zwingend einen Bezug zum Ursprung haben müssen. Beim Zerlegungsprinzip wird die Aufgabenstellung in Teile zerlegt, um diese separat zu lösen und zu einer Gesamtlösung zusammenzusetzen. Ein passendes Beispiel ist der morphologische Kasten. Das Abstraktionsprinzip beinhaltet die Konzentration auf eine generische Sichtweise, die zu neuen Lösungsansätzen führen. Beim Analogieprinzip geht es um die Identifikation von Mustern und ähnlichen Charakteristika, Strukturen und Merkmalen. Daraus resultieren eine Distanzierung von der eigentlichen Aufgabenstellung und eine Identifikation von Lösungen für eine vergleichbare Aufgabenstellung. Die Kreativitätstechnik „Bionik“ ist ein Beispiel, bei dem sich die Lösungen an der Natur orientieren.

Bei der Konzeption der „Reizumgebungsmethode“ werden die oben genannten Kreativitätsprinzipien in unterschiedlicher Ausprägung implementiert. Das Assoziationsprinzip bildet die fundamentale Grundlage für die Kreativitätstechnik und zieht sich durch alle Phasen der Ideengenerierung. Das Analogieprinzip ist das zweite kreative Denkprinzip, das von der Implementierung der VR-Technologie profitiert. Durch die Einbindung von 3D-Modellen können Nutzer Strukturen und Elemente identifizieren, die ihnen bei der Ideengenerierung und Lösungsfindung weiterhelfen. Die Prinzipien Zerlegung und Abstraktion werden durch die Einbindung eines Moderators in der Kreativitätstechnik verankert.

Die Kreativitätstechnik ist prinzipiell für Gruppen mit einer beliebigen Anzahl von Mitgliedern ausgelegt. Allerdings wird für die Validierungsphase eine Anzahl von vier Teilnehmern präferiert, um die notwendige VR-Infrastruktur (HMDs) bieten zu können. Diese ist bei vielen Unternehmen durch die bisher geringe Anwendung von VR-Technologie noch nicht vorhanden. Grundsätzlich wird die Kreativitätstechnik für Gruppen entwickelt, die gemeinsam Lösungen entwickeln möchten. Da es sich bei der „Reizumgebungsmethode“ um eine Kreativitätstechnik handelt, ist es der Anspruch, dass die Kreativitätstechnik nicht nur von Gruppen, sondern auch von Projektteams genutzt wird. Es ist sinnvoll, dass die Ideengenerierungsphase der Kreativitätstechnik 30 Minuten beträgt, um ausreichend Zeit zur Verfügung zu haben. Durch den Tragekomfort der aktuellen VR-HMDs ist eine längere Tragezeit nicht empfehlenswert. Die Vor- und Nachbereitung dieser Ideengenerierungsphasen wird mehr Zeit in Anspruch nehmen. Die Gestaltung der virtuellen Kreativumgebungen kann je nach Komplexitäts- und Detaillierungsgrad einen Zeitraum von einer Stunde bis mehrere Wochen in Anspruch nehmen. Der Auswahlprozess der Ideen kann, basierend auf der Einbindung von Experten, je nach Anzahl der generierten Ideen und Bewertungskriterien weitere Stunden in Anspruch nehmen. Die benötigte Zeit hängt beispielsweise vom Detailgrad der Idee, der Erfahrung des Experten, der Anzahl der Ideen und den anliegenden Bewertungskriterien ab.

Zur effizienten Anwendung der Kreativitätstechnik müssen gewisse Rahmenbedingungen bezüglich der Unternehmenskultur und des Umfeldes berücksichtigt werden. Dies lässt sich durch einen gewissen Grad an Autonomie, Motivation, Unterstützung der Führungsebenen und strukturierte Prozesse erreichen. [Wah04, Ama88, S. 123 ff.]

4.2 Prozess der „Reizumgebungsmethode“

Eine Kernkomponente der „Reizumgebungsmethode“ ist der Kreativitätsprozess, der durchlaufen wird. Abbildung 4-2 beinhaltet den Prozess mit allen erforderlichen Phasen.

Aufbauend auf dem Prozess von AMABILE [Ama88, S. 123 ff.] und den generierten Leitlinien wurde der Prozess konzipiert. Ein elementares Merkmal des Kreativitätsprozesses ist die Einbindung von Phasen für individuelle und gruppenbasierte Tätigkeiten. Die individuellen Phasen spielen eine Rolle für die Vorbereitung der Gruppenmitglieder auf die Ideengenerierung (Leitlinie L1). Diese Möglichkeit besteht für die Mitglieder in der Phase der Präparation. Somit kann jedes Gruppenmitglied individuell Vorwissen und notwendige Informationen aufnehmen (L3).

Ein Fundament für die Präparation bildet die Phase der Aufgabenpräsentation, die für ein gemeinsames Grundverständnis notwendig ist (L2). Weiterhin ist eine frühzeitige individuelle Ideengenerierung positiv für die spätere gruppenbasierte Ideengenerierung (L4).

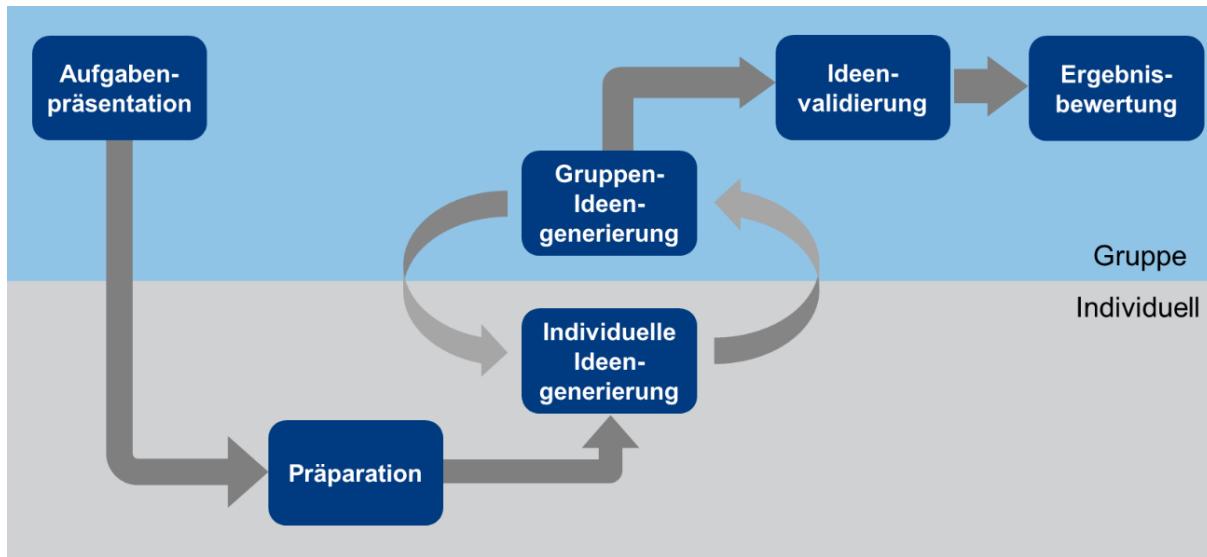


Abbildung 4-2: Prozess der Kreativitätstechnik: „Reizumgebungsmethode“

Gruppenmitglieder können individuell ihren eigenen Ideenraum aufspannen. In der nachfolgenden gruppenbasierten Ideengenerierung (L5) dient der Ideenraum der Gruppenmitglieder als Grundlage. Durch ähnliche Denkprozesse besteht die Möglichkeit, dass es zu Generierung identischer oder ähnlicher Ideen kommt und somit zu Überschneidungen der Ideenräume. Es gibt allerdings auch Gruppenmitglieder, die auf Basis von Vorwissen und spezifischer Expertise neue Ideenräume schaffen. Diese können in der gruppenbasierten Ideengenerierung als Impulse für eine Erweiterung des Ideenraums der kompletten Gruppe dienen (siehe Abbildung 4-3).

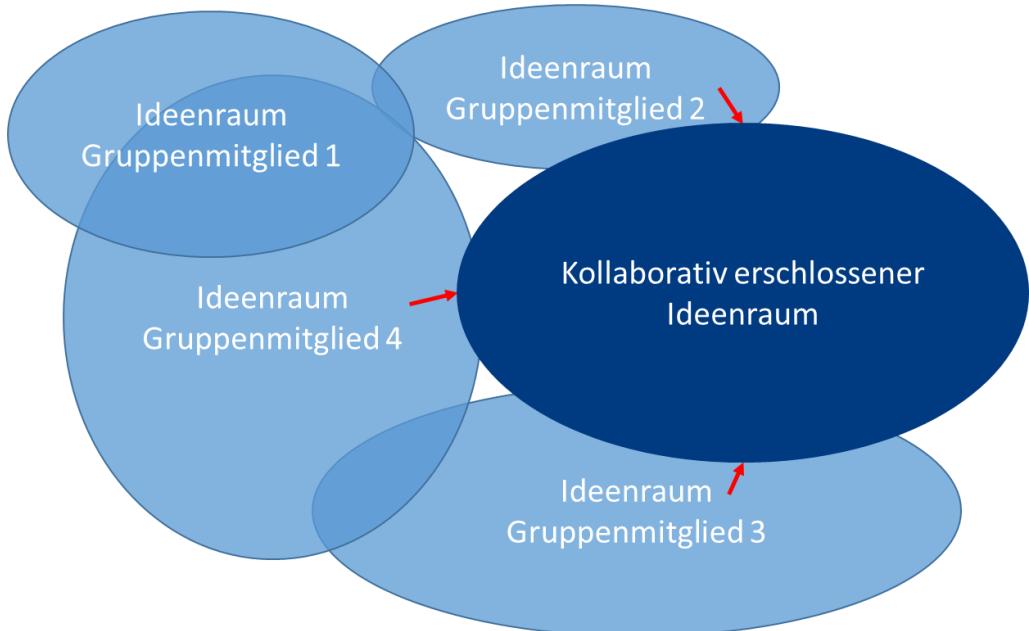


Abbildung 4-3: Ideenräume der Gruppenmitglieder und kollaborative Potenziale

Diese Phasen umfassen das divergente Denken. Zur Eingrenzung und Auswahl geeigneter Ideen bedarf es Phasen für das konvergente Denken. Durch die Ideenvalidierung und Ergebnisbewertung wird dies gewährleistet (L16). Im Unterkapitel 4.2.3 werden das genauere Vorgehen und die Phasen des Prozesses genauer beschrieben.

4.2.1 Rollen in der „Reizumgebungsmethode“

Zur Durchführung der Kreativitätstechnik werden zwei Rollen benötigt: Gruppenmitglied und Moderator (Abbildung 4-4). In den folgenden Absätzen werden die notwendigen Rollen beschrieben. Die erste Rolle beschreibt das Gruppenmitglied, das als Nutzer der Kreativitätstechnik auftritt. Diese Rolle trägt das kreative Potenzial, das durch die Nutzung der Kreativitätstechnik aktiviert wird. Die zweite Rolle nimmt der Moderator ein. Er besitzt das methodische Fachwissen und die technische Kompetenz zur Handhabung des VR-basierten Werkzeugs. Er leitet durch die gruppenbasierten Phasen und unterstützt bei technischen Schwierigkeiten. Weiterhin gestaltet er durch seine Expertise im Umgang mit dem VR-basierten Werkzeug die virtuellen Kreativumgebungen. Für die Rolle des Gruppenmitglieds wird weiterhin auf die bevorzugte Gruppenzusammensetzung eingegangen. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn der Moderator eine unabhängige Person ist, die in potenziellen Konfliktsituationen unvoreingenommen handeln kann.

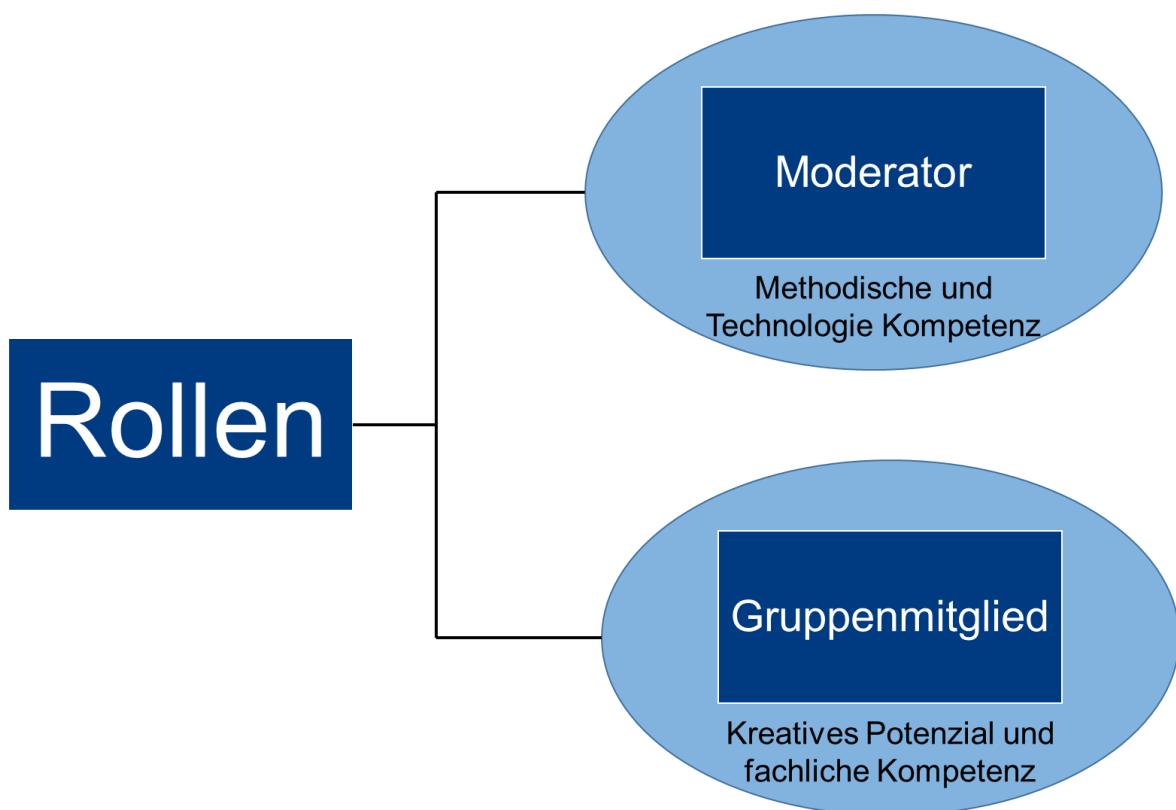


Abbildung 4-4: Rollen für die „Reizumgebungsmethode“

Gruppenmitglied: Bei der Generierung neuer Ideen gibt es Kompetenzen, die hilfreich sind. Des Weiteren wird die Ideengenerierung durch die Zusammensetzung der Gruppe beeinflusst. Im Stand der Wissenschaft (Kapitel 2.1.2) werden im Rahmen der Determinanten der Kreativität Eigenschaften einer kreativen Person beschrieben. Es wurden Charaktereigenschaften identifiziert, die für Kreativität förderlich sind. SCHULER und GÖRLICH haben es in die Überbegriffe Offenheit, Erfahrung, intrinsische Motivation, Nonkonformität, Selbstvertrauen und Intelligenz unterteilt [SG07]. Aufbauend auf der Annahme ist es für den Fall der Durchführung eines Projektes mit einer Gruppe, die sich zu einem Team entwickelt, sinnvoll, Personen in das Team zu integrieren, die diese Eigenschaften optimal erfüllen. Da in einem Projekt nicht nur Ideen generiert, sondern auch umgesetzt werden müssen, ist es nicht sinnvoll, ein Team zusammenzustellen, das sich alleine auf die Generierung von Ideen konzentriert. Zur Durchführung des Projektes ist es sinnvoll, Mitarbeiter zu integrieren, die über Eigenschaften divergenten Denkens verfügen, aber daneben auch Personen, die über die Eigenschaften des konvergenten Denkens verfügen. Im Rahmen des Konzeptes der *Open Innovation* ist es sinnvoll, im Rahmen der „Reizumgebungsmethode“ externe Personen einzubinden, die keinen direkten Bezug zum Projekt haben [Che03]. Um ein möglichst hohes Maß an Heterogenität der Ideen zu erreichen, ist die Auswahl interdisziplinärer Mitarbeiter mit unterschiedlicher Wissensbasis sinnvoll. Dieser Ansatz wird beispielsweise im Design-Thinking-Konzept genutzt, um den verschiedenen Aufgaben gerecht zu werden [Bro08, S. 84 ff.]. Für die Ideengenerierung ist Interdisziplinarität wünschenswert, da Mitarbeiter mit divergierendem fachlichem Hintergrund unterschiedliche Perspektiven auf die Aufgabenstellung haben und somit auch zu unterschiedlichen Ideen kommen können. Eigenschaften, die für das Funktionieren einer verteilt agierenden Gruppe im Allgemeinen und für die Durchführung der „Reizumgebungsmethode“ im Besonderen notwendig sind, sind Kommunikationsfähigkeit und ein grundlegendes technisches Verständnis für IKT.

Moderator: Hauptaufgabe des Moderators ist die Führung durch die „Reizumgebungsmethode“. Dabei verfolgt er das Ziel, dass die Gruppe in der Methode eine hohe Quantität an Ideen generiert (L8). In dieser Form nimmt er eine neutrale Rolle ein und dient somit im Prozess als vermittelnde Person (L9). Er benötigt dafür keine fachliche Expertise, sondern methodische Kompetenz. Das heißt, dass der Moderator den Kreativitätsprozess kennen und vermitteln muss. Weiterhin muss er die Funktionen des VR-basierten Werkzeugs kennen, es bedienen können und die Bedienung vermitteln können. Somit muss ein grundlegendes technisches Verständnis beim Moderator vorhanden sein. Eine weitere Aufgabe ist die beratende Rolle, die er für Gruppenmitglieder in Phasen der individuellen Arbeit einnimmt. In der gruppenbasierten Ideengenerierung nimmt der Moderator eine vermittelnde Rolle in der Kollaboration der Gruppenmitglieder ein. Weiterhin fällt dem Moderator die Aufgabe zu, methodische Unterstützung im Kreativitätsprozess einzubinden. Das betrifft die Vorbereitung auf die Kreativitätsphasen durch eine Reduktion funktionaler Fixierung (L6). In Phasen, in denen es zu einem Stillstand der Ideengenerierung kommt, ermöglicht der Moderator durch seine methodische Führung neue Perspektiven. Dabei werden verschiedene Sichtweisen aus der Methode „P2S“ (Zerlegung in Teilaufgaben, Konzentration auf Umfeld ...) vom Moderator aufgegriffen [PE12, S. 337 ff.] (L7). In den Ideenbewertungsphasen unterstützt er bei der Wahl geeigneter Methoden (L10). Er achtet darauf, dass die Regeln zur Ideengenerierung eingehalten werden und die Gleichheit der Gruppenmitglieder sicherstellt (L11).

4.2.2 Technologieimplementierung

Für verteilt agierende Gruppen ist die Nutzung von Technologien essenziell. Dabei müssen unterschiedliche Formen von IKT aufgeboten werden, um die Aufgabengebiete Kollaboration, Informationsaustausch und Kommunikation umzusetzen. Für die Kommunikation und Kollaboration stehen synchrone und asynchrone Kommunikationstechnologien zur Verfügung (L13). Im Zentrum der Nutzung synchroner Kommunikationstechnologien steht VR. Weiterhin werden synchrone IKT eingesetzt, um frühe Phasen im Kreativitätsprozess (Aufgabenpräsentation) zu unterstützen. Für die asynchrone Kommunikation können Datenbanken und konventionelle Technologien (E-Mail, Intranet ...) verwendet werden. Über die asynchrone IKT können Daten transferiert werden, die innerhalb der VR generiert werden. Für die „Reizumgebungsmethode“ steht die visuelle Stimulation im Zentrum der Kreativitätssteigerung (L12). Durch den hohen Immersionsgrad der VR-Technologie bietet diese gegenüber konventionellen Kommunikationstechnologien (Conferencing-Werkzeuge, Screensharing) den signifikanten Vorteil, intuitiv arbeiten zu können und somit näher an der Durchführung einer konventionellen Kreativitätstechnik zu sein. Weiterhin bietet die Technologie die Möglichkeit, eine hohe Fülle visueller Stimulation durch 3D-Modelle einzubinden. Diese werden mit Hilfe einer erweiterbaren Datenbank verfügbar gemacht und können somit thematisch unterschiedlich ausfallen. Mannigfaltige 3D-Modellen führen zu vielen variierten visuellen Reizen.

4.2.3 Durchführung der Kreativitätstechnik

Zur Durchführung der „Reizumgebungsmethode“ müssen alle Phasen des für die Kreativitätstechnik entwickelten Prozesses durchlaufen werden (siehe Abbildung 4-2). Im Fokus stehen dabei die Phasen der Ideengenerierung. Anhand der Abbildung 4-5 werden die Aufgaben und die Unterstützung der einzelnen Prozessphasen beschrieben.

Aufgabenpräsentation: Inhalt dieser Phase ist die Präsentation der Aufgabenstellung mit dem Ziel, eine gemeinsame Informationsgrundlage und ein gemeinsames Verständnis für die Aufgabenstellung zu generieren. Um dies zu gewährleisten, ist es notwendig, eine Besprechung durchzuführen, an der der Moderator als Informationsvermittler und die Gruppenmitglieder zur Informationsaufnahme teilnehmen. Die Besprechung wird mit synchronen Kommunikationsmedien durchgeführt. Es muss darauf geachtet werden, dass synchrone Kommunikationsmedien eingesetzt werden, die geeignet sind, die Aufgabenstellung zu vermitteln. Falls es sich bei der Vermittlung mit Hilfe einer digitalen Präsentation um ein geeignetes Medium handelt, muss ein Software-Werkzeug verwendet werden, das über eine Screensharing Funktion verfügt. Weiterhin können Bilder, Diagramme, konventionelle Videos oder 360°-Videos zur Visualisierung der Aufgabenstellung hilfreich sein. Der Moderator muss die Informationen in seiner Rolle als Informationsvermittler präsentieren und für Nachfragen der Gruppenmitglieder zur Verfügung stehen. Weiterhin fungiert er in dieser Phase als Vermittler der „Reizumgebungsmethode“. Dabei erklärt er die Phasen des Kreativitätsprozesses und ordnet sie in einen zeitlichen Kontext ein. Weiterhin wird das VR-basierte Werkzeug mit allen Funktionen vom Moderator vorgestellt und den Gruppenmitgliedern erste praktische Erfahrungen ermöglicht.

Aufgaben	Unterstützung
<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung gemeinsamer Informationsgrundlage • Präsentation der Aufgabenstellung • Präsentation der Reizumgebungsmethode 	 Synchrone Kommunikation
<ul style="list-style-type: none"> • Individuelle Informationsrecherche • Gestaltung der virtuellen Kreativumgebungen 	 Informationsquellen  VR-basiertes Werkzeug  Gestaltungsrichtlinien
<ul style="list-style-type: none"> • Generierung, Modellierung und Dokumentation neuer Ideen durch Einzelpersonen • Unterstützung durch Moderator 	 VR-basiertes Werkzeug
<ul style="list-style-type: none"> • Generierung, Modellierung und Dokumentation neuer Ideen durch die komplette Gruppe • Unterstützung durch Moderator 	 VR-basiertes Werkzeug  P2S Methode
<ul style="list-style-type: none"> • Priorisierung und Reduktion der Ideen • Diskussionsleitung durch Moderator 	 VR-basiertes Werkzeug  Gallerie Methode
<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung durch Experten 	 Bewertungskriterien

Abbildung 4-5: Aufgaben und Unterstützung der Phasen des Kreativitätsprozesses

Präparation: Nach der Aufgabenpräsentation folgt eine Phase, in der die Gruppenmitglieder individuell arbeiten. Bei der Phase Präparation besteht die Aufgabe darin, dass sich die Gruppenmitglieder individuell auf die Ideengenerierung vorbereiten. Dabei kann eine Informationsrecherche für ein Gruppenmitglied hilfreich sein; andere Gruppenmitglieder können die Phase als Inkubationszeit nutzen und somit die aufgenommenen Informationen der Aufgabenpräsentation verarbeiten. Ziel der Phase ist eine für jedes Gruppenmitglied optimale Vorbereitung auf die Ideengenerierung. Um dies zu ermöglichen, benötigen die Gruppenmitglieder einen definierten Zeitraum, in dem sie sich individuell in einer druckfreien Atmosphäre vorbereiten können. Je nach Dauer des Projektes ist es sinnvoll, den Zeitraum der Phase anzupassen. Für ein einwöchiges Projekt beispielsweise ist eine Präparationsphase von einem Tag zu lang; wenige Stunden sind in diesem Fall ausreichend. Wichtig in dieser Phase ist die Individualität, die eine generische Unterstützung erschwert. Die Gruppenmitglieder müssen Quellen zur thematischen Informationsaufnahme nutzen können. In dieser Phase ist es sinnvoll, nicht in Kontakt zu anderen Gruppenmitgliedern zu treten und sich auszutauschen, da im Anschluss die individuelle Ideengenerierung folgt und eine vorherige Abstimmung in der Gruppe vermieden werden muss. Der Moderator bereitet die Ideengenerierung mit der Generierung virtueller Kreativumgebungen vor. Diese dienen als Unterstützung zur Ideengenerierung für die Gruppenmitglieder, die

in diesem Fall Nutzer sind. Ziel der Gestaltung der virtuellen Kreativumgebungen ist die Unterstützung der Nutzer bei der Ideengenerierung durch die Implementierung visueller und weiterer Reize, die bei den Nutzern zu Assoziationen führen und somit zu neuen Ideen zur Lösung der Aufgabenstellung. Der Moderator wird durch ein Dokument unterstützt, dass die Leitlinien für virtuelle Kreativumgebungen enthält. Weiterhin steht der Moderator als Methodenexperte zur Verfügung und kann Rückfragen zu den Leitlinien und/oder der Nutzung verschiedener Funktionen des VR-basierten Werkzeugs beantworten.

Individuelle Ideengenerierung: Die Ideengenerierung ist der Kern der „Reizumgebungsme-
thode“ und steht somit im Fokus dieser Kreativitätstechnik. Ziel der Phase ist die Generierung einer Vielzahl von Ideen, die zur Lösung der Aufgabenstellung beitragen. Aufgabe jedes Gruppenmitglieds ist es, zunächst unabhängig von den anderen Ideen zu generieren, auszuarbeiten und zu dokumentieren. Unterstützt werden sie dabei durch das VR-basierte Werkzeug, das Funktionen enthält, die die Generierung, Ausarbeitung und Dokumentation fördern. Des Weiteren beinhaltet das Werkzeug Erklärungen, falls es zu Schwierigkeiten bei der Nutzung kommt. Die physische Anwesenheit des Moderators ist somit grundsätzlich nicht erforderlich, allerdings muss der Moderator für Problemstellungen im Umgang mit dem Werkzeug erreichbar sein, die über die Erklärungen des Werkzeugs hinausgehen. Der Moderator hat die Möglichkeit, sich direkt in die virtuelle Kreativumgebung des Gruppenmitglieds für Hilfestellungen zu begeben. Das nutzende Gruppenmitglied kann verschiedene gestaltete virtuelle Kreativum-
gebungen laden und diese erforschen und mit ihnen interagieren, um Ideen zu generieren. Der Verlauf ist vergleichbar mit der klassischen Reizbildtechnik, bei der die Nutzer anhand von Bildern Ideen generieren. Die Kreativität profitiert in diesem Fall vom Analogieprinzip, bei dem anhand vergleichbarer Elemente Ideen generiert werden. Mit Hilfe von Modellierungs- und Dokumentationsfunktionen, die im VR-basierten Werkzeug implementiert sind, kann der Nutzer die Ideen weiter ausarbeiten und in einem bestimmten Format speichern (L17). Jedes Gruppenmitglied beschäftigt sich 30 Minuten mit der Ideengenerierung. Dieser Zeitraum bietet genug Zeit, um sich geistig auf die Ideengenerierung vorzubereiten. Zusätzlich wird vermieden, dass das Gruppenmitglied einen hohen Zeitdruck empfindet. Anschließend müssen die Dateien von den Gruppenmitgliedern hochgeladen werden, um diese für die anschließende gruppenbasierte Ideengenerierungsphase nutzbar zu machen.

Gruppenbasierte Ideengenerierung: Im Rahmen der gruppenbasierten Ideengenerierung kommt die komplette Gruppe in den virtuellen Kreativumgebungen zusammen. Ziel ist es, aufbauend auf den zuvor generierten Ideen (Assoziationsprinzip) weitere Ideen zu generieren und/oder weiterzuentwickeln. Zur Erreichung des Ziels wird das VR-basierte Werkzeug von der Gruppe eingesetzt. In der virtuellen Kreativumgebung werden die in der individuellen Ideengenerierung entstandenen Ideen geladen und interpretiert. Auf dieser Basis haben alle Gruppenmitglieder die Möglichkeit, aufbauend auf den bisherigen Ideen weitere Ideen zu generieren und somit die Vielfalt zu erhöhen. Ähnlich wie in der Phase der individuellen Ideengenerierung werden die Ideen mit Hilfe der Funktionen des VR-basierten Werkzeugs ausgearbeitet und dokumentiert. In dieser Phase fungiert der Moderator als Leiter. Er achtet darauf, dass die Grundregeln des divergenten Denkens eingehalten werden. Viele Regeln basieren auf den Regeln, die OSBORN für das Brainstorming ausgearbeitet hat [Osb57]. Dazu gehören:

- Keine Kritik an anderen Ideen und Beiträgen,
- Keine Wertung generierter Ideen,
- Jeder Teilnehmer darf seine Meinung frei äußern,
- Je phantasievoller und/oder „verrückter“ die Ideen, desto besser.

Weiterhin greift der Moderator bei technischen Problemen und Ideenblockaden ein und gibt der Gruppe einen Denkanstoß, der methodisch unterstützend wirkt. Dabei nutzt der Moderator das Konzept der Methode P2S, die entwickelt wurde, um Ideen auf Basis verschiedener Blickwinkel zu entwickeln [PE12, S. 337 ff.]. Die Methode enthält die Kreativitätsprinzipien. PFISTER und EPPLER zeigen mit dieser Methode, die auf den Prinzipien Zerlegung und Abstraktion gründet, verschiedene Wege auf, um ein Problem zu lösen, darunter die Zerlegung der Aufgabe in Teilaufgaben, für die im Anschluss Teillösungen entwickelt werden. Ein weiterer Weg beinhaltet die Betrachtung der zukünftigen Situation, in der die Lösung schon existiert. Teilnehmer beschreiben auf dieser Basis die Situation, um somit Rückschlüsse auf mögliche Lösungsmöglichkeiten identifizieren.

Ideenvalidierung: Die Phase der Ideenvalidierung beinhaltet das Prinzip des konvergenten Denkens. In den Phasen der Ideengenerierung stand das divergente Denken und somit das Aufspannen des Ideenraums mit einer Vielzahl von Ideen im Vordergrund. In dieser Phase stehen die Priorisierung und die Reduktion der generierten Ideen im Vordergrund, um eine handhabbare Anzahl an Ideen zur Bewertung zu haben, die in der darauffolgenden Phase bewertet werden. Zur Reduktion der generierten Ideen werden Diskussionen zugelassen, die in den Phasen der Ideengenerierung nicht gestattet sind. Um Diskussionen zu ermöglichen, muss diese Phase gruppenbasiert sein. Durch die interdisziplinäre Zusammenstellung der Gruppe und die jeweilige Expertise der Gruppenmitglieder können in den Diskussionen Potenziale und mögliche Barrieren identifiziert werden. Somit können Ideen priorisiert werden und solche, die auf den ersten Blick kein Potenzial bieten, werden vorerst nicht weiterverfolgt und dokumentiert. Auch zur Unterstützung des konvergenten Denkens wird das VR-basierte Werkzeug genutzt. Es unterstützt die Gruppe durch kollaborative Funktionen. Die Gruppenmitglieder können innerhalb der virtuellen Umgebung agieren und diskutieren. Als Vorgehensweise zur Unterstützung der Diskussion eignet sich die Anlehnung an die Kreativitätstechnik „Galeriemethode“ [Hel78]. Dabei werden Skizzen von den Teilnehmern erzeugt, die anschließend nebeneinander ausgestellt werden. Durch Diskussionen der Ideen findet eine Aussortierung statt. Dieses Vorgehen kann auf die generierten Ideen übertragen werden. Modellierungs- und Dokumentationsfunktionen werden zur Auflistung und Identifikation von Potenzialen und Barrieren der Ideen verwendet. Der Moderator fungiert als Diskussionsleiter und achtet darauf, dass Diskussionsregeln, wie beispielsweise das Ausreden lassen, eingehalten werden. Am Ende der Phase werden die priorisierten Ideen für die Ergebnisbewertung zur Verfügung gestellt.

Ergebnisbewertung: In der letzten Phase werden die Ideen anhand von Kriterien, die zur Erkennung von Innovation genutzt werden, bewertet. In dieser Phase arbeitet die Gruppe nicht an den Ideen. Die Bewertung muss durch Experten im Bereich der Aufgabenstellung durchgeführt

werden, die nicht in das Projekt eingebunden sind. Potenzielle Bewertungskriterien sind beispielsweise Neuheitsgrad, Relevanz für die Lösung der Aufgabenstellung oder Machbarkeit. Anhand dieser Kriterien werden Ideen identifiziert, für die in Vorstudien erste Konzepte ausgearbeitet werden. Diese Phase wird nicht durch das VR-basierte Werkzeug unterstützt, sondern durch die Dokumentationen der verschiedenen Ideen. Dabei können diese in unterschiedlichen Formen vorliegen.

4.2.4 Prozessunterstützende Werkzeuge

Zur Unterstützung des Kreativitätsprozesses werden über die VR-Technologie hinaus weitere Werkzeuge zur Unterstützung eingebunden. Diese helfen den Nutzern bei der Anwendung des VR-basierten Werkzeugs und dem Moderator in den Phasen der Ideengenerierung.

Bei den Leitlinien zur Gestaltung virtueller Kreativumgebungen handelt es sich um die in Kapitel 3.4 beschriebenen Leitlinien für virtuelle Kreativumgebungen (L30 bis G41). Um diese allerdings für die Gestalter der Umgebungen nutzbar zu machen, müssen sie visuell aufbereitet und verfügbar gemacht werden (siehe Abbildung 4-6). Dafür wird eine Präsentation vorbereitet, die die Nutzer vor und bei der Gestaltung der virtuellen Kreativumgebungen unterstützt.

In der Präsentation sind alle zwölf Leitlinien auf jeweils einer Folie aufgeführt. Für jede Leitlinie wird die Zuordnung zur Kategorie (Stimulation, benutzerspezifische Eigenschaften, räumliches Layout und Stimmung), der Name der Leitlinie, eine kurze Beschreibung und *Best Practices*, die konkretere Möglichkeiten zur Anwendung aufzeigen, sowie eine Abbildung angegeben. In Abbildung 4-6 ist die spielerische und experimentierfreudige Gestaltung der virtuellen Kreativumgebungen dargestellt. Bei Fragen zur Gestaltung fungiert der Moderator als Berater.

Zur Unterstützung des Moderators in Phasen der Ideengenerierung wird ein Fragenkatalog angelegt, der auf der Methode P2S basiert. Diese bieten eine Hilfestellung für den Moderator, falls die Ideengenerierung zum Erliegen kommen sollte. Dabei beschreibt die P2S-Methode unterschiedliche Wege, Ideen zu generieren und Aufgaben aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten. Die Nutzung der jeweiligen Fragen liegt im Ermessensspielraum des Moderators. Ähnlich wie bei konventionellen Workshops ist in diesem Fall die Erfahrung und richtige Intuition des Moderators gefragt. Fragen aus vordefinierten Kategorien laut beispielsweise:

- Ist-Zustand: Wie ist die aktuelle Situation ohne Lösung? Wo liegen Probleme?
- Soll-Zustand: Wie soll die Situation mit Lösung aussehen?
- Barrieren: Welche Barrieren müssen mit der Lösung überwunden werden?
- Analogien: Kennen Sie ähnliche Problemstellungen?
- Lösungen: Fallen Ihnen Teillösungen zur Lösung der Barrieren ein?
- Neu-Kombinationen: Lassen sich unterschiedliche Teillösungen kombinieren?
- Keine Restriktionen: Wie würde die Lösung ohne Beschränkungen aussehen?
- Flip-Flop: Was würde den Ist-Zustand noch schlimmer machen?

- Ziel-Ergebnis: Wie fühlen sich die Anwender bei der Nutzung der Lösung?

Stimmung Designregel 13: Spielerisch und Experimentierfreudig	Stimmung
<p>(13) Spielerisch und Experimentierfreudig</p> <p>Virtuelle Kreativumgebungen müssen eine spielerische und experimentierfreudige Umgebung erzeugen.</p>	
<p>Best Practices:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spielerische und experimentierfreudige Umgebungen fördern die Kreativität. • Einbindung kleiner Spiele (Dosen werfen,...) • Nutzung der Modellierungsfunktionen des VR-basierten Werkzeugs forcieren 	

Abbildung 4-6: Darstellung der Unterstützung für die Gestaltung der Umgebungen

4.3 VR-basiertes Werkzeug

Zur Unterstützung der Ideengenerierung wird ein VR-basiertes Werkzeug entwickelt. Bei dem VR-basierten Werkzeug für die „Reizumgebungsmethode“ handelt es sich um *Virtual Creativity*. Zur Implementierung der VR-Technologie und bestimmter Funktionen zur Unterstützung der Ideengenerierung bedarf es einer Hardware-Infrastruktur (Kapitel 4.3.2) und Software-Architekturen (Kapitel 4.3.3), die das Werkzeug konzeptionell beschreiben. Teile der Software sind im Rahmen der Arbeit von SORG entwickelt worden [ST18]. Bei der Konzeption werden die Leitlinien für VR-basierte Werkzeuge berücksichtigt. Aufbauend auf dem Konzept wird das Werkzeug entwickelt, in der „Reizumgebungsmethode“ verankert und im Rahmen der Kreativitätstechnik validiert.

4.3.1 Nutzerorientierter, agiler Entwicklungsprozess

Zur Entwicklung des VR-basierten Werkzeugs *Virtual Creativity* wird ein agiler Entwicklungsprozess als Basis gewählt. Da es sich dabei um die Entwicklung einer Software handelt, können inkrementell Arbeitsschritte festgelegt werden. Das heißt, dass ein Backlog auf Basis der Leitlinien für das VR-basierte Werkzeug angelegt wird.

Um das Werkzeug benutzerorientiert zu entwickeln und eine hohe Gebrauchstauglichkeit zu gewährleisten (L29), werden drei Validierungsphasen implementiert, in denen Nutzer Feedback zum Entwicklungsstand des Werkzeugs geben können. Auf Basis des Feedbacks in den Validierungsphasen werden die Ausprägungen des VR-Werkzeugs angepasst. Zu Beginn der Entwicklung wurden Untersuchungen mit statischen, virtuellen Kreativumgebungen durchgeführt, die als Basis für die weitere Entwicklung dienen. Die Durchführung, Ergebnisse und Auswertung der Validierung werden im Kapitel 5 ausführlicher beschrieben.

4.3.2 Hardware-Infrastruktur

Die Hardware-Infrastruktur beruht auf der Beschreibung von VR-Systemen durch DÖRNER et al. und wurde zur Auswahl der geeigneten Geräte verwendet [DBG+13]. Bei ihrer Konzeption werden besonders die Eingabe- und Ausgabesubsysteme ausführlich beschrieben. Zur Unterstützung der Ideengenerierung sind dabei einige Subsysteme notwendig, andere optional (siehe Abbildung 4-7). Die Netzwerk-Architektur ist dabei vom Unternehmen bzw. der Institution abhängig. Sensorfusion und Rendern werden über die genutzte Grafik-Engine *Unity 3D* gewährleistet. Die sogenannte „Weltsimulation“ bzw. das Verhalten der virtuellen Umgebung wird durch die Software-Architektur bestimmt.

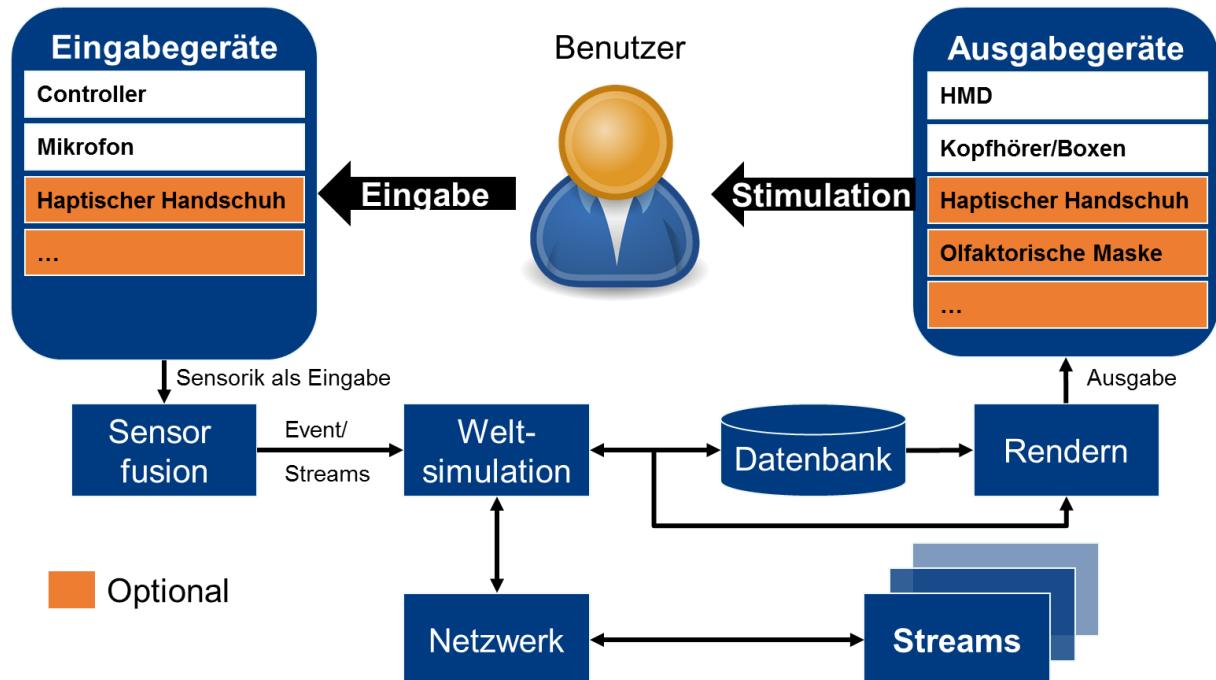


Abbildung 4-7: Hardware Infrastruktur des Werkzeugs Virtual Creativity (basierend auf [DBG+13])

Controller (notwendiges Eingabegerät): Zu den wichtigsten Eingabegeräten zählen die Controller, die häufig in direktem Zusammenhang mit dem HMD stehen und somit eine direkte Kopplung zwischen Eingabe und Ausgabe bilden. Mit Hilfe der Controller ist eine Vielzahl von Aktivitäten umsetzbar. Dazu gehört die Bedienung von Benutzerschnittstellen (zum Beispiel Auswahlmenüs), die Umsetzung von Mobilität oder die Interaktion mit virtuellen Objekten (L19). Eine Betrachtung des aktuellen Standes der Technik in Bezug auf Controller legt nahe,

dass die Controller, die mit High-End-HMDs wie beispielsweise der *HTC Vive* und *Oculus Rift* gekoppelt sind, am besten geeignet sind (siehe Spezifikationen in A1.3). Kriterien, die zur Auswahl dieser Controller führen, sind Ergonomie, Latenz und Kopplung mit geeigneten HMDs.

Mikrofon (notwendiges Eingabegerät): Das Mikrofon ist ein auditives Eingabegerät, das zur Durchführung der „Reizumgebungsmethode“ notwendig ist. Es unterstützt die auditive Kommunikation zwischen den Nutzern in einer kollaborativen Umgebung (L18). Durch die Nutzung des im HMD implementierten Mikrofons kann die auditive Eingabe und Ausgabe auf ein Gerät beschränkt werden. Die auditive Kommunikation mit den weiteren Nutzern erspart die Nutzung von Text-Messaging-Services, die in virtuellen Anwendungen nicht benutzerfreundlich umgesetzt sind. Weiterhin besteht die Möglichkeit, per Mikrofon einen Sprachassistenten, der zusätzlich integriert werden muss, zu aktivieren und mit diesem zu interagieren.

Haptischer Datenhandschuh (optionales Eingabegerät): Mit Hilfe des haptischen Datenhandschuhs wird der haptische Sinn angesprochen. Als Eingabegerät funktioniert er ähnlich wie ein Controller. Der große Unterschied besteht darin, dass es bei einem Datenhandschuh ermöglicht wird, zwischen den unterschiedlichen Fingern der Hand zu unterscheiden und somit fünf unterschiedliche Interaktionspunkte mit der virtuellen Umgebung gegeben sind. Beim Controller fungiert das Gerät in der virtuellen Umgebung als ein Interaktionspunkt. Der haptische Datenhandschuh dient wie der Controller als Interaktionsgerät mit der virtuellen Umgebung.

Head Mounted Display (notwendiges Ausgabegerät): Als Ausgabegerät für visuelle Reize ist das HMD das wichtigste Ausgabegerät, da die Visualisierung im Vordergrund steht (L20). Um VR flexibel in der Kreativitätstechnik zu implementieren, ist das HMD ein unerlässliches und wichtigstes Ausgabegerät. Durch verbaute Sensoren werden Lage und Bewegung in der virtuellen Umgebung identifiziert und an den Rechner weitergegeben. Auch in der „Reizumgebungsmethode“ werden HMDs genutzt, um visuelle Reize auf den Nutzer wirken zu lassen. Bei diesen handelt es sich um 3D-Modelle, Texturen, Materialien und Hintergründe. Um die grafisch hochwertige Darstellung einer Vielzahl visueller Reize zu ermöglichen, muss eine leistungsstarke HMD gewählt werden. Auf Basis des aktuellen technischen Angebots der Hersteller eignen sich die *HTC Vive* und *Oculus Rift* am besten und ermöglichen weiterhin die Kopplung mit Controllern (siehe Spezifikationen in A1.3). Die Geräte besitzen für eine geeignete Immersion eine hohe Auflösung und ein großes Sichtfeld.

Kopfhörer oder Audioboxen (notwendiges Ausgabegerät): Zur Aufnahme auditiver Reize sind weitere Geräte notwendig, die im System implementiert sein müssen (L20). Dabei werden mehrere Tätigkeiten durch das Ausgabegerät gewährleistet. Darunter fällt der auditive Reiz in virtuellen Kreativumgebungen, der in Verbindung mit 3D-Modellen und anderen visuellen Reizen zur Ideengenerierung führt. Weiterhin wird die Kommunikation zwischen den Nutzern in kollaborativen virtuellen Kreativumgebungen ermöglicht, welche durch die Implementierung der auditiven Ausgabegeräte Informationen weiterer Nutzer auditiv empfangen können. Geeignet hierfür sind Kopfhörer (bestenfalls im HMD integriert) oder Lautsprecherboxen.

Haptischer Datenhandschuh (optionales Ausgabegerät): Die haptische Eingabe wurde bereits als optionale Hardware-Unterstützung für *Virtual Creativity* beschrieben. Die haptische Ausgabe ist auch optional und führt durch die Einbindung eines weiteren Sinnesreizes zu einer

Erfahrung mit höherem Immersionsgrad in der virtuellen Umgebung (L20). Als geeignetes Ausgabegerät dient ein haptischer Datenhandschuh mit Kraftrückkopplung. Damit wird ermöglicht, dass die Interaktion mit 3D-Modellen realistischer wirkt. Durch eine Kraftrückkopplung werden beispielsweise Kräfte der Griffbewegung entgegengesetzt, um den Widerstand des Objektes zu simulieren.

Olfaktorische Maske (optionales Ausgabegerät): Die Einbindung des Geruchssinns bietet eine weitere Möglichkeit, die Erfahrung in der virtuellen Umgebung mit einem höheren Immersionsgrad zu gestalten (L20). Da olfaktorische Ausgabegeräte noch nicht ausgereift sind, lediglich ein kleines Spektrum an möglichen Düften und eine eingeschränkte Verfügbarkeit besitzen, wird diese Art von Ausgabegeräten als optional eingestuft.

4.3.3 Software-Architektur

Auf Basis der Leitlinien zur Gestaltung von VR-basierten Werkzeugen wurden Funktionen identifiziert, die zur Unterstützung der Ideengenerierung notwendig sind [GT19, S. 25 ff.]. Die Funktionen, die durch Skripte in der Software implementiert werden, und die Inhalte, die verwendet werden, sind in zwei Bereiche gegliedert: Szene und Ordner-Hierarchie. In der Szene sind unterschiedliche Skripte wie beispielsweise *SteamVR* und *PlayerPrefab* enthalten. In letzterem sind zusätzlich Funktionen der Gestaltungs-, Kollaborations- und Dokumentationswerkzeuge enthalten. Abbildung 4-8 beinhaltet die Software-Architektur mit der Zuordnung der essenziellen Skripte durch ihre Namen.

Weiterhin sind übergeordnete Skripte im VR-basierten Werkzeug enthalten, die bei der Umsetzung mehrerer Funktionen notwendig sind. Dabei basieren die integrierten Skripte und Inhalte auf frei verfügbaren und selbst generierten Inhalten und Skripten. In den folgenden Kapiteln (4.3.3.1 bis 4.3.3.4) werden die einzelnen Subsysteme und der unterstützende Inhalt beschrieben und die Funktion der Skripte erläutert. Die Verknüpfung der Skripte (beispielsweise durch die Übergabe von Variablen) wird im Anhang A2.1 detaillierter beschrieben. Darüber hinaus ist der Quellcode elementarer Skripte im Anhang A2.2 enthalten.

4.3.3.1 Umgebungskonfigurator

Zur Gestaltung einer Vielzahl an virtuellen Kreativumgebungen bedarf es Möglichkeiten, die Gestaltung benutzerfreundlich ohne große Programmierkenntnisse durchzuführen. Durch die Gestaltung wird die Ideengenerierung unterstützt (L22). Diesen Zweck erfüllen Autorensysteme, die es ermöglichen, Inhalte zu verknüpfen, zu gestalten und anzupassen, ohne dies in einer Programmierumgebung durchführen zu müssen. Der Umgebungskonfigurator, der in *Virtual Creativity* durch bestimmte Skripte eingebunden ist, ist ein Autorensystem. Durch diesen wird es dem Moderator in der Phase der Präparation ermöglicht, geeignete virtuelle Kreativumgebungen benutzerfreundlich gestalten zu können. Die folgenden Funktionen können zur Gestaltung genutzt werden:

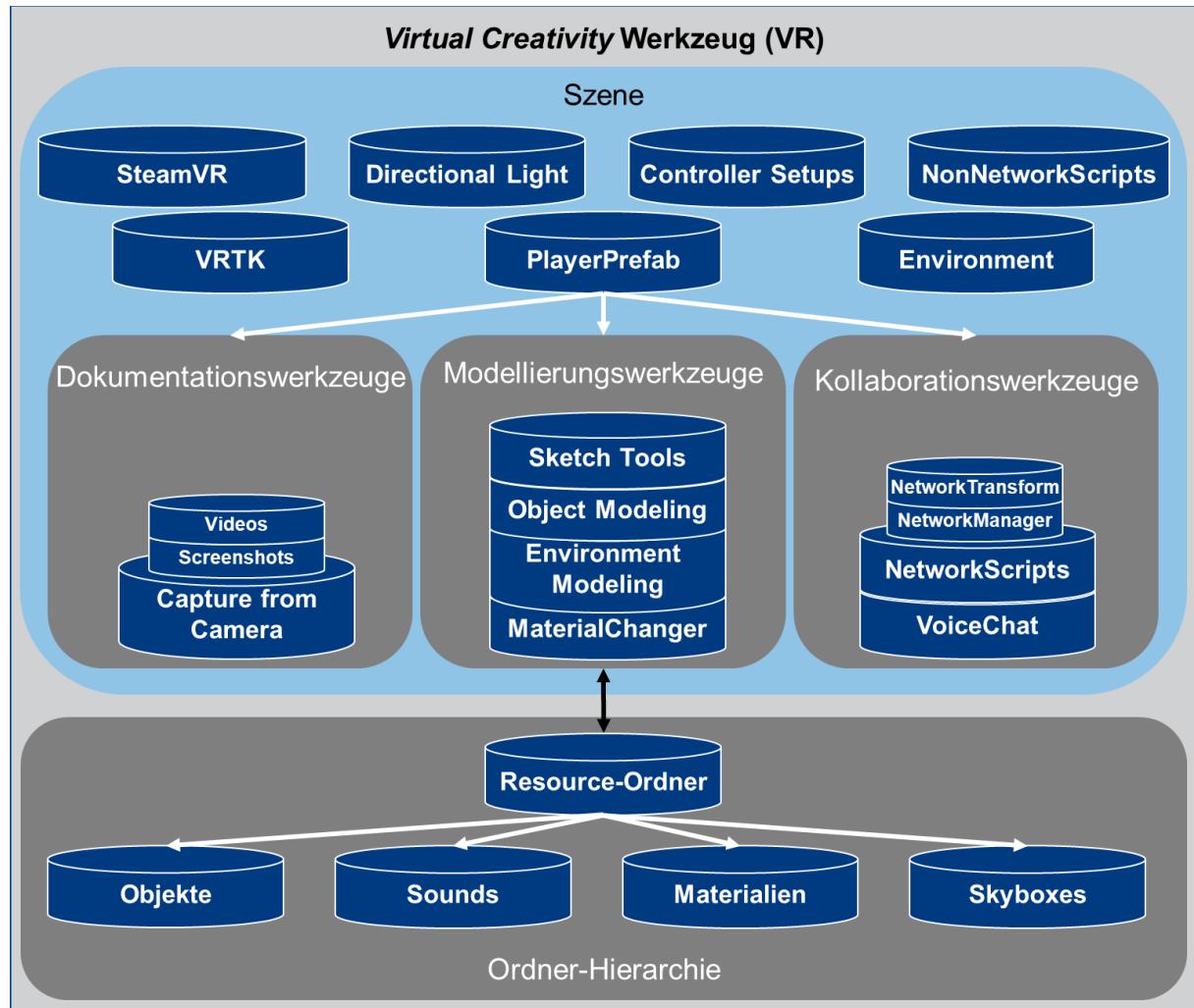


Abbildung 4-8: Einbindung von Skripten für Funktionen des VR-basierten Werkzeugs (basierend auf [GT19, S. 25 ff.])

3D-Modell verändern: Die Funktion ermöglicht es, auf Eigenschaften der Objekte (3D-Modelle) zuzugreifen und diese zu verändern. Bei den veränderlichen Eigenschaften handelt es sich um die Skalierung und die Rotation um X-, Y- und Z-Achse. Somit lässt sich mit der Funktion die Größe der Objekte verändern. Das Menü zur Änderung der Eigenschaften befindet sich stationär auf dem linken Controller und kann mit dem rechten Controller angewählt werden.

Skybox wechseln: Mit dem Begriff *Skybox* wird der Hintergrund in einer virtuellen Umgebung bezeichnet. Durch das Skript *SkyBoxChanger*, das in *PlayerPrefab* enthalten ist, wird es dem Gestalter ermöglicht, diese zu verändern. Zur Umsetzung wird auf den Ressourcen-Ordner „*Skyboxes*“ zugegriffen. Darin enthalten sind *Cube Maps* unterschiedlicher Thematik, die durch ein Benutzermenü per Controller ausgewählt werden können.

Material wechseln: Das Skript *MP_MaterialLoader* (enthalten in *PlayerPrefab*) ist eine Manipulation der Objekteigenschaften. In diesem Fall wird das Material beziehungsweise die Beschaffenheit der Oberfläche eines Objektes verändert. Durch die Veränderung des Materials

kann sich die komplette Erscheinung eines Objektes verändern. Zur Auswahl werden die einsetzbaren Materialien in einem Menü aufgeführt und können durch den Controller ausgewählt werden. *FastChangeMaterial* ist ein weiteres Skript zur Manipulation von Objekteigenschaften. Wie bei *MP_MaterialLoader* wird das Material eines Objektes verändert. Im Gegensatz zu diesem Skript handelt es sich bei *FastChangeMaterial* um eine Schnellfunktion. Dies wird ermöglicht, indem ein bereits vorhandenes Material eines Objektes per Controller gewählt wird und an andere Objekte weitergegeben wird.

Lösche 3D-Modell: Diese Schnellfunktion ermöglicht dem Gestalter das Löschen von Objekten in der virtuellen Kreativumgebung. Per Auslösung eines Buttons auf dem Controller und anschließender Fixierung des 3D-Modells wird dieses aus der virtuellen Umgebung entfernt.

Dupliziere 3D-Modell: Die Schnellfunktion *MP_DuplicateObject* ermöglicht die Vervielfältigung von bereits in der virtuellen Kreativumgebung vorhandenen 3D-Modellen. Die Einbindung neuer 3D-Modelle kann direkt per Controller realisiert werden.

Zufallsgenerator: Die Funktion, die durch das Skript *CreateRandomEnvironment* eingebunden wird, ermöglicht es dem Gestalter der virtuellen Kreativumgebungen, eine zufällige Zusammensetzung von 3D-Modellen in den virtuellen Kreativumgebungen zu platzieren. Dabei wählt der Gestalter die Anzahl der 3D-Modelle aus, die zufällig in der Umgebung eingebunden werden.

Umgebung speichern: Beim Speichern der generierten Umgebungen werden die einbezogenen 3D-Modelle, Skizzen, Materialien und *Cube Maps* in Lage und Skalierung gespeichert. In Verbindung mit dem Laden der Umgebungen ist es so möglich, einmal erstellte, virtuelle Kreativumgebungen wiederzuverwenden.

Die Grundlage für das VR-basierte Werkzeug bilden die Inhalte, die über unterschiedliche Skripte im Umgebungskonfigurator eingebunden werden (siehe Abbildung 4-8). Zum Beispiel greift der Umgebungskonfigurator beim Einfügen eines 3D-Modells auf die entsprechende Auswahl an 3D-Modellen zu. Der Inhalt ist in vier Ressource-Ordnern unterteilt, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden:

Objekte: Objekte, auch als 3D-Modelle bezeichnet, sind grafische Repräsentationen, die in das VR-basierte Werkzeug eingebunden werden (L25). Diese setzen sich aus einer Beschreibung der Geometrie und des Materials, das die Oberflächenbeschaffenheit beschreibt, zusammen. Für VR/AR-Anwendungen werden im Regelfall 3D-Modelle verwendet, deren Geometrie auf Basis von Polygonen beschrieben wird. Für die Anbindung an weitere unternehmensinterne Informationssysteme wie zum Beispiel Enterprise-Resource-Planning- (ERP), Product-Life-cycle-Management- (PLM) und CAD-Systeme müssen zusätzliche Schnittstellen geschaffen werden. KOCH beschreibt bei der Einbindung von CAD-Systemen resultierende Synergien und Herausforderungen [Koc86, Koc89]. Objekte auf Basis von CAD können in ein Polygon-basiertes Format konvertiert werden. Für die Entwicklung der Demonstratoren wird auf frei verfügbare 3D-Modelle auf Polygon-Basis zurückgegriffen. Um eine hohe Variation der Stimulation gewährleisten zu können, werden 3D-Modelle, die sich in Bezug auf Themen (Maschinen,

Natur, Grundmodelle), Komplexität der Geometrie (Anzahl der Polygone im Modell) und Texturen (einfache Farben oder Spiegelungen) unterscheiden, in einer Datenbank zugänglich gemacht. Die Avatare der Nutzer werden durch einfache eiförmige Geometrien abgebildet und führen zu einer Anonymisierung der Nutzer (L15).

Materialien: Wie bereits in Bezug auf die Objekte erläutert, beschreibt das Material die Oberflächenbeschaffenheit der 3D-Modelle. Für die Beschreibung des Materials können auch Texturen verwendet werden, die die Oberfläche des Modells durch ein Bild beschreiben. Wie bei den 3D-Modellen werden Texturen eingesetzt, die unterschiedlichen Themen zugeordnet werden können. Durch die Funktion „Material wechseln“ des Umgebungskonfigurators sind die Nutzer in der Lage, Texturen verschiedenen 3D-Modellen der virtuellen Kreativumgebung zuzuordnen (L26).

Skyboxes: Dabei handelt es sich um den Hintergrund einer Szene, der durch die Innenseiten eines Würfels dargestellt wird. Mit Hilfe der sechs Innenseiten wird der komplette Hintergrund einer virtuellen Umgebung dargestellt. Hierfür werden sogenannte *Cube Maps* verwendet. Durch die Veränderung der *Skybox* lässt sich somit ein signifikanter Unterschied generieren. Durch die Funktion „Skybox wechseln“ des Umgebungskonfigurators kann der Nutzer diese beliebig ändern. Wie bei den 3D-Modellen und den Texturen enthält die Datenbank thematisch unterschiedliche *Cube Maps*, die eine Variation der Stimulation zulassen. Diese Funktion wird über das Skript *MP_ChangeSkybox* in *PlayerPrefab* realisiert (L27).

Sounds: Dabei handelt es sich um Audiodateien, die virtuellen Umgebungen zugeordnet werden können. Somit ist es möglich, visuelle mit auditiver Stimulation zu verknüpfen. Durch die Skripte *PlaySounds* und *NewClicksound* wird die Einbindung realisiert.

4.3.3.2 Modellierungswerkzeuge

Modellierungswerkzeuge werden in *Virtual Creativity* implementiert, um generierte Ideen visualisieren und darauf aufbauend weiterentwickeln zu können (L23). Durch die Visualisierung der Ideen wird innerhalb einer Gruppe ein gemeinsames Verständnis für die Idee geschaffen. Zur Modellierung generierter Ideen sind in *Virtual Creativity* zwei Funktionen eingebunden, die eine grobe Visualisierung der Ideen ermöglichen:

Whiteboard: Die virtuelle Repräsentation eines Whiteboards mit dazugehörigen Stiften in unterschiedlichen Farben wird durch das Skript *InstantiateWhiteboard* realisiert. Dabei kann der Nutzer Ideen zweidimensional skizzieren und dokumentieren. Die Oberfläche des Whiteboards fungiert als beschreibbares „Canvas“. Die Stifte können per Controller bedient werden, der dabei wie ein Stift gehalten und genutzt wird.

Sketch: Beim sogenannten „Sketching“ handelt es sich um ein Werkzeug zur räumlichen Skizzierung. Das Grundlegende für die Darstellung räumlicher Linien bildet eine Kugel. Zur Erzeugung einer dreidimensionalen Linie müssen die Kugeln aneinander gereiht werden, sodass eine Linie entsteht. Durch die Variation der Kugelgröße, den veränderbaren Abstand zwischen Nutzer und Kugel und der Nutzung unterschiedlicher Kugelfarben hat der Nutzer viele Optionen,

um dreidimensionale Skizzen zu generieren. Weiterhin gibt es eine Funktion, die zur Erzeugung von Linien verwendet werden kann.

Die Funktionen werden überwiegend in den Skripten *ControllerSetup* und *PlayerPrefab* eingebunden. Da die Funktionen einen direkten Bezug zum Nutzer haben, besitzt *PlayerPrefab* die Skripte für die Sketching- und die Whiteboard-Funktion.

4.3.3.3 Dokumentationswerkzeuge

Die Einbindung von Dokumentationswerkzeugen ist notwendig, um die generierten Ideen mit weiteren Personen teilen zu können (L14, 17, 24). Zusätzlich wird ermöglicht, dass zu einem späteren Zeitpunkt auf die generierten Ideen zugegriffen werden kann. Um Ideen in geeigneter Art und Weise dokumentieren zu können, sind im VR-basierten Werkzeug *Virtual Creativity* unterschiedliche Dokumentationsfunktionen hinterlegt, die im Folgenden erläutert werden:

Screenshot: Die Dokumentation statischer Inhalte (Skizzen, Aufzeichnungen des Whiteboards) wird per Screenshots umgesetzt. Per Buttonbetätigung werden Bilder der aktuellen Kameraperspektive des Nutzers angefertigt. Auf diese Weise können Nutzer Skizzen, generierte Prototypen und Notizen digital dokumentieren. Die Screenshots werden in einer Datenbank des Nutzers gespeichert. Durch die Funktion kann weiterhin auf die Galerie selbstgemachter Screenshots zurückgegriffen werden, um diese in kollaborativen Phasen der Ideengenerierung zu präsentieren.

Video: Für die Dokumentation dynamischer Inhalte (beispielsweise die Beschreibung einer Skizze) wird eine Videofunktion implementiert. Dabei wird auf eine frei verfügbare Applikation zurückgegriffen, die zehn Sekunden lange Video-Sequenzen ermöglicht. Die Videos werden in der Datenbank des Nutzers gespeichert und können über den Server weiteren Personen zugänglich gemacht werden. Die übergeordneten Skripte und das Skript *CapturefromCamera* werden zur Realisierung der Funktionen verwendet.

4.3.3.4 Kollaborationswerkzeuge

Zur Nutzung der Kreativitätstechnik in verteilt agierenden Gruppen ist es unerlässlich, das VR-basierte Werkzeug mit Kollaborationswerkzeugen auszustatten, mit deren Hilfe dieser sich Nutzer in der gleichen virtuellen Kreativumgebung miteinander verstündigen und interagieren können. Bei der Betrachtung dieser Klasse liegt der Fokus auf der Kommunikation zwischen Nutzern und nicht auf deren Interaktion mit der virtuellen Umgebung. In den kommenden Absätzen werden die Werkzeuge vorgestellt, die dafür notwendig sind:

Netzwerkmanagement: Das Netzwerkmanagement basiert auf dem *Unity Multiplayer* (L21). Da die Software mit *Unity 3D* entwickelt wurde, bestehen Synergien zu diesem. Durch die Einbindung eines *Network Manager* können Skripte, Variablen und Objekte netzwerkfähig gemacht werden. Das heißt, dass zur kollaborativen Nutzung einige Skripte angepasst werden müssen, um eine Interaktion zwischen Server und Nutzer zu ermöglichen. Der Server wird von *Unity 3D* frei zur Verfügung gestellt. Dabei ist eine Kapazität von 20 Nutzern möglich.

Audiokommunikation: Die Audiokommunikation wird über die Einbindung des Skripts *VoiceChat* generiert. Per Headsets können Nutzer in kollaborativen Phasen miteinander sprechen. Dabei besitzt die Kommunikation wie bei anderen Conferencing-Werkzeugen eine geringfügige Latenz, die von den Nutzern beachtet werden muss.

Elementar bei der Realisierung der Funktionen sind die Skripte *NetworkScripts* und *VoiceChat*. Weiterhin sind einige Skripte (*VRTK*, *SteamVR*, *ControllerSetups* und *PlayerPrefab*) zur Umsetzung von Kommunikation und Interaktion zwischen Nutzern eingebunden.

4.4 Virtuelle Kreativumgebungen

Auf Basis des VR-basierten Werkzeugs werden mit Hilfe der unterschiedlichen Funktionen des Umgebungskonfigurators vom Moderator virtuelle Kreativumgebungen gestaltet. Da Moderatoren nicht zwingend eine hohe Expertise in der Stimulation der Kreativität besitzen, benötigen diese Anleitung bei der Gestaltung der Kreativumgebungen. Aus diesem Grund wurden bereits in Kapitel 3.4 Leitlinien aufgestellt, die die jeweiligen Gestalter unterstützen.

4.4.1 Gestaltungshilfen für virtuelle Kreativumgebungen

Für die optimale Stimulation der Nutzer ist ein hoher Grad visueller Stimulation für die „Reizumgebungsmethode“ wichtig. Dabei ist es sinnvoll Themen, Stimmungen und Erfahrungen der Nutzer einzubinden und anzusprechen. Zusätzlich ist es notwendig zu wissen, welcher Grad an Innovation mit der Methode verfolgt wird. Bei der Generierung disruptiver und radikaler Innovation ist es wichtig, eine Vielzahl unterschiedlicher visueller Reize zu setzen, damit eine hohe Heterogenität an Ideen generiert wird. Des Weiteren ist es hilfreich, eine interdisziplinäre Gruppe in die Nutzung der Methode einzubinden. Bei inkrementellen Innovationen ist es sinnvoll, Inhalte bereits bestehender Vorserialenprodukte zu nutzen und Entwickler und potenzielle Nutzer des Produktes in die Methode einzubinden, damit Anforderungen und Wünsche direkt in die Weiterentwicklung einfließen können. Für den Gestalter einer virtuellen Kreativumgebung bedeutet dies, dass im besten Fall Erfahrungen und charakterliche Eigenschaften der Teilnehmer, die einen Einfluss auf die Kreativität haben, bekannt sind. Da dies einen erheblichen Vorbereitungsaufwand für das Anlegen eines Profils für jeden Teilnehmer bedeuten würde, ist dies zur Durchführung einer intuitiven Kreativitätstechnik nicht praktikabel. Wie bereits im Kapitel zum Stand der Wissenschaft dargelegt wurde, unterscheidet sich die Kreativität von Mensch zu Mensch und muss daher auch individuell stimuliert werden. Um den Aufwand zur personalisierten Stimulation der Kreativität zu minimieren, ist es sinnvoll, virtuelle Kreativumgebungen zu gestalten, die sich thematisch unterscheiden. (L30 bis L41).

5 Validierung

Zur Prüfung auf Machbarkeit und Benutzerorientierung der „Reizumgebungsmethode“ und insbesondere des VR-basierten Werkzeugs wurden drei Validierungsphasen durchgeführt. In der ersten Phase „Vorstudie“ wurde der generelle Effekt des *Creativity Priming* mit Hilfe von sechs statischen virtuellen Kreativumgebungen geprüft. Diese unterschieden sich durch implementierte Mobilitäts- und Interaktionsfähigkeiten und verschiedene Themen. Basierend auf den Weiterentwicklungen wurde in der zweiten Validierungsphase ein Vergleich zwischen den entwickelten VR-unterstützten und klassischen Kreativitätstechniken durchgeführt. Bei den ersten beiden Validierungsphasen wurde die Untersuchung zuerst als individuelle Methode durchgeführt und somit die kollaborativen Interaktionen nicht berücksichtigt. In der letzten Validierungsphase wurde die finalisierte Kreativitätstechnik mit dem dazugehörigen VR-basierten Werkzeug in einem realen Umfeld kollaborativ eingesetzt. In den folgenden Unterkapiteln 5.1, 5.2 und 5.3 werden die Vorgehensweisen, Resultate und Interpretationen der drei Validierungsphasen erläutert.

5.1 Vorstudie

Die Vorstudie umfasste die ersten Untersuchungen des Creativity-Priming-Effekts [GTP17, S. 19 ff.]. Im Kapitel zum Stand der Wissenschaft wurden bereits Untersuchungen in diesem Kontext beschrieben. Darüber hinaus wurden weiterhin die Effekte von Einflussmöglichkeiten des Nutzers auf Kreativität dargestellt. Unter diese Einflussmöglichkeiten fallen die Mobilität und die Interaktion im virtuellen Raum. Die gestalteten virtuellen Kreativumgebungen, Teile der Validierungsschritte und der Resultate entstammen der Arbeit von SCHNIEDERMEIER [ST17].

5.1.1 Vorgehen

Das Vorgehen umfasst die Rahmenbedingungen für die Anwendung, den dazugehörigen Status des VR-basierten Werkzeugs und den Ablauf der Validierungsschritte. Es handelt sich bei der Vorstudie um eine Machbarkeitsstudie.

Um die notwendigen Rahmenbedingungen zu schaffen, wurde die Vorstudie als Kreativitätsworkshop in einem *Live-Lab* des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) durchgeführt. In diesem *Live-Lab* bearbeiteten sechs Gruppen mit jeweils sieben Mitgliedern (eine Gruppe mit acht Mitgliedern) Aufgaben eines deutschen Großunternehmens aus der Maschinenbaubranche. Die Gruppenmitglieder waren Studierende der Ingenieurwissenschaften im Masterstudienengang. Dabei bekam jede Gruppe eine Aufgabe, die im Rahmen der sechsmonatigen Laufzeit bearbeitet werden musste. Die Vorstudie wurde in einer frühen Phase (Produktprofilphase) durchgeführt, um frühe kreative Impulse zur Lösungsfindung zu erhalten. Es nahmen 43 Teilnehmer an der Vorstudie teil.

Zur Durchführung der Vorstudie wurden mit Hilfe einer Grafik-Engine sechs virtuelle Kreativumgebungen (Abbildung 5-1) programmiert, die sich durch die Parameter Inhalt, Mobilität

und Interaktion unterschieden. Dafür wurden virtuelle Umgebungen mit Hilfe von 3D-Modellen modelliert und Funktionen hinterlegt. Durch die Anpassung der Parameter wurde der Einfluss der jeweiligen Parameter auf die Generierung der Ideen untersucht.

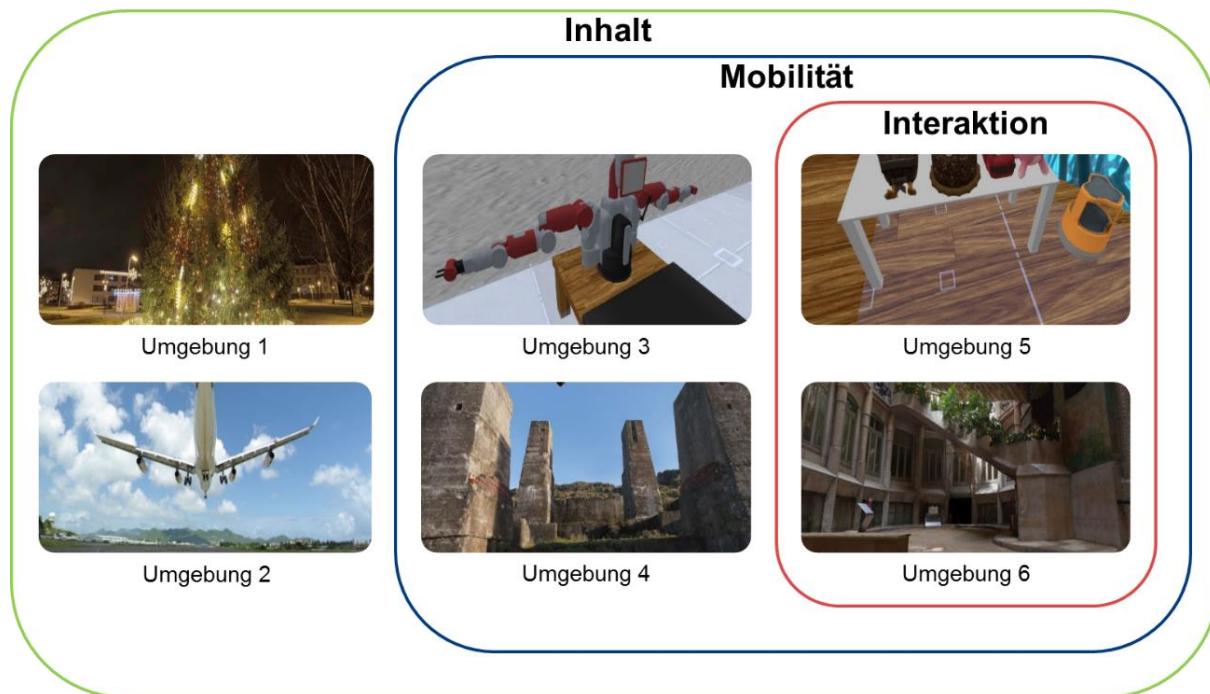


Abbildung 5-1: Virtuelle Kreativumgebungen für die Vorstudie

In allen Umgebungen unterschieden sich die Inhalte. Die Umgebungen 1 und 6 umfassten urbane Strukturen. Sie unterschieden sich allerdings durch die Lichtverhältnisse und den thematischen Fokus. Die Umgebungen 2 und 4 hatten einen Fokus auf Natur, wobei Umgebung 2 durch die Kombination von Strand und Flugzeug einen hohen inhaltlichen Kontrast bot. Umgebung 3 beinhaltete die Betrachtung einer technischen Infrastruktur mit künstlicher Beleuchtung und Maschinen. Umgebung 5 beinhaltete Aspekte, die für einen Menschen unter normalen Bedingungen nicht erlebbar sind. Dies umfasste einen Hintergrund, der eine komplexe Gitterstruktur darstellt.

Weiterhin unterschieden sich die virtuellen Kreativumgebungen durch den Parameter Mobilität. In den Umgebungen 1 und 2 war die Mobilität stark eingeschränkt. Nutzer konnten die Perspektive der Umgebungen durch die Neigung des Kopfes und die Drehung des Körpers um die eigene Achse ändern. Eine Veränderung des Standorts war nicht möglich. In den Umgebungen 3 bis 6 war die Mobilität durch sogenanntes *Room Scaling* und die Funktion der Teleportation erweitert. Beim *Room Scaling* handelt es sich um die Möglichkeit des Nutzers, sich in einem vorkalibrierten Bereich von ca. 16 m² zu bewegen. Dies wird durch das Outside-In-Tracking mit externen Sensoren der *HTC Vive* ermöglicht. Die Funktion der Teleportation wurde durch ein standardisiertes Skript umgesetzt. Dadurch war der Nutzer in der Lage, sich an das Ende einer definierten Wurfparabel zu teleportieren. Die beiden Optionen für die Mobilität ermöglichten es dem Nutzer, die Umgebung von unterschiedlichen Standorten aus zu betrachten.

In den Umgebungen 5 und 6 war zusätzlich eine Funktion zur Interaktion mit dem virtuellen Inhalt implementiert. Dabei handelte es sich um eine sogenannte Grabbing-Funktion, die es dem Nutzer ermöglicht, virtuelle Objekte zu greifen, zu halten und zu werfen.

Für die Vorstudie wurden Paare gebildet, die an der Vorstudie teilnahmen (Abbildung 5-2).

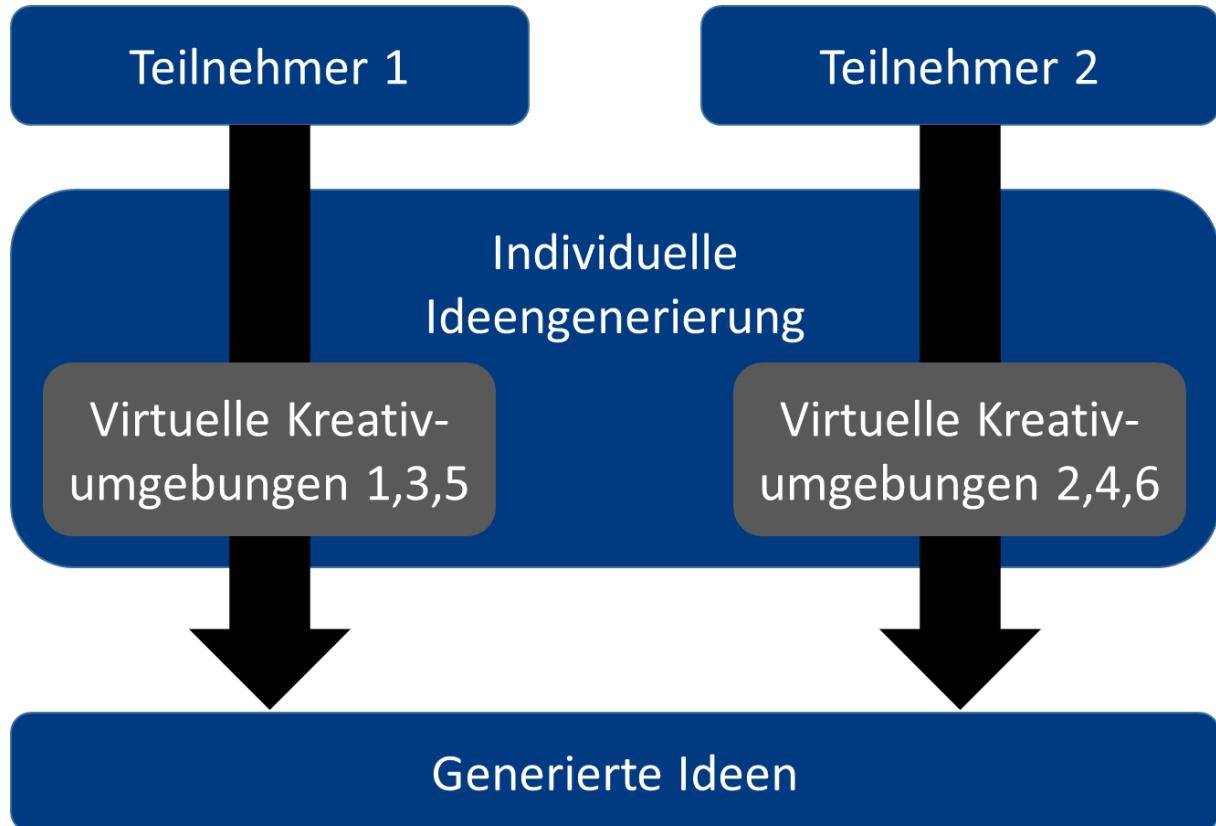


Abbildung 5-2: Ablauf der Vorstudie

Vor der Durchführung wurde von den Teilnehmern ein Fragebogen beantwortet, der Auskunft über bevorzugte Formen der Informationsaufnahme, Vorkenntnisse im Bereich Kreativitätstechniken und VR-Technologie gab. Zur Untersuchung der virtuellen Kreativumgebungen wurden die Aufgabenstellungen der Gruppen im Rahmen des *Live-Labs* genutzt, um in der frühen Phase Ideen zu generieren. Dafür wurden von jedem der beiden Teilnehmer eines Paars drei der sechs virtuellen Kreativumgebungen genutzt. Mit Hilfe eines HMD wurde es dem Teilnehmer ermöglicht, diese visuell wahrzunehmen. Dabei handelte es sich jeweils um eine Umgebung ohne Möglichkeit der Mobilität und Interaktion, eine mit Möglichkeit der Mobilität und eine mit Möglichkeit der Mobilität und Interaktion. In jeder Umgebung hatten die Teilnehmer sechs Minuten Zeit, um eine Vielzahl von Ideen zu generieren. Zur Dokumentation der generierten Ideen und zur Unterstützung diente der zweite Teilnehmer der Paare. Nach der Ideengenerierung mit Hilfe der drei virtuellen Kreativumgebungen tauschten die Teilnehmer die Rolle, sodass der erste Teilnehmer die Dokumentation der Ideen übernahm und der zweite mit Hilfe der drei weiteren virtuellen Kreativumgebungen Ideen generierte. Im Anschluss wurde von den Teilnehmern ein Fragebogen beantwortet, der die Einflüsse von Mobilität und Interaktion in den virtuellen Kreativumgebungen beinhaltete. Weiterhin wurden die Teilnehmer gebeten, Optimierungspotenziale zu beschreiben.

5.1.2 Resultate

Die Fragebögen, die vor der Durchführung der Vorstudie beantwortet wurden, enthielten Informationen zu bisherigen Erfahrungen mit VR-Technologie und Kreativität sowie die Bewertung unterschiedlicher Formen der Informationsaufnahme. Bei den Teilnehmern handelte es sich um Studierende im Master Maschinenbau im Alter zwischen 20 und 30 Jahren. Da die Vorstudie im Kontext eines halbjährigen Projekts für Studierende durchgeführt wurde, wurden den Teilnehmern verschiedene Rollen (Methodeningenieur, Produktmanager, Konstruktionsingenieur, ...) zugeordnet. Die Arbeit wurde in sieben Gruppen unterteilt, sodass jede Rolle im Gesamtprojekt siebenmal enthalten war. Die Teilnehmer gaben Auskunft über ihre Erfahrungen mit der VR-Technologie (Abbildung 5-3).

Während immerhin 36,6 % der Teilnehmer Erfahrungen in der Nutzung von VR-Technologie sammeln konnte, hatten nur 2,4 % bereits einmal an der Gestaltung einer VR-Applikation mitgearbeitet. Mit einem Anteil von 56,1 % hatte die Mehrheit bisher lediglich durch Artikel oder Bilder Kontakt mit der Materie. Wenige Teilnehmer (7,3 %) hatten bis zu diesem Zeitpunkt gar keine Vorkenntnisse.

Hinsichtlich der Frage nach der Anwendung von Kreativitätstechniken zeigte sich ein anderes Bild: 48,8 % der Teilnehmer gaben an, dass sie oft Kreativitätstechniken benutzten, 43,9 % verwendeten sie manchmal. Nur wenige Teilnehmer wiesen darauf hin, dass sie Kreativitätstechniken sehr häufig (4,9 %) oder nie (2,4 %) nutzten.

Bei der Eigeneinschätzung bezüglich der Kreativität gab die Mehrheit (65,9 %) an, dass sie sich für teilweise kreativ hielten. Ein weiterer großer Anteil (29,3 %) hielt sich voll und ganz für kreativ. Nur eine Minderheit (4,9 %) gab an, dass sie wenig kreativ wäre. Niemand wähnte sich gar nicht kreativ.

Im Anschluss an die Durchführung wurde ein weiterer Fragebogen durch die Teilnehmer beantwortet. Da die beiden Teilnehmer der Paare unterschiedliche Umgebungen getestet hatten, gab es eine Variante A und B des Fragebogens, die sich lediglich durch die Bewertung der jeweils genutzten virtuellen Kreativumgebungen unterschieden.

Die Fragebögen beinhalteten Fragen zur Bewertung der Methode, der unterschiedlichen virtuellen Kreativumgebungen und Eigenschaften des VR-basierten Werkzeugs (Interaktion, *User Experience*).

Zu Beginn des Fragebogens wurde in Erfahrung gebracht, inwiefern der Faktor Spaß eine Rolle bei der Nutzung der Methode und Technologie spielte (siehe Abbildung 5-4). Die Mehrheit der Teilnehmer (83,52 %) gab an, dass sie Spaß bei der Nutzung der Methode hatten. Weitere Teilnehmer hatten teilweise Spaß bei der Durchführung (14,14 %). In Bezug auf die Nutzung der VR-Technologie fiel das Urteil noch positiver aus: Fast alle Teilnehmer (90,6 %) hatten Spaß bei der Nutzung der Technologie.

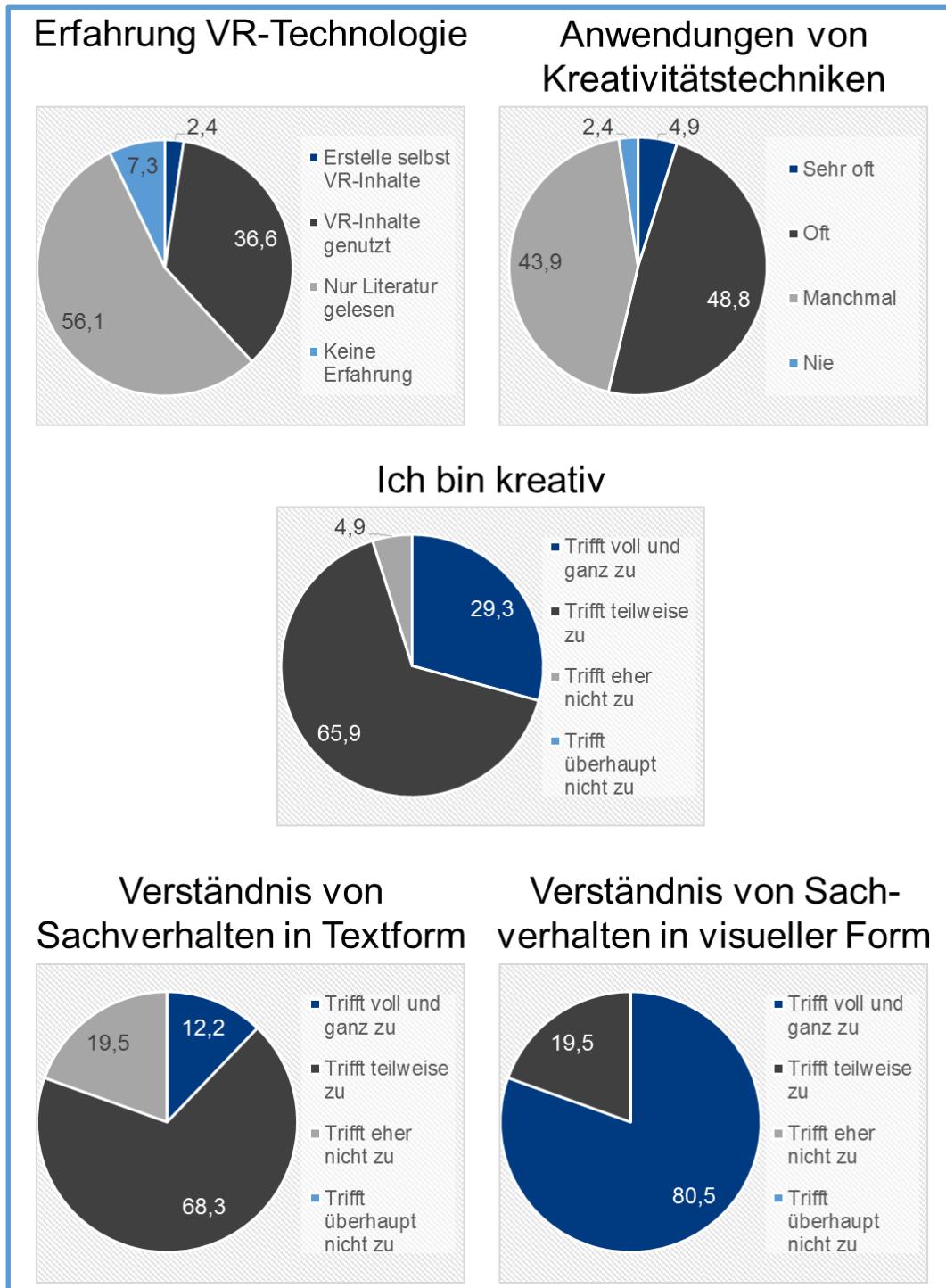


Abbildung 5-3: Ergebnisse des ersten Fragebogens der Vorstudie

Der nachfolgende Fragenblock thematisierte unterschiedliche Aspekte der konzipierten Methode (siehe Abbildung 5-4). Dabei wurden beispielsweise die aktuellen und perspektivischen Rollen betrachtet. Die Unterstützung einer Person / eines Protokollanten außerhalb der VR-Umgebung wurde prinzipiell positiv bewertet. Dabei gaben 44,2 % der Teilnehmer an, dass die weitere Person eine Unterstützung darstellte. Ein vergleichbar großer Anteil (46,55 %) empfand die weitere Person nur teilweise als unterstützend. Eine weitere Rolle in der Anwendung der

Methode spielte der Moderator, der Hilfestellungen gab und methodisch unterstützte. Die Teilnehmer der Vorstudie bewerteten die Unterstützung durch den Moderator ähnlich wie die des Protokollanten.

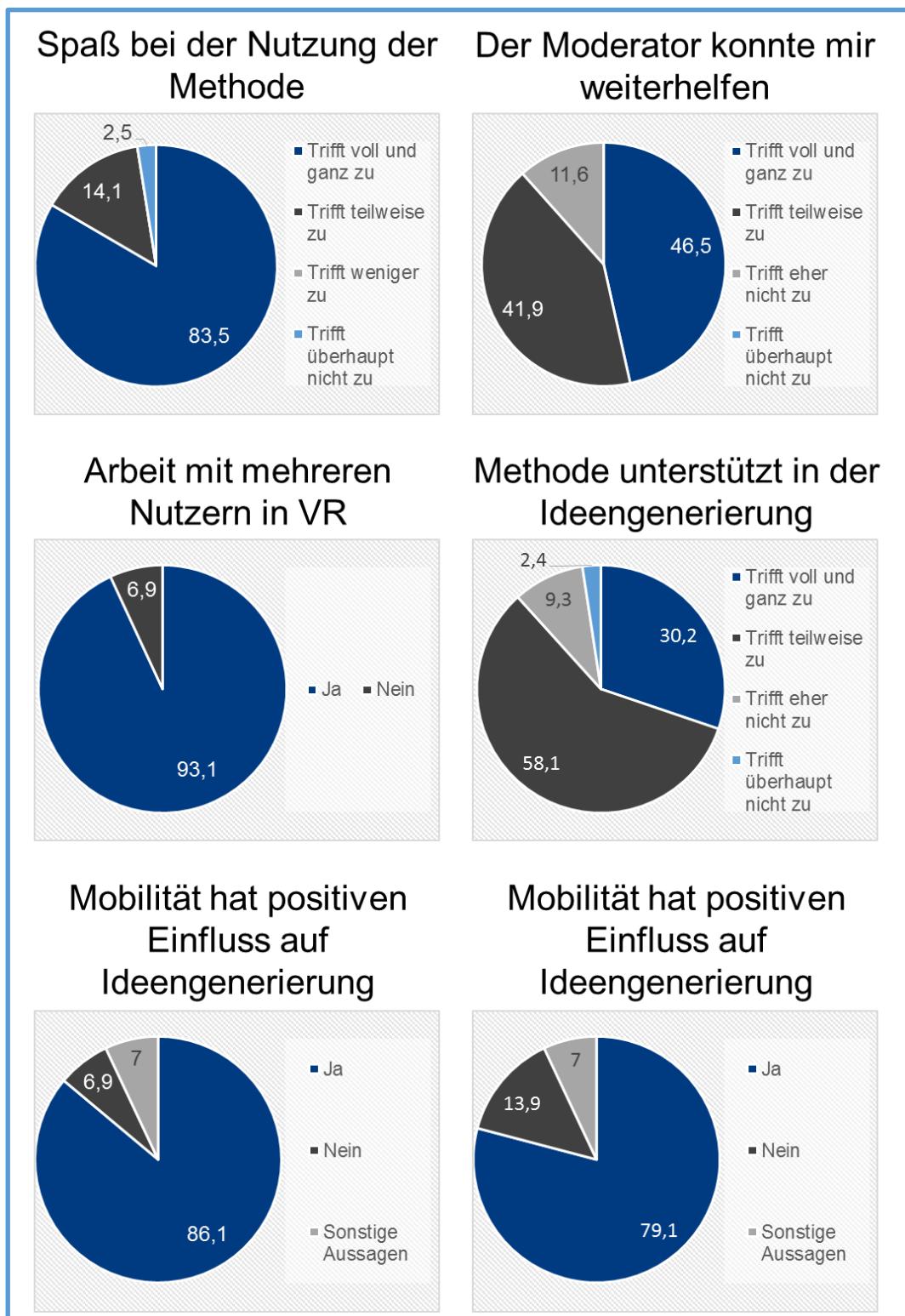


Abbildung 5-4: Ergebnisse des zweiten Fragebogens der Vorstudie

Ein Großteil (46,5 %) fühlte sich voll und ganz durch den Moderator unterstützt. Ein vergleichbar großer Anteil (41,85 %) empfand die Unterstützung als teilweise angemessen. Ein vergleichsweise kleiner Anteil (11,65 %) fühlte sich durch den Moderator wenig unterstützt.

In Bezug auf Rollen in der Methode wurde abschließend in Erfahrung gebracht, ob die Teilnehmer die Einbindung weiterer Personen in die VR-Umgebung begrüßen würden. Fast alle Teilnehmer (93,1 %) bejahten diese Frage. Weiterhin wurde nach einem bestimmten Zeitpunkt des Auftretens von Ideen gefragt. Die Hälfte der Teilnehmer stellte heraus, dass nach fünf Minuten in der Session Ideen generiert wurden. Für weitere 28,55 % der Teilnehmer spielte der Zeitpunkt keine Rolle. Bezüglich der Methode wurden die Teilnehmer aufgefordert, die Unterstützung der Kreativität durch die Methode zu beurteilen. Ein Drittel (30,2 %) fühlte sich voll und ganz in seiner Kreativität unterstützt. Die Mehrheit (58,1 %) empfand den Einsatz als teilweise hilfreich zur Kreativitätsunterstützung.

Auf dieser Basis wurden die generierten virtuellen Kreativumgebungen beurteilt (Abbildung 5-5). Die Teilnehmer bewerteten dafür, wie anregend die Umgebungen wirkten und welchen Einfluss diese auf ihre Kreativität hatten. Für die Bewertung des Einflusses auf die Kreativität wurde eine Punkteskala von 1 (niedrig) bis 4 (hoch) gewählt. Die Betrachtung der Ergebnisse zeigt, dass die Umgebung 3 (technisches Produktionsumfeld) von den Teilnehmern als am stärksten stimulierend empfunden wurde (Mittelwert der Punkteskala: 3,33). Weiterhin kann Umgebung 4 hervorgehoben werden (3,088). Die weiteren Umgebungen wurden auf einem ähnlichen Niveau bewertet (2,476 bis 2,618).

Des Weiteren wurden Informationen über die Auswirkungen von Mobilität und Interaktion und den Zusammenhang mit Kreativität aus der Perspektive der Teilnehmer erhoben (siehe Abbildung 5-4). Der Zusammenhang zwischen Kreativität und Mobilität wurde von den Teilnehmern zu 86,05 % als sehr positiv bewertet, derjenige zwischen Kreativität und Interaktion wurde annähernd genauso positiv bewertet (78,9 %).

Um die notwendige Benutzerakzeptanz und -zufriedenheit zu erlangen, wurden Fragen zu diesem Themenfeld in den Fragebogen eingearbeitet. Diese umfassten Bedienbarkeit, Funktionsumfang, Verständlichkeit von Begrifflichkeiten und Symbolik, notwendiger Zeitaufwand zur Erlernung sowie die Eignung des VR-basierten Werkzeugs. Die Bedienung der Software wurde von den Teilnehmern als sehr einfach (53,35 %) und einfach (46,65 %) bewertet. Im Kontext von vorhandenen Haupt- und Nebenfunktionen gab die Mehrheit der Teilnehmer (53,7 %) an, dass die notwendigen Hauptfunktionen vorhanden sind. Ein weiterer großer Teil (26,9 %) gab an, dass Nebenfunktionen zur Aufgabenerfüllung fehlten. Die Teilnehmer wurden weiterhin nach der Verständlichkeit von Symbolen, Erklärungen und Begriffen befragt. Fast alle (88,5 %) bewerteten diese als gut verständlich. Nur wenige (11,5 %) bemängelten einige wenige Elemente als nicht gut verständlich. In Bezug auf die Zeit, die zum Erlernen des Umgangs mit der Software benötigt wird, stellten die Teilnehmer heraus, dass keine Zeit (34,75 %) oder wenig Zeit (62,95 %) benötigt wird. Abschließend gaben die Teilnehmer ein Urteil über die Eignung der Software für die Unterstützung der Kreativität an. Dabei kam heraus, dass der Großteil die Software vollumfassend (43,9 %) oder mit kleinen Mängeln (27,3 %) für geeignet erachtete.

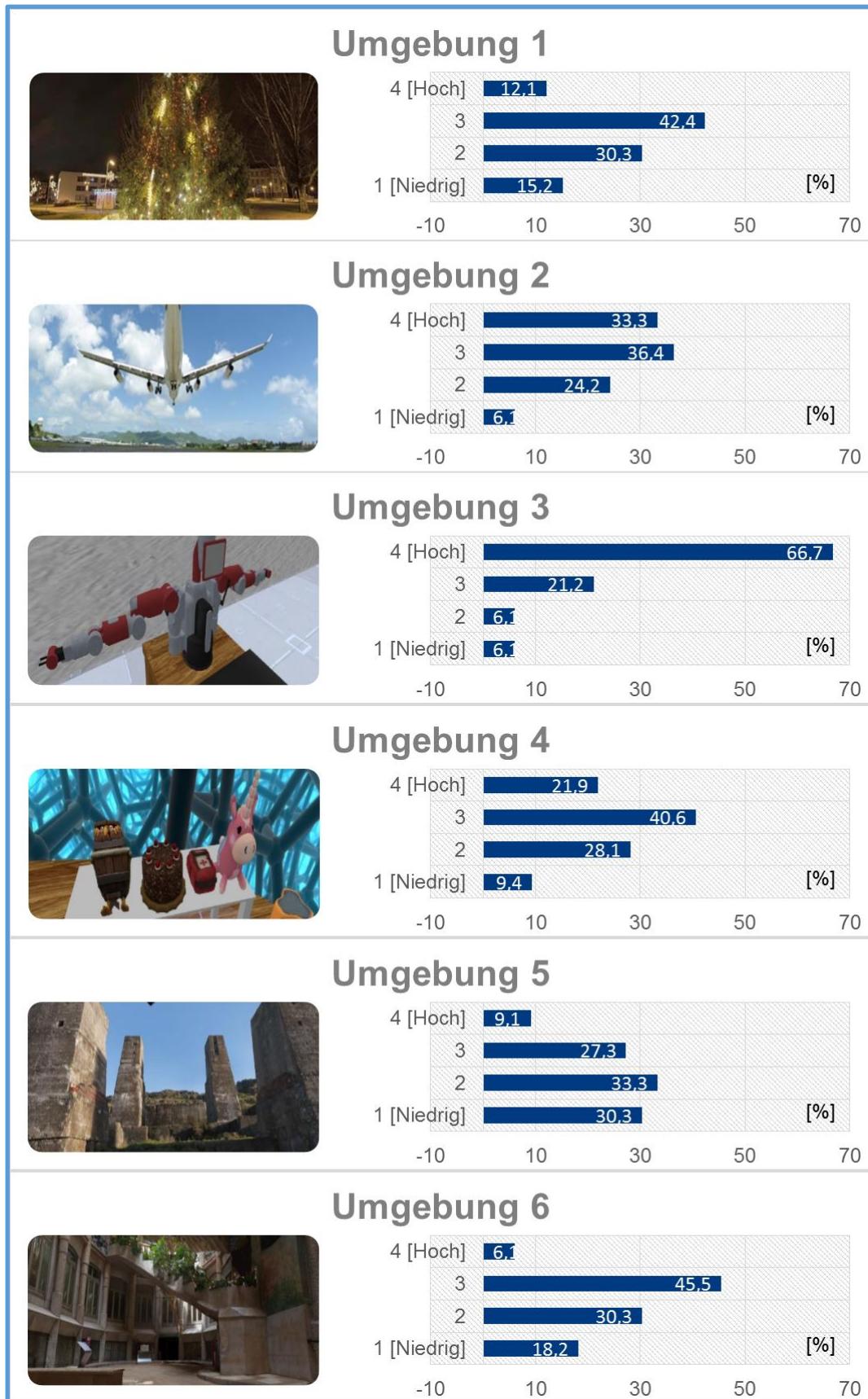


Abbildung 5-5: Bewertung des kreativen Einflusses auf die Teilnehmer

Abschließend wurden die Teilnehmer gebeten, positive und negative Aspekte herauszustellen, die ihnen bei der Durchführung der Methode aufgefallen waren.

Folgende positive Aspekte wurden am häufigsten genannt:

- Umgebungswechsel (12x),
- Unerschöpfliche Vielfalt (4x),
- Spaß und spielerisches Arbeiten (4x).

Folgende negative Aspekte wurden am häufigsten genannt:

- Nutzung durch einen Teilnehmer (3x),
- Technischer Aufwand (3x),
- Mangelnde Interaktionsmöglichkeiten (3x),
- Ablenkung (2x).

5.1.3 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

Auf Basis der zwei Fragebögen der Vorstudie wurden verschiedene Aspekte interpretiert, in den folgenden Punkten diskutiert und für die Weiterentwicklung der Methode und des dazugehörigen VR-basierten Werkzeugs zur Unterstützung der Kreativität einbezogen.

Punkt 1: Teilnehmer / potenzielle Nutzer verfügen über keine oder wenig Erfahrung mit VR-Technologie.

Die Ergebnisse des Fragebogens lassen darauf schließen, dass die Durchdringung der Technologie noch nicht weit fortgeschritten ist. Die potenziellen Nutzer besitzen kaum Erfahrungen mit der Technologie. Das wiederum bedeutet, dass das zu entwickelnde VR-basierte Werkzeug über eine hohe Benutzerfreundlichkeit und Gebrauchstauglichkeit verfügen muss, um den potenziellen Nutzern den Einstieg in die Technologie so einfach wie möglich zu machen.

Punkt 2: Die befragte Nutzergruppe setzt auf visuelle Medien zum Verständnis von Sachverhalten.

Um ein Verständnis von Sachverhalten zu schaffen, werden visuelle Medien favorisiert. Das heißt, dass bevorzugt auf Basis visueller Reize Informationen aufgenommen werden. Bezogen auf die Kreativität bedeutet dies, dass diese sich durch visuelle Reize am stärksten beeinflussen lässt. Dies unterstützt den Ansatz der Nutzung einer Technologie, die sich durch eine realitätsnahe Visualisierung auszeichnet. Somit wird die Entwicklung des VR-basierten Werkzeugs zur Unterstützung der „Reizumgebungsmethode“ forciert.

Punkt 3: Einsatz von VR fördert den Faktor Spaß und spielerisches Arbeiten.

Die Nutzung von VR-Technologie führt zu einem spielerischen Arbeiten und erhöht den Spaßfaktor. Dies ist wichtig für die Akzeptanz der Methode. Spaß und spielerisches Arbeiten führen zur wiederholten Anwendung der Methode. Im Zusammenspiel mit einer hohen Gebrauchstauglichkeit, Benutzerfreundlichkeit und resultierenden Ideen ist Spaß ein Faktor, der zur wiederholten Nutzung der Methode führt.

Punkt 4: Nutzer wünschen sich direkte Unterstützung in der virtuellen Umgebung.

Die Teilnehmer der Vorstudie zeigten durch die Beantwortung des Fragebogens eine starke Tendenz zur Zusammenarbeit in der virtuellen Umgebung. Gruppenarbeit ist eine zur Steigerung der Kreativität notwendige Arbeitsform. Mit dieser Form wird durch den Aufbau auf Ideen anderer Gruppenmitglieder die Kreativität gesteigert. Für die Finalisierung der „Reizumgebungsmethode“ muss die kollaborative Zusammenarbeit in einer virtuellen Umgebung geprüft werden.

Punkt 5: Grundsätzlich wurde die Rolle des Moderators positiv bewertet. Allerdings besitzt sie weiteres Optimierungspotenzial.

Der Moderator unterstützte die Teilnehmer außerhalb der virtuellen Umgebungen durch die Vermittlung unterschiedlicher Perspektiven. Prinzipiell wird diese Rolle für die Methode benötigt. Die Bewertung der Teilnehmer zeigt allerdings, dass die Rolle des Moderators Optimierungspotenzial besitzt. Bei der Betrachtung der Frage zur Arbeit mit weiteren Personen in der virtuellen Umgebung, ist die Möglichkeit zur Einbindung des Moderators in der virtuellen Umgebung ein Punkt, der untersucht werden muss. Weiterhin ist die Form der Unterstützung durch den Moderator ein Aspekt, der spezifischer ausgearbeitet werden muss. Es spielt beispielsweise eine Rolle, wann der Moderator eingreift, um den Kreativitätsprozess zu unterstützen.

Punkt 6: Der Zeitpunkt der Ideengenerierung ist nicht genau definierbar. Ein Zusammenhang zur Akklimatisierung in der virtuellen Umgebung ist wahrscheinlich.

In der Vorstudie waren die Teilnehmer überwiegend nicht in der Lage, einen spezifischen Zeitpunkt zu bestimmen, zu dem sie Ideen generieren konnten. Ein hoher Anteil gab sogar an, dass der Zeitpunkt gänzlich irrelevant wäre. Am häufigsten äußerten die Teilnehmer allerdings die Meinung, dass sie nach einer Weile Ideen generieren könnten. Die Tatsache, dass die Teilnehmer nicht zu Beginn Ideen generierten, legt den Schluss nahe, dass die Teilnehmer am Anfang die Beherrschung der Technologie und des Werkzeugs meistern und sich mit der Aufgabe vertraut machen mussten. Daraus folgt, dass das VR-basierte Werkzeug benutzerfreundlich entwickelt sein muss, um eine schnelle Eingewöhnung zu gewährleisten. Weiterhin sind Nutzungserfahrungen der Technologie hilfreich, um ein Vertrauen der Teilnehmer zur VR-Technologie zu schaffen.

Punkt 7: Die Methode wird von den Nutzern als hilfreich zur Steigerung der Kreativität bewertet. Die Bewertungen weisen allerdings auf weiteres Optimierungspotenzial hin.

Die Ergebnisse der Vorstudie heben hervor, dass die Methode einen positiven Einfluss auf die Kreativität hatte. Die Bewertungen der Teilnehmer zeigen allerdings auch, dass sie nicht vollumfänglich mit der Methode zufrieden waren. Zur Optimierung der Methode müssen auf Basis der Vorstudie Potenziale identifiziert und bei der weiteren Entwicklung der Methode und des VR-basierten Werkzeugs berücksichtigt werden.

Punkt 8: Themennahe Umgebungen scheinen durch Assoziationen einen höheren Mehrwert für die Steigerung der Kreativität zu haben (aus der Perspektive der Nutzer).

In der Vorstudie arbeiteten die Teilnehmer in einem studentischen Projekt an technischen Aufgabenstellungen. Bei der Beurteilung der virtuellen Kreativumgebungen hat die dritte Umgebung, die ein Labor mit Fertigungsanlagen und technischem Equipment zeigte, sehr gut abgeschnitten. Dies lässt den Schluss zu, dass themennahe virtuelle Kreativumgebungen einen höheren Einfluss auf die Ideengenerierung haben als andere.

Punkt 9: Mobilität und Interaktionen haben grundsätzlich einen positiven Einfluss auf die Kreativität. Die Mobilität wurde von den Nutzern höher eingestuft.

Im Rahmen der Vorstudie wurden virtuelle Kreativumgebungen mit unterschiedlichen Eigenschaften genutzt. Darunter fiel die Einbindung von Mobilität und Interaktion. Fast alle Teilnehmer der Vorstudie stellten heraus, dass beide Eigenschaften einen hohen Einfluss auf die Kreativität hatten. Die Mobilität wurde dabei besser bewertet als die Interaktion.

Punkt 10: Bei den Nutzern hat das VR-basierte Werkzeug in Hinsicht auf die Nutzerinteraktion positiv abgeschnitten.

Der Fragebogen, der direkt nach der Durchführung der Vorstudie von den Teilnehmern bearbeitet wurde, gibt einen Eindruck von Benutzerfreundlichkeit und Gebrauchstauglichkeit des VR-basierten Werkzeugs wieder. Die Ergebnisse zeigen, dass die Benutzeroberfläche einfach und verständlich ist und nur wenig Zeit zum Erlernen des Umgangs mit dem VR-basierten Werkzeug notwendig ist. Im Kontext der Funktionen stellten die Teilnehmer heraus, dass die Hauptfunktionen vorhanden sind und nur weitere Nebenfunktionen den Umgang mit dem VR-basierten Werkzeug erleichtern würden.

Durch die Vorstudie wurden positive und negative Aspekte bestimmt. Der signifikanteste positive Aspekt ist der Umgebungswechsel. Das VR-basierte Werkzeug ermöglicht es, die bekannte dingliche Umwelt zu verlassen und in eine virtuelle Umgebung einzutauchen, die sich signifikant von der realen Umgebung unterscheiden kann. Dies ermöglicht es, eine Vielfalt zu schaffen, die durch andere Medien schwierig umzusetzen wäre. Weiterhin birgt der Faktor Spaß durch die Nutzung der VR-Technologie ein hohes Potenzial. Als negativer Aspekt für das VR-basierte Werkzeug gilt der hohe technische Aufwand, der zur Nutzung notwendig ist. Weiterhin ist das VR-basierte Werkzeug nur von einem Nutzer nutzbar. Abschließend wurden die Interaktionsmöglichkeiten als zu geringfügig eingestuft.

5.2 Vergleich mit klassischen Kreativitätstechniken

Die zweite Validierungsphase beinhaltete den Vergleich mit den beiden klassischen Kreativitätstechniken Brainstorming und Reizbildtechnik [GT18, 215-226]. Grundsätzlich unterscheiden sich die Kreativitätstechniken durch den Grad der Visualisierung. Anhand drei vergleichbarer Aufgabenstellungen wurden die Kreativitätstechniken untersucht und anschließend von Experten anhand definierter Kriterien bewertet. Die Vergleichsstudie diente dazu, die Leistungsfähigkeit gegenüber konventionellen Kreativitätstechniken zu prüfen.

5.2.1 Vorgehen

Die Vergleichsstudie in der zweiten Validierungsphase wurde mit einzelnen Teilnehmern durchgeführt. In den weiteren Teilkapiteln werden die Rahmenbedingungen, der Status des VR-basierten Werkzeugs und der Ablauf der Vergleichsstudie beschrieben.

Die Vergleichsstudie wurde mit Hilfe von Studierenden des Maschinenbaus und Wirtschaftsingenieurwesens Fachrichtung Maschinenbau im Rahmen der Masterveranstaltung „Innovations- und Entwicklungsmanagement“ an der Universität Paderborn durchgeführt. In der Veranstaltung wurde die Kreativität und Innovation in frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses thematisiert. Somit besaßen die Studierenden theoretische und praktische Kenntnisse bezüglich klassischer Kreativitätstechniken. An der Studie nahmen zwölf Probanden teil.

Für die Durchführung der Vergleichsstudie wurden Punkte der Vorstudie eingearbeitet. Beispielsweise wurde eine virtuelle Kreativumgebung genutzt, die Möglichkeiten zur Fortbewegung und Interaktion enthielt. Der Faktor Spaß sollte aufgrund seiner kreativitätsfördernden Wirkung in die Gestaltung stärker einbezogen werden. Das Thema der VR-Umgebung war futuristisch und im Weltraum positioniert. Durch die Einbindung von 3D-Modellen, die thematisch nicht in diese Umgebung passten (beispielsweise eine fliegende Kuh), wurde der spielerische Aspekt gefördert. Eine direkte Unterstützung in der virtuellen Umgebung war für die Vergleichsstudie nicht vorgesehen.

Für die Vergleichsstudie generierte jeder Teilnehmer Ideen zu drei vergleichbaren Aufgabenstellungen. Für jede hatten die Teilnehmer jeweils zehn Minuten zur Ideengenerierung. In Abbildung 5-6 ist eine mögliche Aufteilung der Aufgaben und der Kreativitätstechniken abgebildet. Für jede Aufgabe wurde jeweils eine Kreativitätstechnik verwendet. Die folgenden drei Aufgabenstellungen wurden bearbeitet:

- Aufgabe 1: „Entwickeln Sie Ideen für innovative / unkonventionelle Antriebssysteme und Transportmöglichkeiten der Zukunft“;
- Aufgabe 2: „Entwickeln Sie Ideen für innovative Verpackungen / Verpackungsmethoden der Zukunft“;
- Aufgabe 3: „Entwickeln Sie Ideen für innovative / intelligente Lager- und Logistikmöglichkeiten der Zukunft“.

Die Aufgaben waren auf innovative Konzepte ausgerichtet und waren so offen und ohne Anforderungen und Restriktionen gestellt, dass die Teilnehmer der Studie in der Ideengenerierung sehr frei agieren konnten.

Zur Unterstützung der Ideengenerierung wurden die folgenden drei Kreativitätstechniken verwendet:

- Kreativitätstechnik 1 – Brainstorming: Eine intuitive Kreativitätstechnik, die ohne Hilfsmittel nutzbar ist. Dies schließt auch die Nutzung visueller Medien zur Unterstützung ein.
- Kreativitätstechnik 2 – Reizbildtechnik: Diese Kreativitätstechnik fokussiert die Nutzung von Bildern zur Unterstützung der Ideengenerierung. Die Gemeinsamkeit mit beiden wei-

teren genutzten Kreativitätstechniken ist die Zuordnung zu den intuitiven Kreativitätstechniken. Nutzern der Reizbildtechnik wird eine hohe Anzahl an Bildern unterschiedlicher Themen vorgelegt, die die Nutzer dabei unterstützen, Ideen anhand von Assoziationen zu generieren. Durch die Nutzung von Bildern wird im Vergleich zum Brainstorming der Grad der visuellen Unterstützung gesteigert.

- Kreativitätstechnik 3 – „Reizumgebungsmethode“: Bei dieser Kreativitätstechnik handelt es sich um die in dieser Dissertation entwickelte Kreativitätstechnik. Es handelt sich auch um eine intuitive Kreativitätstechnik. Der Grad der visuellen Unterstützung ist durch die Dynamik und die Möglichkeit, unterschiedliche Perspektiven einzunehmen, höher als beim Brainstorming und der Reizbildtechnik.

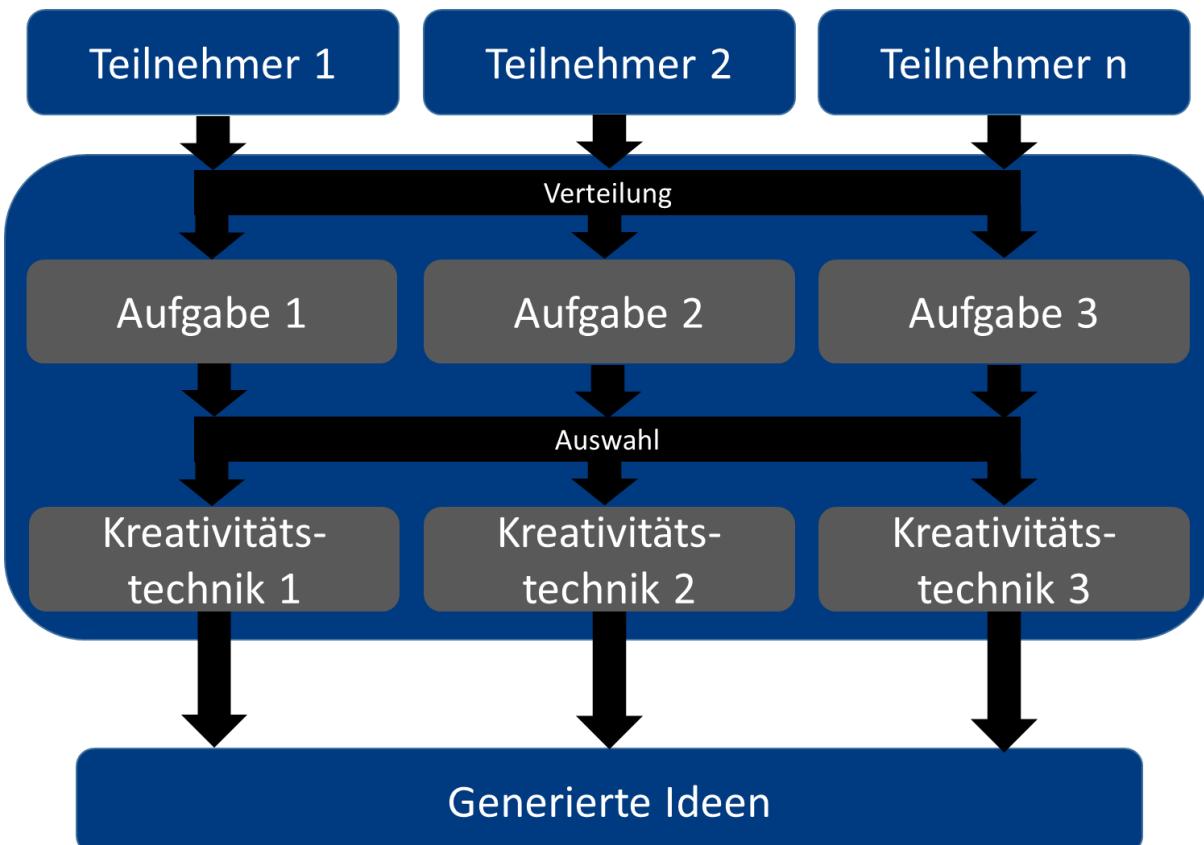


Abbildung 5-6: Ablauf der Vergleichsstudie

Anschließend beantworteten die Teilnehmer einen Fragebogen und beurteilten die Kreativitätstechniken. Zusätzlich wurden die generierten Ideen von einem Expertengremium anhand definierter Kriterien begutachtet. Bei den Bewertungskriterien handelte es sich um den Neuheitsgrad, die Relevanz der Idee und die Machbarkeit.

5.2.2 Resultate

Die Antworten der Fragebögen und die Bewertungen der Experten umfassten die Effizienz der Methode und des VR-basierten Werkzeugs. In den folgenden Abschnitten werden die Resultate der Fragebögen und Expertenbewertungen präsentiert.

Zuerst wurde mit Hilfe des Fragebogens die Unterstützung der kreativen Ideengenerierung durch die drei Techniken erfragt (siehe Abbildung 5-7). Im direkten Vergleich schnitt die Reizbildtechnik (83,3 %) am besten ab. Weiterhin schnitt die „Reizumgebungsmethode“ (75 %) sehr gut ab. Lediglich das Brainstorming konnte weniger als die Hälfte der Teilnehmer (41,7 %) bei der kreativen Ideengenerierung überzeugen. Die Teilnehmer der Vergleichsstudie hatten weiterhin im Fragebogen Bewertungen der einzelnen Kreativitätstechniken für den Beitrag zur Ideengenerierung vorgenommen. Die Bewertungsskala wurde von 1 (sehr niedriger Einfluss) bis 4 (sehr großer Einfluss) gewählt. Der Einfluss der Reizbildtechnik (2,916) und der „Reizumgebungsmethode“ (3,084) wurde von den Teilnehmern jeweils überdurchschnittlich bewertet. Das klassische Brainstorming (2,25) wurde schwächer bewertet.

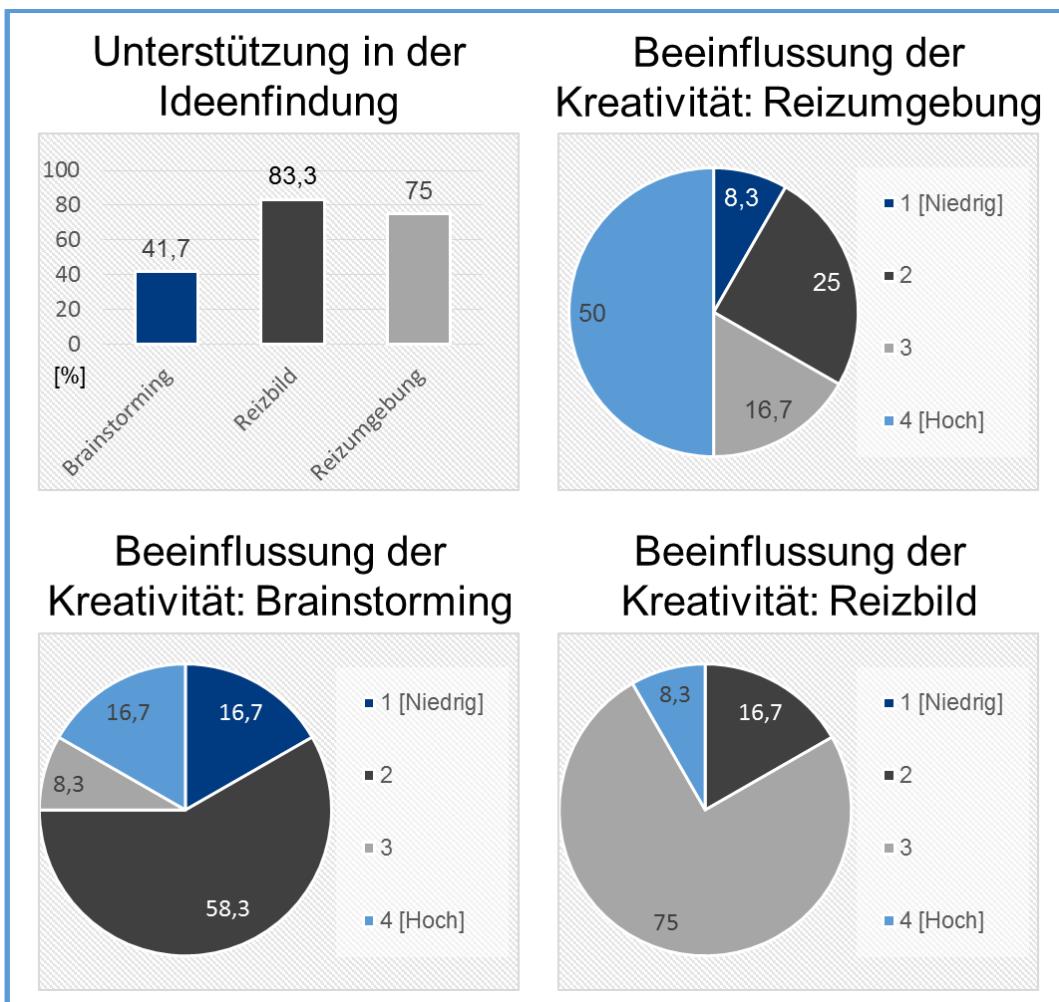


Abbildung 5-7: Vergleich in der Beeinflussung der Kreativität

Weitere der folgenden Vergleichsergebnisse sind in Abbildung 5-8 enthalten. Die Teilnehmer der Vergleichsstudie wurden zur Steigerung der Effektivität der Kreativitätstechniken durch Gruppenarbeit befragt. In diesem Kontext schnitt das Brainstorming (83,3 %) am besten ab. Die Teilnehmer bewerteten die Effektivitätssteigerung der „Reizumgebungsmethode“ durch Gruppenarbeit am geringsten (33,3 %).

Ein weiterer Punkt war die optimale Durchführungsdauer für die Kreativitätstechniken. Die wenigsten Teilnehmer gaben an, dass sie für die Generierung weiterer Ideen mehr Zeit bei der

Nutzung der Kreativitätstechniken gebraucht hätten (Brainstorming: 25 %, Reizbildtechnik: 16,7 %, „Reizumgebungsmethode“: 33,3 %).

Die Teilnehmer gaben weiterhin eine Einschätzung ab, auf welche Ideen sie ohne die Nutzung der Kreativitätstechnik nicht gekommen wären. Dabei schnitt die Reizbildtechnik am besten ab (50 %). „Reizumgebungsmethode“ (33,3 %) und Brainstorming (16,7 %) wurden in dieser Hinsicht schlechter beurteilt.

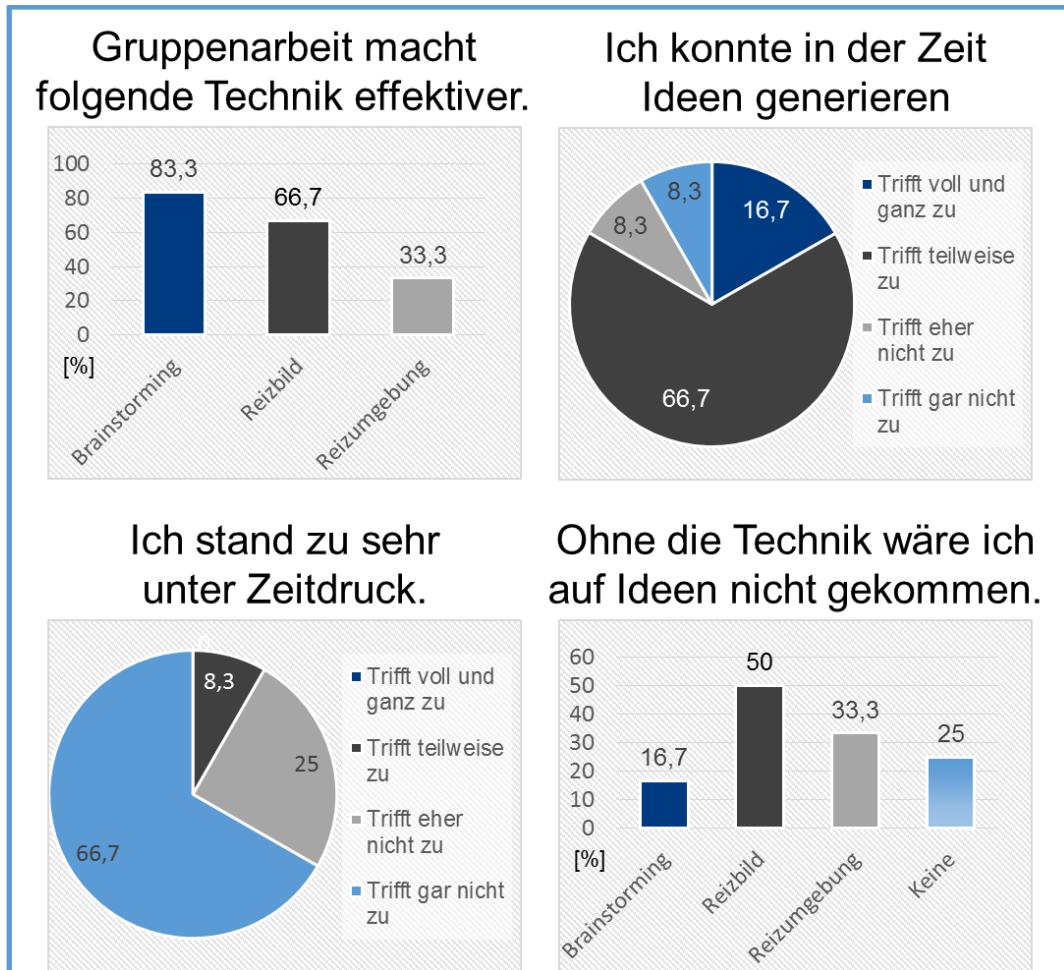


Abbildung 5-8: Ergebnisse der Ideengenerierung

Der folgende Themenblock bezog sich auf die „Reizumgebungsmethode“ (siehe Abbildung 5-9). Dabei wurde, wie in der Vorstudie, um eine Einschätzung in Bezug auf den Spaß, den sie bei der Nutzung empfanden, gebeten. Die Mehrheit (91,7 %) gab an, voll und ganz Spaß bei der Nutzung empfunden zu haben. Weiterhin wurde festgestellt, dass es keine Schwierigkeiten bei der Bedienung des VR-Systems gab. Bei auftretenden Problemen war der Moderator in der Lage, geeignet zu unterstützen. Die Mehrheit der Teilnehmer (58,3 %) gab an, dass sie sich voll und ganz unterstützt fühlten. Eine Minderheit (8,3 %) wählte sich teilweise unterstützt. Die restlichen Teilnehmer gaben an, dass es keine Probleme gab (33,3 %).

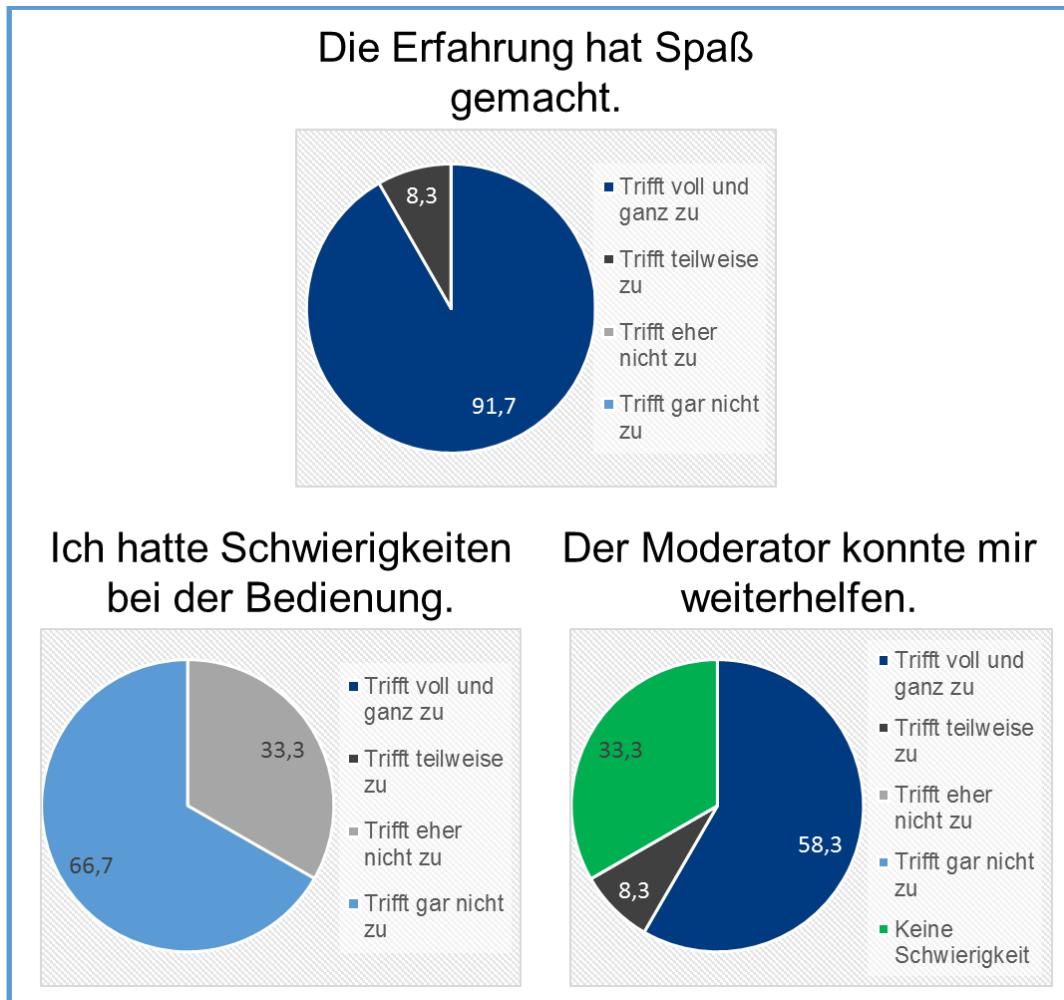


Abbildung 5-9: Aspekte der „Reizumgebungsmethode“

Um das Optimierungspotenzial durch die Ergänzung weiterer Funktionen zu identifizieren, wurden die Teilnehmer um eine Einschätzung gebeten, welche Funktionen ihnen bei der Arbeit in virtuellen Umgebungen helfen würden. Dabei war es den Teilnehmern möglich, mehrere Funktionen zu nennen. Am hilfreichsten wurde die Unterstützung durch Kollaboration (75 % der Teilnehmer nannten diese Funktion) bewertet. Mit der Funktion wird die Einbindung mehrerer Teilnehmer in einer virtuellen Umgebung beschrieben. Weiterhin wurde die Implementierung von Modellierungs-, Dokumentations- und Gestaltungswerkzeugen für virtuelle Umgebungen als wichtige Ergänzung für das VR-basierte Werkzeug betrachtet (jeweils 58,3 % der Teilnehmer). Bei den Modellierungs- und Dokumentationswerkzeugen handelt es sich um Möglichkeiten zur Konkretisierung und Verarbeitung von Ideen. Das Gestaltungswerkzeug beinhaltet die Veränderung der virtuellen Umgebung, in der die Teilnehmer agieren. Als weiterer Punkt wurde von den Teilnehmern eine umfangreichere Unterstützung durch den Moderator ergänzt (dieser Punkt wurde von 33,3 % der Teilnehmer benannt). Diese Unterstützung kann durch die Einbindung des Moderators im virtuellen Raum und den Einsatz weiterer Methoden, die dem Moderator in Phasen des Workshops helfen, realisiert werden.

Im Rahmen des Fragebogens wurden die Teilnehmer gebeten, Vorteile und Nachteile der „Reizumgebungsmethode“ zu äußern. Als größte Stärke wurde die Möglichkeit der Visualisierung

genannt. Vereinzelt wurden von den Teilnehmern weitere Vorteile genannt, darunter Umgebungswechsel, Spaß, Motivation und besseres Vorstellungs- bzw. Einfühlungsvermögen. Als größter Nachteil wurde die Ablenkung genannt, die durch die Visualisierung auftreten kann. Zusätzlich wurde die Reizüberflutung als potenzieller Nachteil genannt.

Im folgenden Abschnitt wird auf die Expertenbewertung eingegangen. Anhand der Kriterien Neuheitsgrad, Machbarkeit und Relevanz wurden die jeweiligen Ideen bewertet. Dabei war den Experten nicht bekannt, welche Ideen mit welcher Kreativitätstechnik generiert wurden. Die Bewertung wurde mit Hilfe einer an Likert angelehnten Skala von 1 bis 5 durchgeführt. In der folgenden Tabelle 5-1 sind die Durchschnittswerte für jedes Kriterium abgebildet.

Anhand der Ergebnisse der Expertenbewertung ist erkennbar, dass die „Reizumgebungsmethode“ in allen Kriterien ähnlich wie die anderen Kreativitätstechniken abschneidet.

Tabelle 5-1: Bewertungstabelle der Experten

	Neuheitsgrad	Machbarkeit	Relevanz
Brainstorming	2,4	3,9	3,2
Reizbildtechnik	2,6	3,2	2,6
„Reizumgebungsmethode“	2,2	3,5	2,8

5.2.3 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

Punkt 1: Kreativitätstechniken, die visuelle Reize enthalten, schneiden bei der Beeinflussung der Kreativität besser ab. Die Teilnehmer der Vergleichsstudie bewerteten die Reizbildtechnik und die „Reizumgebungsmethode“ besser als das Brainstorming. Weiterhin wurde die Visualisierung als großer Vorteil der „Reizumgebungsmethode“ herausgestellt.

Punkt 2: Die Teilnehmer sehen Potenzial in der kollaborativen Nutzung der „Reizumgebungsmethode“. Unter der Implementierung weiterer Funktionen wurde die Einbindung der Kollaborationsfähigkeit am höchsten priorisiert. Diese Bewertung zeigt, dass die Teilnehmer in der kollaborativen Nutzung ein hohes Potenzial sehen.

Punkt 3: Die Benutzergruppe hatte keine Schwierigkeiten bei der Bedienung des VR-basierten Werkzeugs. Die Teilnehmer gaben im Fragebogen an, dass sie keine oder wenige Probleme bei der Nutzung hatten. Weiterhin ergänzten sie, dass der Moderator im Fall von Schwierigkeiten in der Lage war, weiterzuhelfen.

Punkt 4: Der vorgegebene Zeitrahmen ist ausreichend für die Ideengenerierung. Nur 8,3 % der Teilnehmer gaben an, dass sie teilweise das Gefühl von Zeitdruck bei der Ideengenerierung empfanden. Weiterhin gaben über 80 % an, dass sie teilweise oder voll und ganz in der Lage waren, Ideen in der vorgegebenen Zeit zu generieren. Auf Basis dieser Angaben folgt die Interpretation, dass der gewählte Zeitrahmen für die Benutzergruppe geeignet war.

Punkt 5: Nutzer wünschen sich eine stärkere Unterstützung durch Modellierungs-, Dokumentations- und Gestaltungswerzeuge für die virtuelle Umgebung. Als Zusatzfunktionen wurden

von den Teilnehmern die jeweiligen Werkzeuge als hilfreich eingestuft. Der bisherige Demonstrator ermöglichte nur die Aufnahme visueller Reize. Dadurch waren die Teilnehmer in der Lage, Ideen zu generieren. Es bestand allerdings nicht die Möglichkeit, Ideen zu visualisieren oder zu dokumentieren. Um den Teilnehmern diese Möglichkeiten zu bieten, werden in der weiteren Entwicklung des VR-basierten Werkzeugs geeignete Funktionen implementiert.

Punkt 6: Die Funktionen des Moderators müssen erweitert werden. Als Zusatzfunktionen wünschten sich einige Teilnehmer zusätzliche Unterstützung durch diese Rolle. Des Weiteren gab die Mehrheit der Teilnehmer an, dass ihnen der Moderator weiterhelfen konnte, falls es notwendig war. Das heißt, dass die Funktionen des Moderators erweitert werden müssen. Zur Gewährleistung wird es dem Moderator ermöglicht, sich in die kollaborative virtuelle Kreativumgebung einzuklinken. Weiterhin wird er über alle Funktionen verfügen, sodass er bei Bedienungsschwierigkeiten direkt weiterhelfen kann.

Punkt 7: Die „Reizumgebungsmethode“ liefert vergleichbare Ergebnisse wie andere Kreativitätstechniken. Anhand der Ergebnisse der Expertenbewertung lässt sich feststellen, dass diese in den drei bewerteten Kriterien ähnlich abschneidet wie die klassischen Kreativitätstechniken. Für die individuelle Ideengenerierung eines Nutzers ist das ein zufriedenstellendes Ergebnis. In der darauffolgenden Validierungsphase wurden die Kreativitätstechniken für verteilt agierende Gruppen eingesetzt, die mit Hilfe von konventioneller IKT (Conferencing-Werkzeugen) angewendet wurden.

5.3 Anwendung für verteilt agierende Gruppen

Zur Validierung der „Reizumgebungsmethode“ und des unterstützenden VR-basierten Werkzeugs *Virtual Creativity* für verteilt agierende Gruppen wurden diese in einem vierwöchigen Projekt mit Studierenden sowie in einem Projekt in einem realen Arbeitsumfeld eingesetzt. Für die kollaborative Anwendung wurde die Methode und das VR-basierte Werkzeug zum einen im Projektlabor „Digitale Fabrik“ des Lehrstuhls für Produktentstehung und zum anderen in einem Workshop bei einem ostwestfälischen Unternehmen, das qualitätssichernde Systeme für bahnverarbeitende Industrien herstellt, zur Anwendung gebracht. Für das Projektlabor „Digitale Fabrik“ wurde in der ersten Projektphase ein Kreativitätsworkshop durchgeführt, der die Studierenden bei der Lösungsfindung unterstützte. Das Unternehmen setzte die Methode in einem interdisziplinären Kreativitätsworkshop zur Identifikation potenzieller Branchen und Produkte ein. Das Unternehmen gilt als weltweit führender Komplettanbieter von Systemen zur Qualitätssicherung für bahnverarbeitende Industrien. Die Komplettsysteme umfassen den Transport und die visuelle Erfassung und Qualitätskontrolle der Erzeugnisse. Im Rahmen der strategischen Ausrichtung ist es Ziel des Unternehmens, neue Märkte und die dafür geeigneten Produkte zu identifizieren. Als international tätiges Unternehmen mit einer Vielzahl von Unternehmensstandorten spielt die kollaborative Arbeit an verschiedenen Standorten eine fundamentale Rolle.

Weiterhin sind Kreativität und Innovation bei dem Unternehmen notwendig, um Aspekten der Unternehmensbeschreibung und -werte gerecht zu werden. In der Unternehmensbeschreibung

wird auf eine „außergewöhnliche Innovationskraft“ zur Entwicklung „zukunftsweisender Produkte“ hingewiesen.

Die Vergleichsstudie mit zwei konventionellen Kreativitätstechniken und die Validierung der „Reizumgebungsmethode“ wurden im Kontext dieser Bestrebung an zwei Unternehmensstandorten des Unternehmens durchgeführt. Im Projektlabor „Digitale Fabrik“ wurden zwei Räume im Heinz Nixdorf Institut genutzt.

5.3.1 Vorgehen

Für die Validierung der „Reizumgebungsmethode“ wurde ein eintägiger Workshop im Themenfeld Kreativität und Innovation bei dem Unternehmen durchgeführt. Für die „Reizumgebungsmethode“ wurde an verschiedenen Standorten das VR-basierte Werkzeug *Virtual Creativity* benutzt sowie Adobe *Connect* als konventionelle IKT beim Einsatz von Brainstorming und Reizbildtechnik genutzt. Für bestimmte Phasen des Kreativitätsprozesses, die in die „Reizumgebungsmethode“ eingebunden sind, wurde Adobe *Connect* darüber hinaus zur Kommunikation verwendet. Für die Planung der Validierung war es wichtig, folgende Aspekte zu berücksichtigen:

Teilnehmergruppe: Um die Anwendbarkeit und Gebrauchstauglichkeit der „Reizumgebungsmethode“ für interdisziplinäre Gruppen in einer kollaborativen Zusammenarbeit zu untersuchen, wurden bei dem Unternehmen Mitarbeiter unterschiedlicher Abteilungen benötigt. Für den Workshop wurden ein Innovationsmanager, ein Produktmanager, ein Produktentwickler und eine Marketingmanagerin eingebunden. Mit den unterschiedlichen Positionen wurden auch unterschiedliche Blickwinkel auf die Aufgabenstellung und Kreativitätstechniken eingebracht. Die teilnehmenden Mitarbeiter waren zwischen 31 und 50 Jahre alt und überwiegend männlich (75 % der Teilnehmer). Die Mitarbeiter gaben an, einen sehr hohen oder hohen Einfluss auf den Innovationsprozess bei dem ostwestfälischen Unternehmen zu haben (25 % sehr hoch, 50 % hoch, 25 % niedrig). Die Erfahrungen mit VR-Technologie basierten auf theoretischer Grundlage (75 %) oder waren nicht vorhanden (25 %). Sie setzten Kreativitätstechniken überwiegend nur gelegentlich ein (75 %), bezeichneten sich allerdings als sehr kreativ (75 % stimmen voll und ganz zu; 25 % gaben an, dass sie teilweise kreativ sind). Weiterhin waren sich alle Teilnehmer einig, dass es ihnen leichter fällt, Sachverhalte zu verstehen, wenn sie visuell durch Bilder, Videos oder vergleichbare Medien dargestellt werden.

Das Projektlabor „Digitale Fabrik“ kann von Bachelor- und Masterstudierenden der Studiengänge Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen an der Universität Paderborn belegt werden. Die Mehrheit der Studierenden, die an der Studie teilnahmen, studierten den Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau (55,6 %). Weiterhin waren die meisten Teilnehmer im Alter von 22 bis 25 Jahren (66,7 %). Im Vergleich zur Teilnehmergruppe des Unternehmens handelte es sich bei den Studierenden um eine deutlich homogener Gruppe. Um eine höhere Heterogenität zu schaffen, nahmen die Studierenden in den Gruppen bestimmte Rollen ein (Entwicklungsingenieur, Validierungsingenieur und Methodingenieur), die sie dazu veranlassten, eine spezifische Perspektive einzunehmen.

Zusammenarbeit von unterschiedlichen Standorten: Um die Eignung der „Reizumgebungs-methode“ für verteilt agierende Gruppen zu prüfen, mussten die Mitarbeiter von mindestens zwei unterschiedlichen Standorten aus agieren. Für die Realisierung des standortverteilten Workshops bei dem Unternehmen wurden die Standorte in Leopoldshöhe und in Bielefeld gewählt. Die Standorte sind durch eine Fahrtstrecke von 16,1 Kilometern und eine Fahrtzeit von 23 Minuten getrennt und wurden aus unterschiedlichen Gründen gewählt. An beiden Standorten werden Produkte des Unternehmens entwickelt. Das heißt, dass es sich nicht um reine Vertriebsstandorte handelt und somit Mitarbeiter unterschiedlicher Abteilungen zur Bildung einer interdisziplinären Gruppe vorhanden sind. Weiterhin bot die verhältnismäßig geringe Distanz die Möglichkeit, die erforderliche Hardware-Infrastruktur an den Standorten aufzubauen. Am Standort Leopoldshöhe wurden drei Arbeitsplätze mit der notwendigen Hardware-Infrastruktur platziert, in Bielefeld wurden für den Workshop zwei weitere Arbeitsplätze eingerichtet.

Für die Validierung innerhalb des Projektlabors „Digitale Fabrik“ wurden im Heinz Nixdorf Institut zwei Räume zur Verfügung gestellt, die eine geeignete Netzwerkinfrastruktur boten. Sie befanden sich in unterschiedlichen Bereichen des Gebäudes, sodass eine direkte Kommunikation nicht möglich war und die Arbeit an verteilten Standorten simuliert werden konnte. Um eine Vergleichbarkeit mit der Validierung bei dem Unternehmen gewährleisten zu können, wurden in einem Raum zwei Rechner und im anderen drei Rechner mit der dazugehörigen VR-Hardware verwendet.

Einbindung konventioneller Kreativitätstechniken: Um die Leistungsfähigkeit der „Reizumgebungs-methode“ gegenüber konventionellen Kreativitätstechniken für die Anwendung in verteilt agierenden Gruppen zu untersuchen, mussten geeignete Kreativitätstechniken gewählt werden. Bei der Auswahl war darauf zu achten, dass sie in Gruppen angewendet werden können und der Klasse der intuitiven Kreativitätstechniken angehören. Diese Kriterien werden von Brainstorming und Reizbildtechnik erfüllt. Diese wurden zur Nutzung in beiden Workshops für die verteilt agierenden Gruppen in Adobe *Connect* eingebunden. Für das Brainstorming war keine Adaption notwendig. Für die Dokumentation wurde ein virtuelles Whiteboard mit allen Teilnehmern geteilt. So wurde es jedem ermöglicht, die aktuellen Ergebnisse zu erfassen. Für die Reizbildtechnik war ein höherer Adoptionsaufwand notwendig. Konventionell angewendet, wird in einem Raum eine Vielzahl von Bildern unterschiedlicher Themen platziert. Die Teilnehmer haben sodann die Möglichkeit, sich die Bilder anzusehen und Exemplare zu identifizieren, die sie besonders stimulierten. Um dies mit der Nutzung von Adobe *Connect* umzusetzen, wurden im Versuch mittels einer Präsentation Bilder geteilt, die nacheinander zu sehen waren. Die Dokumentation wurde nach der Betrachtung der Bilder mit dem virtuellen Whiteboard durchgeführt.

Bearbeitung vergleichbarer Aufgaben: Zum Vergleich der „Reizumgebungs-methode“ mit konventionellen Kreativitätstechniken mussten mindestens zwei Aufgaben- bzw. Fragestellungen identifiziert werden, die mit den unterschiedlichen Kreativitätstechniken bearbeitet werden konnten. Für die Gestaltung der Aufgaben wurden folgende Anforderungen gestellt:

- Die Aufgaben müssen offen gestellt sein, um eine Vielzahl von Ideen zu ermöglichen;

- Die Aufgaben dürfen nicht so spezifisch sein, dass sie nur mit Hilfe von spezifischem Fachwissen gelöst werden können;
- Die Lösung der Aufgaben muss für das Unternehmen bzw. das Projektlabor „Digitale Fabrik“ einen signifikanten Mehrwert bringen.

Da alle eingesetzten Kreativitätstechniken den intuitiven Methoden zuzuordnen sind, war es sinnvoll, Aufgaben zu wählen, die es ermöglichen, eine hohe Quantität an Ideen zu generieren. Eine hohe Spezifizierung und Komplexität der Aufgabe führen dazu, dass andere Kategorien von Kreativitätstechniken (systematisch-analytische Methoden) eine höhere Eignung zur Bearbeitung aufweisen. Der Workshop hatte die Intention, das Unternehmen bei der Generierung geeigneter Ideen für relevante Aufgabenstellungen zu unterstützen. Zu diesem Zweck wurden potenzielle Märkte und dazugehörige Produkte / Lösungen als Aufgabenstellung betrachtet. Dabei wurde die Identifikation der Märkte und der dazugehörigen Produkte als separate Aufgabenstellungen betrachtet. Die Märkte wurden mit Hilfe der konventionellen Kreativitätstechniken und die potentiellen Produkte mit der „Reizumgebungsmethode“ bearbeitet.

Im Projektlabor „Digitale Fabrik“ beschäftigten sich die zwei Studierenden-Gruppen mit der Gestaltung einer AR-Applikation zur Wartung unterschiedlicher Maschinen. Dabei bestand eine Aufgabenstellung in der Identifikation geeigneter Funktionen für diese. Bei der zweiten Aufgabenstellung generierten die Gruppen Ideen für die Gestaltung der Benutzerschnittstelle.

Rollen im Workshop: Für die Durchführung der „Reizumgebungsmethode“ wurden unterschiedliche Rollen im Workshop benötigt. Zwei externe Mitarbeiter des Lehrstuhls für Produktentstehung übernahmen die Funktion des Moderators. Für die individuelle Ideengenerierung wurde an beiden Standorten ein Moderator eingesetzt. So wurde in der individuellen Ideengenerierung sichergestellt, dass der Moderator durch das Betreten der virtuellen Umgebung bei der Nutzung der Funktionen des VR-basierten Werkzeugs und der Ideengenerierung weiterhelfen kann. In der kollaborativen Ideengenerierung, die mit Hilfe des VR-basierten Werkzeugs durchgeführt wurde, unterstützte ein Moderator und leitete die Phase. Die Mitarbeiter des Unternehmens nahmen die Rolle der Teilnehmer ein. Ihre Hauptaufgaben waren die Generierung neuer Ideen und die Inspiration der weiteren Teilnehmer.

Für das Projektlabor „Digitale Fabrik“ fungierten vier Mitglieder als Teilnehmer zur Generierung der Ideen. Die Rolle des Moderators übernahm ein Mitarbeiter des Lehrstuhls für Produktentstehung. Dieser Mitarbeiter war mit der Methode und dem VR-basierten Werkzeug vertraut.

Der Status des VR-basierten Werkzeugs *Virtual Creativity* wurde bereits in Kapitel 4.3 beschrieben. Die Entwicklung basiert auf den Leitlinien für das VR-basierte Werkzeug und den Erkenntnissen, die aus der Vorstudie und der Vergleichsstudie gewonnen wurden.

Grundsätzlich orientierten sich die Agenden des Workshops für das Unternehmen und für das Projektlabor „Digitale Fabrik“ am Kreativitätsprozess der „Reizumgebungsmethode“. Der signifikanteste Unterschied ergab sich aus der Einbindung der Vergleichsstudie und der damit verbundenen Einbindung von Brainstorming und Reizbildtechnik. Abbildung 5-10 enthält das

Vorgehen des Workshops. Anhand der Abbildung wurde die Agenda des Workshops beschrieben.

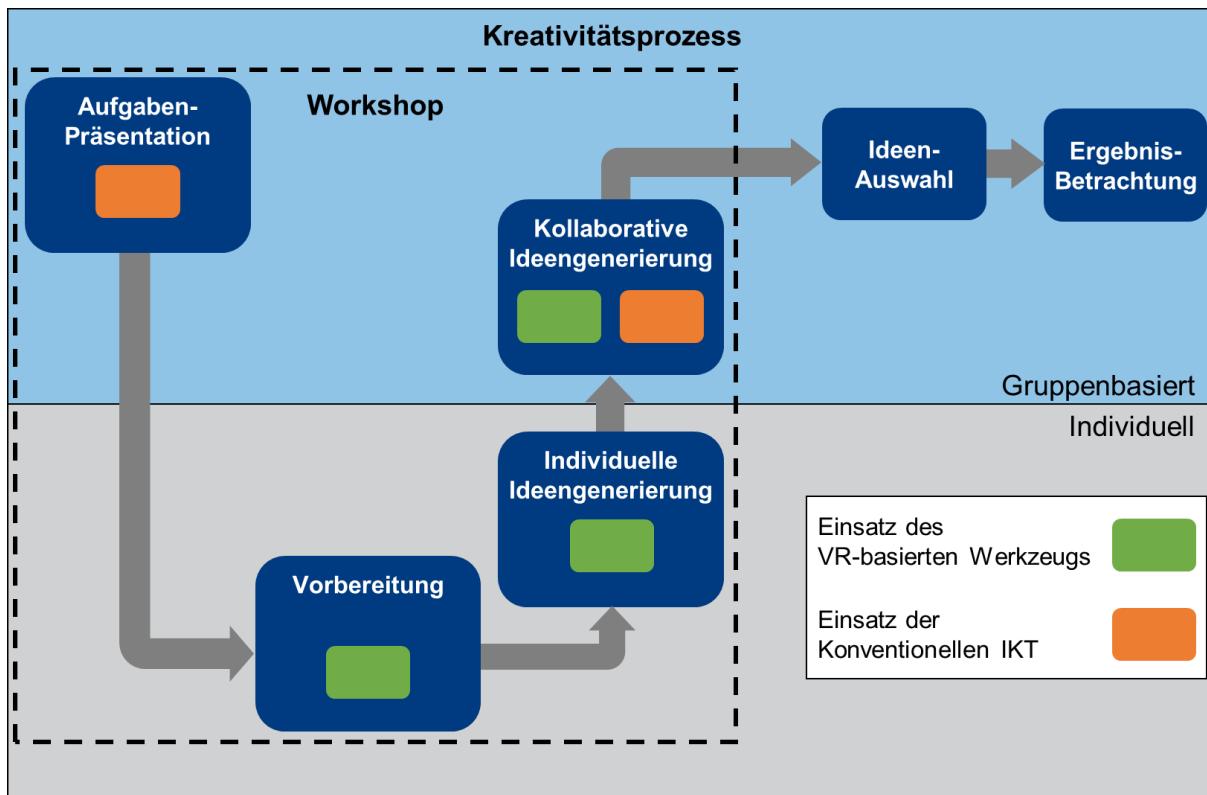


Abbildung 5-10: Vorgehen der Workshops für das Unternehmen und das Projektlabor

Aufgabenpräsentationen: Für die Aufgabenpräsentation wurde auf Adobe Connect zurückgegriffen. Per geteilter Präsentation wurden den Teilnehmern die Agenda, die Aufgabenstellungen und das methodische Vorgehen vermittelt. Die Teilnehmer agierten dabei von ihren Arbeitsplätzen in Leopoldshöhe und Bielefeld bzw. an ihren Arbeitsplätzen im Heinz Nixdorf Institut. Beim methodischen Vorgehen wurden die einzusetzenden Kreativitätstechniken erläutert, um die korrekte Anwendung sicherzustellen. Der Innovationsmanager, der als Auftraggeber des Workshops fungierte, präsentierte den weiteren Teilnehmern die Aufgabenstellungen. Für das Projektlabor „Digitale Fabrik“ übernahm der Moderator die Aufgabenpräsentation.

Vorbereitung: Für die Vorbereitungsphase wurden zwei unterschiedliche virtuelle Kreativumgebungen gestaltet. Bei einer handelte es sich um ein natürliches Umfeld, das sich durch Hügel, einen Fluss und Bäume definierte. Die zweite Umgebung zeichnete sich durch die Einbindung von Maschinen und Fertigungsanlagen aus, die in einem Labor oder einer Produktionshalle zu finden sind.

Ein weiterer Punkt der Vorbereitungsphase umfasste die Schulung jedes Teilnehmers im Umgang mit dem VR-basierten Werkzeug, das in den Phasen der individuellen und kollaborativen Ideengenerierung eingesetzt wurde. Dabei wurden den Teilnehmern alle verfügbaren Funktionen des VR-basierten Werkzeugs vermittelt. Im Anschluss hatten die Teilnehmer die Möglichkeit die Funktionen eine halbe Stunde lang selbst zu testen, um den Fokus in den nachfolgenden Phasen auf die Ideengenerierung richten zu können.

Individuelle Ideengenerierung: Im Anschluss an die Vorbereitungsphase nutzten die Teilnehmer das VR-basierte Werkzeug und wurden in die virtuellen Kreativumgebungen versetzt. Der Moderator wurde zusätzlich zur Unterstützung in die virtuellen Kreativumgebungen eingebunden. Anhand der Visualisierung von 3D-Modellen wurden die Teilnehmer in die Lage versetzt, Ideen anhand von Assoziationen zum Thema zukünftige Produkte / Lösungen zu generieren. Der Moderator unterstützte durch die Dokumentation mit Hilfe des virtuellen Whiteboards und der Generierung von Videos. Jeder Teilnehmer hatte 30 Minuten Zeit, die zur Ideengenerierung in der virtuellen Umgebung genutzt wurden.

Kollaborative Ideengenerierung: Die letzte Phase des Workshops wurde geteilt, um konventionelle Kreativitätstechniken mit Adobe *Connect* und die „Reizumgebungsmethode“ mit dem VR-basierten Werkzeug durchzuführen.

In der ersten Phase wurde eine Session mit Adobe *Connect* durchgeführt. Die Teilnehmer wurden aufgefordert Ideen zu potenziellen Märkten zu generieren, die für das Unternehmen eine hohe Relevanz haben könnten. Dafür wurde im ersten Teil der Session Brainstorming und im zweiten Teil die Reizbildtechnik verwendet. Im ersten Teil bekamen die Teilnehmer fünf Minuten, um selbstständig in Einzelarbeit Ideen zu generieren. Anschließend wurden die Teilnehmer vom Moderator dazu aufgefordert, ein bis zwei der generierten Ideen für alle Teilnehmer zu beschreiben. Aufbauend auf der Sammlung der generierten Ideen wurden den Teilnehmern in einer zweiten, fünfminütigen Runde die Möglichkeit gegeben, weitere Ideen zu generieren oder bereits geäußerte Ideen weiterzuentwickeln. Anschließend wurden den Teilnehmern zehn Bilder nacheinander gezeigt. Jeder bekam pro Bild 30 Sekunden Zeit, in denen die Ideen dokumentiert und ein bis zwei Bilder herausgestellt werden sollten, die einen hohen Einfluss auf ihre Kreativität hatten. Abschließend beschrieb jeder Teilnehmer die Bilder, die ihn stark beeinflusst haben und die Ideen, die dazu generiert wurden.

In der zweiten Phase der kollaborativen Ideengenerierung wechselten die Teilnehmer von Adobe *Connect* auf das VR-basierte Werkzeug *Virtual Creativity*. Die Phase baute auf den Ergebnissen der individuellen Ideengenerierung auf. Die Teilnehmer hatten die Aufgabe, neue potenzielle Produkte und Lösungen zu generieren. Für diese Phase bekamen die Teilnehmer 30 Minuten Zeit. Zu Beginn dieses Zeitraums wurde jeder dazu aufgefordert, seine Ideen aus der individuellen Phase vorzustellen. Dafür wurden von den Teilnehmern Objekte oder gesamte virtuelle Kreativumgebungen geladen, die für alle Teilnehmer sichtbar waren. Anhand von Objekten, Skizzen und/oder Whiteboard-Aufzeichnungen wurden die Ideen beschrieben. Aufbauend auf den Beschreibungen wurden die Teilnehmer gebeten, weitere Ideen zu generieren und per Modellierung und Dokumentation festzuhalten.

Fehlende Phasen des Kreativitätsprozesses: Der Fokus der Kreativitätsworkshops bei dem Unternehmen und im Projektlabor „Digitale Fabrik“ lag auf der Ideengenerierung und somit auf dem Anwendungsbereich intuitiver Kreativitätstechniken. Der Kreativitätsprozess enthielt allerdings weiterhin konvergente Phasen zur Ideenselektion (Ideenauswahl und Ergebnisbetrachtung). Diese Phasen wurden intern im Unternehmen bearbeitet und der Nutzen der Ideen für die strategische Ausrichtung des Unternehmens geprüft.

Die Resultate des Workshops wurden in Form von Fragebögen, teilstrukturierten Interviews und Beobachtungen eines Kamerasystems erhoben.

Fragebögen: Im Rahmen der Workshops wurden zwei Fragebögen eingebunden. Fragebogen 1 wurde von den Teilnehmern vor Beginn des Workshops beantwortet (siehe Abbildung 5-11).

Fragebogen nach der Durchführung des Kreativitätsworkshops für das Projektlabor "Digitale Fabrik"

* Erforderlich

Rollenbeschreibung

Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"? *

Entwicklungsingenieur

Validierungsingenieur

Methodingenieur

Abbildung 5-11: Ausschnitt des ersten Fragebogens für das Projektlabor

Die Fragen des ersten Fragebogens fokussierten allgemeine Informationen zu den Teilnehmern (Alter, Geschlecht und Position), die Einbindung in den Innovationsprozess, Erfahrungen mit VR-Technologie und Kreativitätstechniken und die modalen Präferenzen bei der Aufnahme von Informationen.

Der zweite Fragebogen wurde nach der Durchführung des Workshops von den Teilnehmern beantwortet. Enthalten waren Fragen, die die Effektivität der Kreativitätstechniken betreffen. Weiterhin wurden Erfolgsfaktoren der „Reizumgebungsmethode“, Aspekte der Kollaboration und Gebrauchstauglichkeit / Benutzerfreundlichkeit ermittelt. Die Teilnehmer hatten zusätzlich die Möglichkeit, Optimierungspotenziale zu nennen. Die vollständigen Fragebögen sind im Anhang A3 abgebildet. Die ausgefüllten Fragebögen sind im Anhang A4 dokumentiert.

Teilstrukturierte Interviews: In teilstrukturierten Interviews wurden nach der Durchführung weitere Aspekte aufgegriffen, die den Teilnehmern im Rahmen des Fragebogens gefehlt haben. Dabei lag ein hoher Stellenwert auf der Optimierung und Erweiterung bestehender Funktionen.

Beobachtungen: Für die Beobachtungen wurde ein portables Kamerasystem verwendet. Mit einer Kamera wurde ein Teilnehmer gefilmt, um die Nutzung der Funktionen zu prüfen.

5.3.2 Resultate

Nutzerspezifische Informationen wurden mit Hilfe des zweiten Fragebogens gewonnen, den die Teilnehmer des Workshops beantworteten.

Unternehmen: Für den Workshop bei dem ostwestfälischen Unternehmen hatten vier Teilnehmer angegeben, dass sie durch das Brainstorming per IKT in der kreativen Ideenfindung unterstützt wurden (siehe Abbildung 5-12).

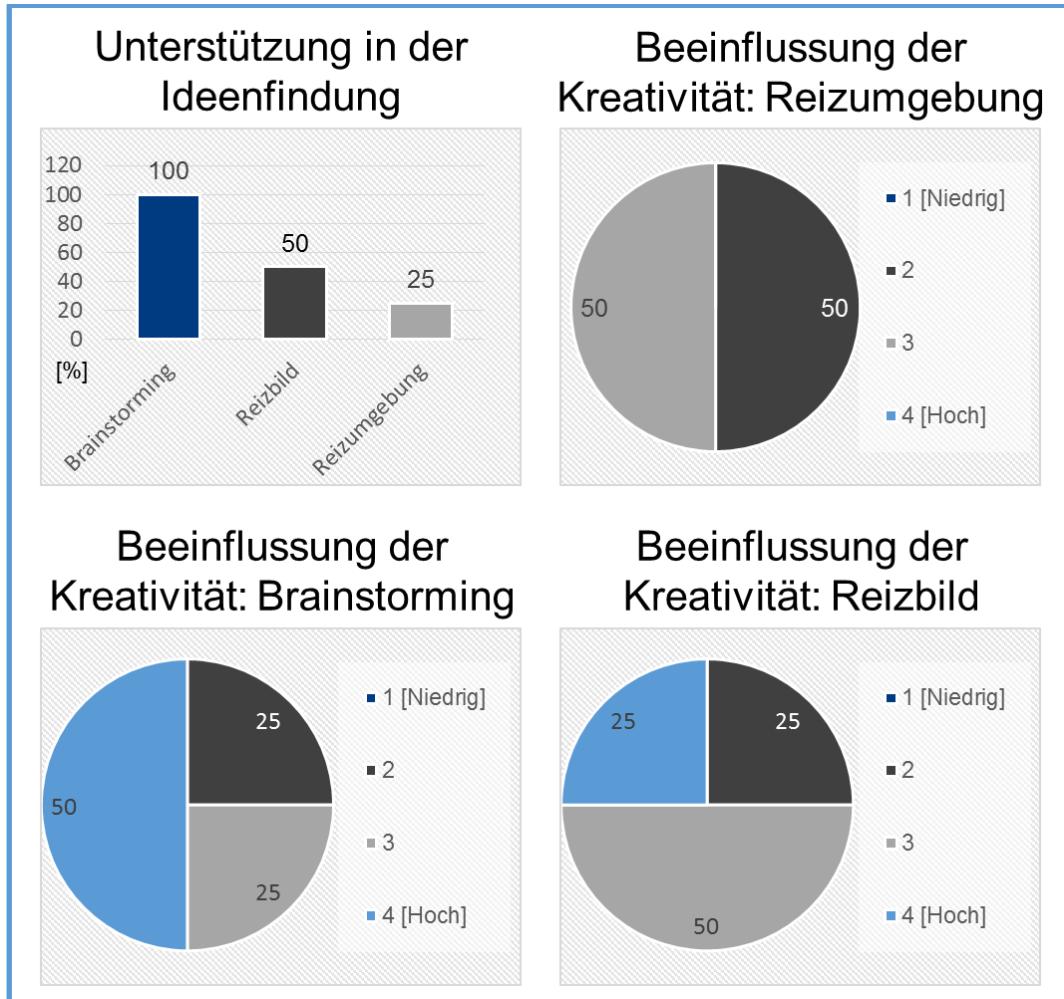


Abbildung 5-12: Vergleich in der Kreativitätsbeeinflussung im Unternehmensworkshop

Zwei Teilnehmer empfanden die Reizbildtechnik als unterstützend und lediglich ein Teilnehmer fühlte sich durch die „Reizumgebungsmethode“ unterstützt. Weiterhin hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, den Einfluss der Kreativitätstechniken anhand einer Skala (1 bis 4) zu beantworten. Dabei schnitten das Brainstorming und die Reizbildtechnik sehr gut ab (Brainstorming: 3,25, Reizbildtechnik: 3). Die „Reizumgebungsmethode“ fiel gegenüber diesen Techniken ab. Besonders die individuelle Ideengenerierung führte nicht zur Unterstützung der Kreativität (individuelle Ideengenerierung: 1,75). Die kollaborative Ideengenerierung schnitt mit einem Wert von 2,5 durchschnittlich ab. Weiterhin wünschten sich die Teilnehmer generell mehr Zeit zur Durchführung der Kreativitätstechniken (Brainstorming: 75 %, Reizbildtechnik: 75 %, „Reizumgebungsmethode“: 50 %). Die Hälfte der Teilnehmer gab an, dass sie ohne die

Nutzung des Brainstormings und der Reizbildtechnik nicht auf die generierten Ideen gekommen wären. Für die „Reizumgebungsmethode“ gaben dies nur 25 % an. Die Stimulation der virtuellen Kreativumgebungen wirkte sich nur teilweise (50 %) oder überhaupt nicht (50 %) auf die Ideenfindung der Teilnehmer aus. Die Hälfte der Teilnehmer gab an, dass die intrinsische Motivation für die Ideengenerierung teilweise von der „Reizumgebungsmethode“ stimuliert wird. Die andere Hälfte der Teilnehmer empfand dies nicht. Die Mehrheit (75 % der Teilnehmer) war teilweise in der Lage, eine Vielzahl von Ideen zu generieren. Wie bereits in Bezug auf alle Kreativitätstechniken herausgestellt wurde, war der zeitliche Rahmen zur Anwendung der „Reizumgebungsmethode“ zu kurz (75 % der Teilnehmer hätten mehr Zeit benötigt).

Bezogen auf das VR-basierte Werkzeug wurden die Teilnehmer zu den Möglichkeiten befragt, Ideen durch Funktionen zu visualisieren (Skizzen am Whiteboard oder im Raum) und zu dokumentieren (Screenshots und Videos). Die Ergebnisse sind in Abbildung 5-13 abgebildet.

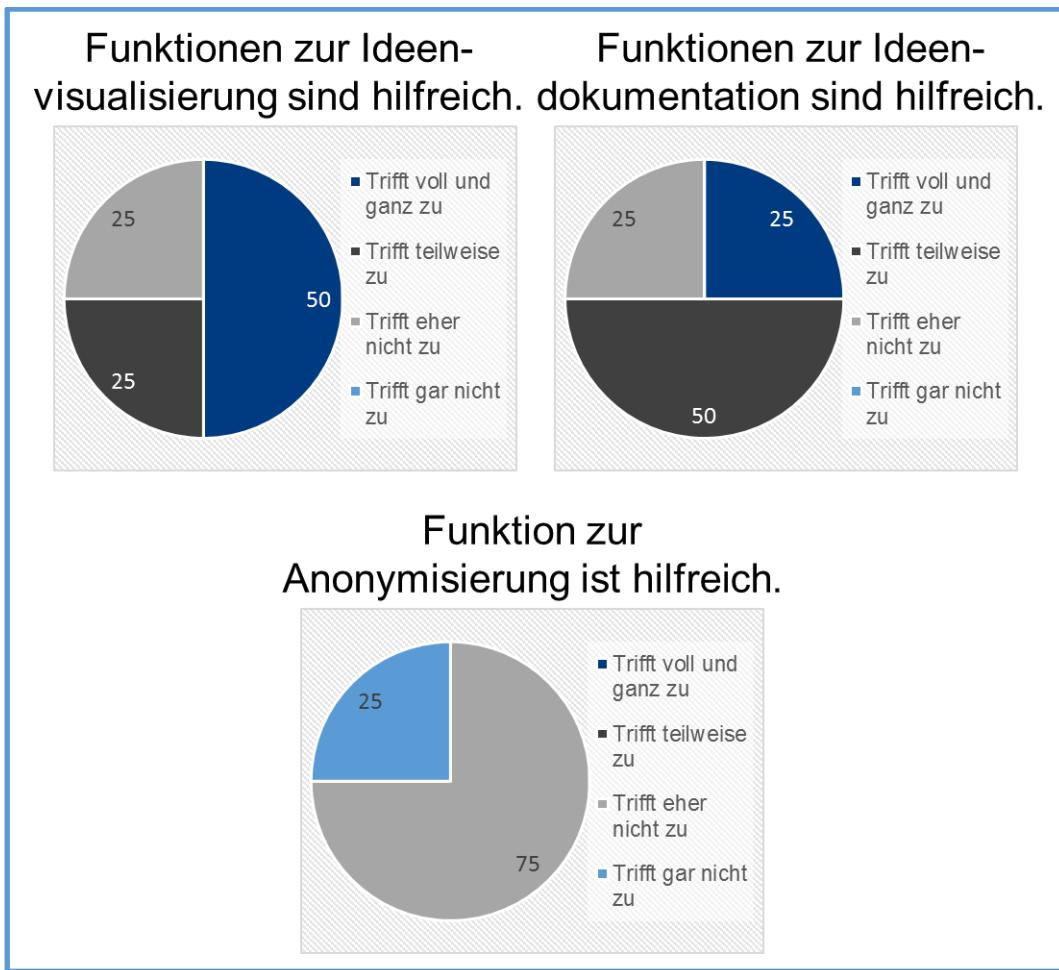


Abbildung 5-13: Bewertung von Funktionen des VR-basierten Werkzeugs im Unternehmensworkshop

Die Hälfte der Teilnehmer gab an, dass sie die Funktionen zur Visualisierung der Ideen voll und ganz unterstützen. Jeweils 25 % der Teilnehmer gaben an, dass sie die Funktionen als teilweise oder weniger hilfreich empfanden. Die Funktionen der Dokumentation schnitten bei den Teilnehmern (50 %) überwiegend als teilweise hilfreich ab. Jeweils 25 % beurteilten die Funktionen als vollumfänglich oder weniger hilfreich. Die Unterstützung durch den Moderator

wurde grundsätzlich sehr positiv bewertet (50 %: voll und ganz, 50 %: teilweise). Die Anonymisierung von Ideen wurde von den Teilnehmern negativ bewertet. Sie hielten die Funktion für weniger (75 %) oder überhaupt nicht sinnvoll.

Die Teilnehmer wurden weiterhin befragt, für welche Kreativitätstechnik die Kollaboration mit den weiteren Teilnehmern hilfreich war. Dabei wurden das Brainstorming und die Reizbildtechnik hervorgehoben. Bei der Bewertung, ob VR-Technologie einen Mehrwert gegenüber anderen IKT bietet, waren sich die Teilnehmer uneinig. Es konnte keine klare Tendenz identifiziert werden. Die Nutzung der VR-Technologie führte dazu, dass die Teilnehmer Spaß bei der Ausübung der Tätigkeit hatten (50 %: voll und ganz, 50 %: teilweise).

Dies ist in Abbildung 5-14 dargestellt. Bei der Bedienung des VR-basierten Werkzeugs kam es bei den Teilnehmern vereinzelt zu Schwierigkeiten.

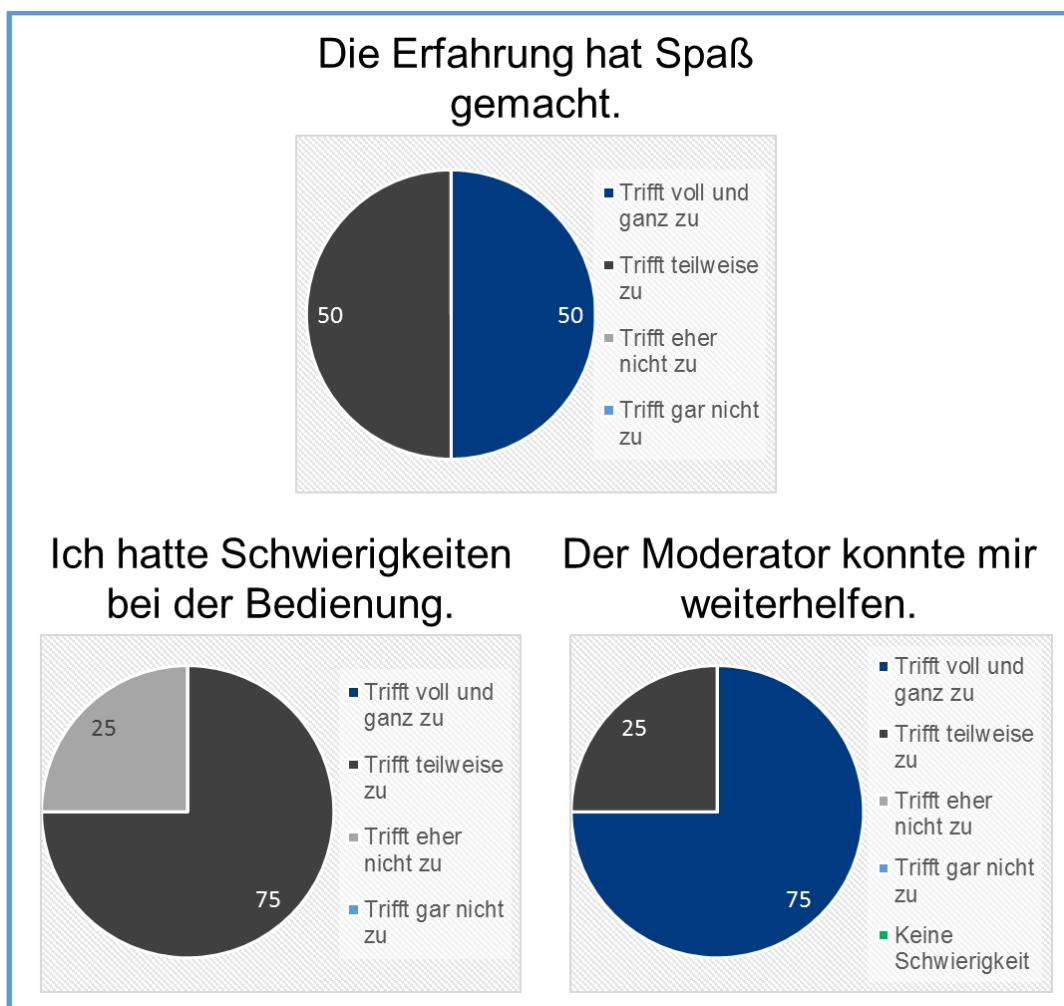


Abbildung 5-14: Aspekte der „Reizumgebungsmethode“ des Unternehmensworkshops

Die Mehrheit (75 %) gab an, dass sie teilweise Schwierigkeiten hatte. In diesem Kontext wurden die Hilfestellungen des Moderators von 75 % als sehr hilfreich beurteilt. Bei den aufgetretenen Fehlern handelte es sich um Schwierigkeiten bei der Bewegung (Fehlfunktion der Tele-

portationsfunktion) und der Interaktion (Fehlfunktion bei der Nutzung des Whiteboards, Fehlfunktion der Grifffunktion). Bei einem Teilnehmer trat Cyber Sickness auf, die sich durch ein Unwohlsein (leichte Kopfschmerzen und leichte Übelkeit) ausdrückte.

Abschließend hatten die Teilnehmer im Fragebogen die Möglichkeit, Verbesserungspotenziale für die Methode und die Technik anzugeben. Für das methodische Vorgehen wurde herausgestellt, dass ein stärkerer Fokus auf die zwischenmenschliche Interaktion gewünscht ist. Weiterhin wurde es als sinnvoll erachtet, die virtuellen Kreativumgebungen den Themenstellungen anzupassen. In diesem Kontext äußerte ein Teilnehmer den Wunsch, direkt am technischen System Ideen entwickeln zu können. Als technisches Optimierungspotenzial wurden die Bedienung des VR-Systems sowie die Verbesserung des Trackings für eine bessere Interaktion identifiziert.

Im Rahmen des Fragebogens hatten die Teilnehmer schließlich die Möglichkeit, die Vor- und Nachteile der „Reizumgebungsmethode“ herauszustellen. Als großer Vorteil wurden von den Teilnehmern im Unternehmensworkshop die Kollaboration und Interaktion der gesamten Gruppe herausgehoben. Das gemeinsame Arbeiten an virtuellen Objekten und die Steigerung des Gemeinschaftsgefühls wurden als große Stärken der Kreativitätstechnik identifiziert. Weiterhin konnten die Interaktionsformen Malen, Zeichnen und Notieren für die Kollaboration gewinnbringend eingesetzt werden. Die von den Teilnehmern genannten Nachteile bezogen sich auf die Beschaffenheit und Quantität von virtuellen 3D-Modellen und die vorhandene VR-Hardware. Die Teilnehmer empfanden die visualisierten 3D-Modelle als strukturell zu grob. Weiterhin führte eine hohe Anzahl von 3D-Modellen zu einer hohen Dominanz und lenkte von der eigentlichen Aufgabenstellung ab. Ein Teilnehmer gab an, dass das Tragen der VR-Hardware Stress erzeugte und somit nachteilig bei der Ideengenerierung war.

Projektlabor „Digitale Fabrik“: Abbildung 5-15 beinhaltet die Beeinflussung der Ideengenerierung durch die unterschiedlichen Kreativitätstechniken.

Jeweils fünf Teilnehmer fühlten sich durch das Brainstorming und die „Reizumgebungsmethode“ in der kreativen Ideenfindung unterstützt. Vier Teilnehmer gaben an, dass die Reizbildtechnik sie unterstützte. Bei der Bewertung der einzelnen Kreativitätstechniken bezüglich ihres Einflusses auf die Kreativität schnitten das Brainstorming (3,125 von 4 Punkten) und die kollektive Phase der „Reizumgebungsmethode“ (3) am besten ab. Die Reizbildtechnik (2,125) und die individuelle Phase der „Reizumgebungsmethode“ (2) wurden als unterdurchschnittlich in Bezug auf den Einfluss auf die Kreativität bewertet. Ein hoher Anteil der Teilnehmer (37,5 %) empfand die Zeit zur Durchführung jeder Kreativitätstechnik als ausreichend. Ein zeitliches Defizit geht allerdings für die Reizbildtechnik aus dem Fragebogen hervor, da 37,5 % der Teilnehmer sich für diese Kreativitätstechnik mehr Zeit gewünscht hätten. Bei der Betrachtung der Ideen, auf die sie ohne die jeweilige Kreativitätstechnik nicht gekommen wären, schnitt die „Reizumgebungsmethode“ am besten ab: 62,5 % der Teilnehmer gaben dies an. Die Reizbildtechnik (50 %) und das Brainstorming (25 %) schnitten bei den teilnehmenden Studierenden schwächer ab.

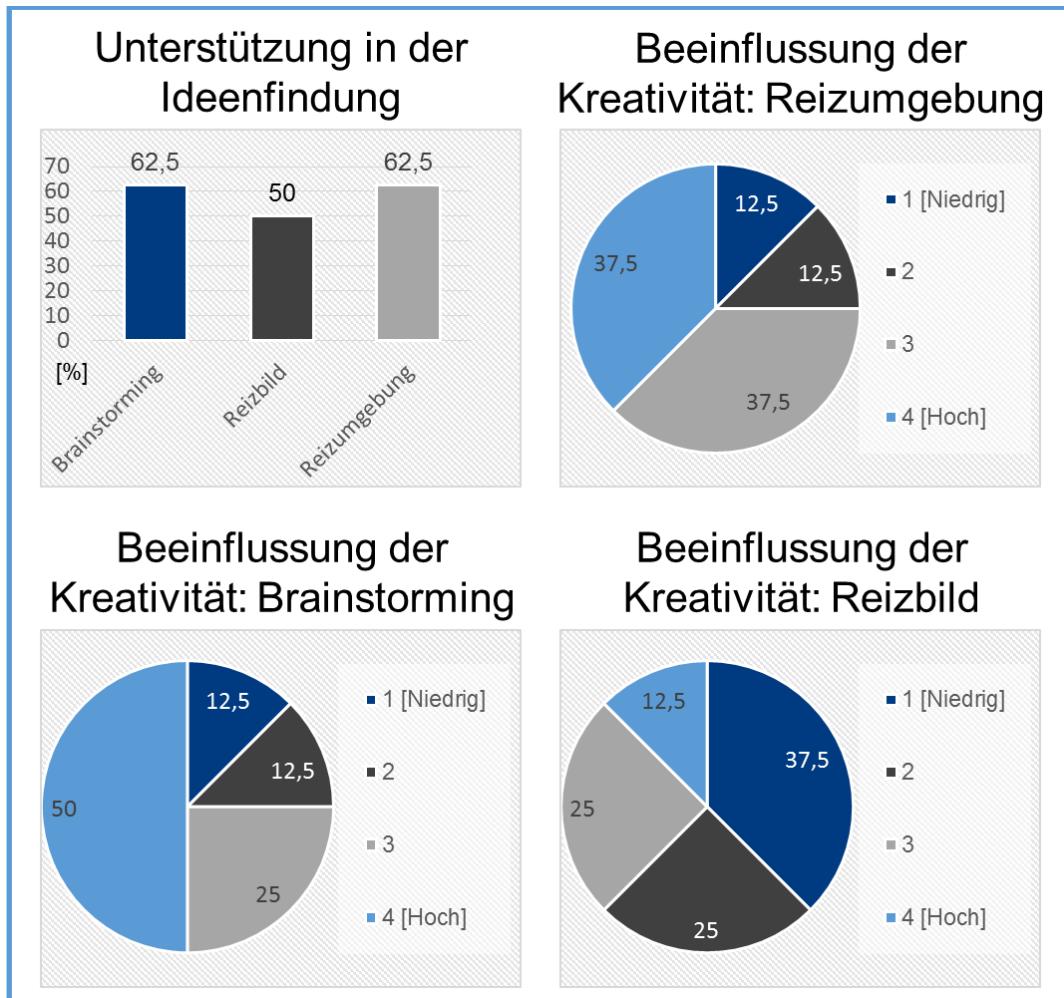


Abbildung 5-15: Vergleich der Beeinflussung der Kreativität im Projektlabor

Des Weiteren wurde der Einfluss der virtuellen Kreativumgebungen auf die Kreativität erfasst. Die Mehrheit (62,5 %) gab an, dass die virtuellen Kreativumgebungen sie teilweise auf Ideen brachten, die sie vorher nicht hatten. Die weiteren Teilnehmer (37,5 %) bekräftigten diese Aussage und konnten vollumfänglich bestätigen, dass sie durch die virtuellen Kreativumgebungen auf sonst nicht bedachte Ideen gekommen sind.

Bei der Betrachtung der intrinsischen Motivation zur Ideengenerierung polarisierte die VR-Technologie. Die Hälfte der Teilnehmer gab an, dass diese Wirkung voll und ganz vorhanden war. Weitere 37,5 % empfanden, dass die intrinsische Motivation überhaupt nicht von der Nutzung der VR-Technologie betroffen war. Generell war es den Studierenden möglich, viele Ideen mit Hilfe der „Reizumgebungsmethode“ zu generieren. Die Hälfte der Teilnehmer stimmte dieser Aussage voll und ganz zu. Die andere Hälfte gab an, dass dies teilweise der Fall gewesen wäre. Der zeitliche Rahmen der Kreativitätstechnik wurde als sehr positiv wahrgenommen (62,5 % der Teilnehmer stimmten voll und ganz zu). Ihr vorhandenes Wissen schätzten die Teilnehmer überwiegend als ausreichend zur Lösung der Aufgabe ein (50 %: voll und ganz, 50 %: teilweise). Die Funktionen zur Visualisierung von Ideen (virtuelles Whiteboard, Sketching) schnitten bei den Teilnehmern sehr gut ab (siehe Abbildung 5-16). Die Mehrheit (87,5 %)

stimmte der Aussage, dass die Funktionen hilfreich sind, voll und ganz zu. Die Funktionen zur Dokumentation (Screenshots, Videos) wurden kritischer bewertet.

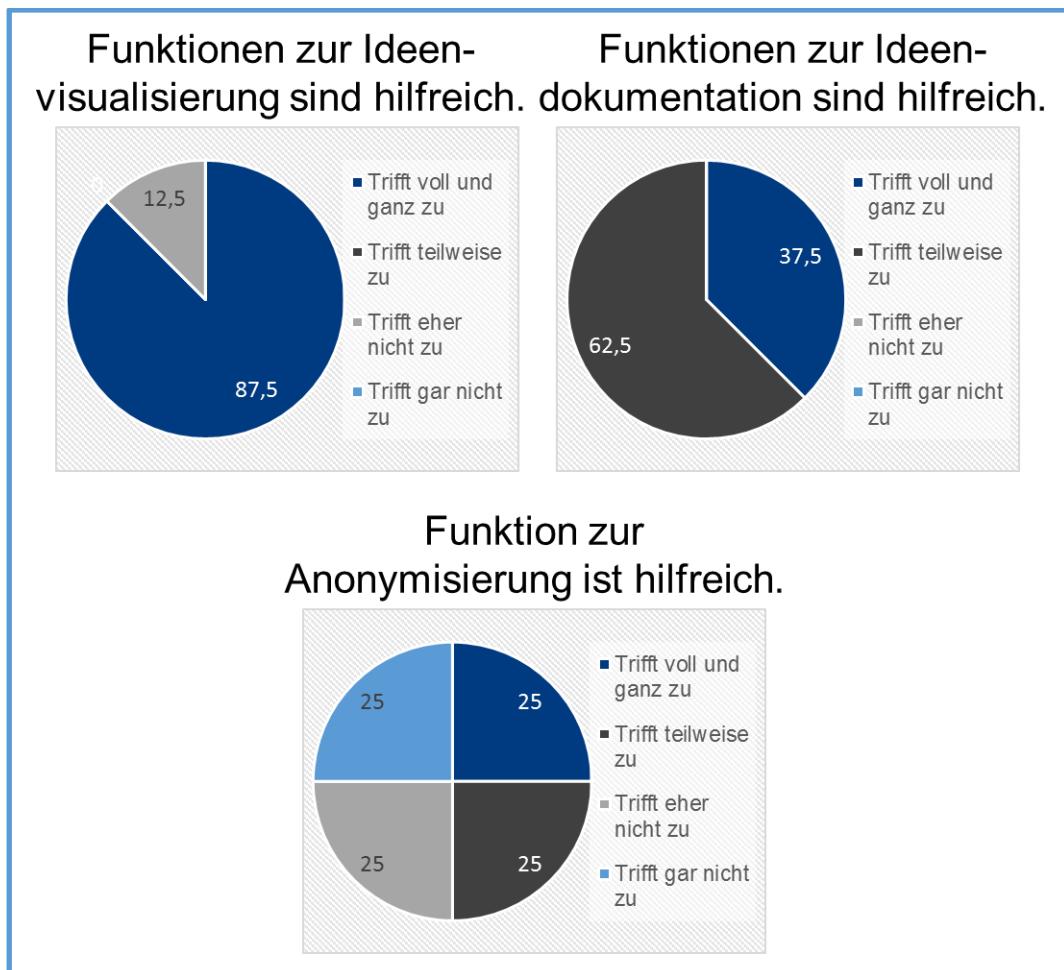


Abbildung 5-16: Bewertung von Funktionen des VR-basierten Werkzeugs im Projektlabor

Die meisten Teilnehmer (62,5 %) empfanden die Funktionen als teilweise hilfreich. Die übrigen Teilnehmer gaben an, dass die Funktionen sie voll und ganz unterstützt hätten. Bei dem Punkt „Anleitung durch den Moderator“ waren sich die Teilnehmer einig und gaben an, dass sie voll und ganz zufrieden waren. Die Meinungen zur Anonymisierung der Ideen waren sehr heterogen. Gleiche Anteile der Teilnehmergruppe fanden die Idee sinnvoll und überhaupt nicht sinnvoll. Im Kontext der Kreativitätstechniken wurde die Kollaboration für die „Reizumgebungs-methode“ am häufigsten als hilfreich bewertet (87,5 % der Teilnehmer gaben dies an). Gegenüber anderen IKT-Lösungen wurde der Einsatz von VR-Technologie, besonders im Kontext der Kollaboration, positiv bewertet. Alle Teilnehmer stimmten der Aussage teilweise (50 %) oder voll und ganz zu (50 %). Der Faktor Spaß spielte bei der Nutzung des VR-basierten Werkzeugs im Kreativitätsprozess eine Rolle. Eine Mehrheit von 75 % stimmte voll und ganz zu, dass sie Spaß bei der Nutzung hatten. Die weiteren Teilnehmer empfanden dieses Gefühl teilweise.

Die Bedienung des VR-basierten Werkzeugs wurde überwiegend positiv bewertet (siehe Abbildung 5-17). Die Mehrzahl der Nutzer (62,5 %) gab an, dass sie eher wenige Probleme bei

der Nutzung hatte. Die Bewertungen der weiteren Teilnehmer waren sehr heterogen. Einige gaben an, dass sie gar keine Probleme bei der Nutzung hatten, andere wiederum gaben starke Probleme an. Die Einbindung des Moderators zur methodischen und technischen Unterstützung wurde sehr positiv bewertet. Die Mehrheit der Teilnehmer (87,5 %) stimmte voll und ganz zu, dass dieser einen hilfreichen Einfluss bei der Problemlösung hatte. Im Kontext der Nutzung des VR-basierten Werkzeugs gab eine Mehrheit der Teilnehmer (62,5 %) an, dass keine Schwierigkeiten auftraten. Bei den weiteren Teilnehmern kam es vereinzelt zu Schwierigkeiten. Diese betrafen überwiegend Funktionen zur Interaktion (Fehlfunktion der Whiteboard-Funktion und des Materialwechsels). Bei einer Teilnehmerin trat Cyber Sickness auf, das sich durch ein Unwohlsein (leichte Kopfschmerzen und leichte Übelkeit) ausdrückte.

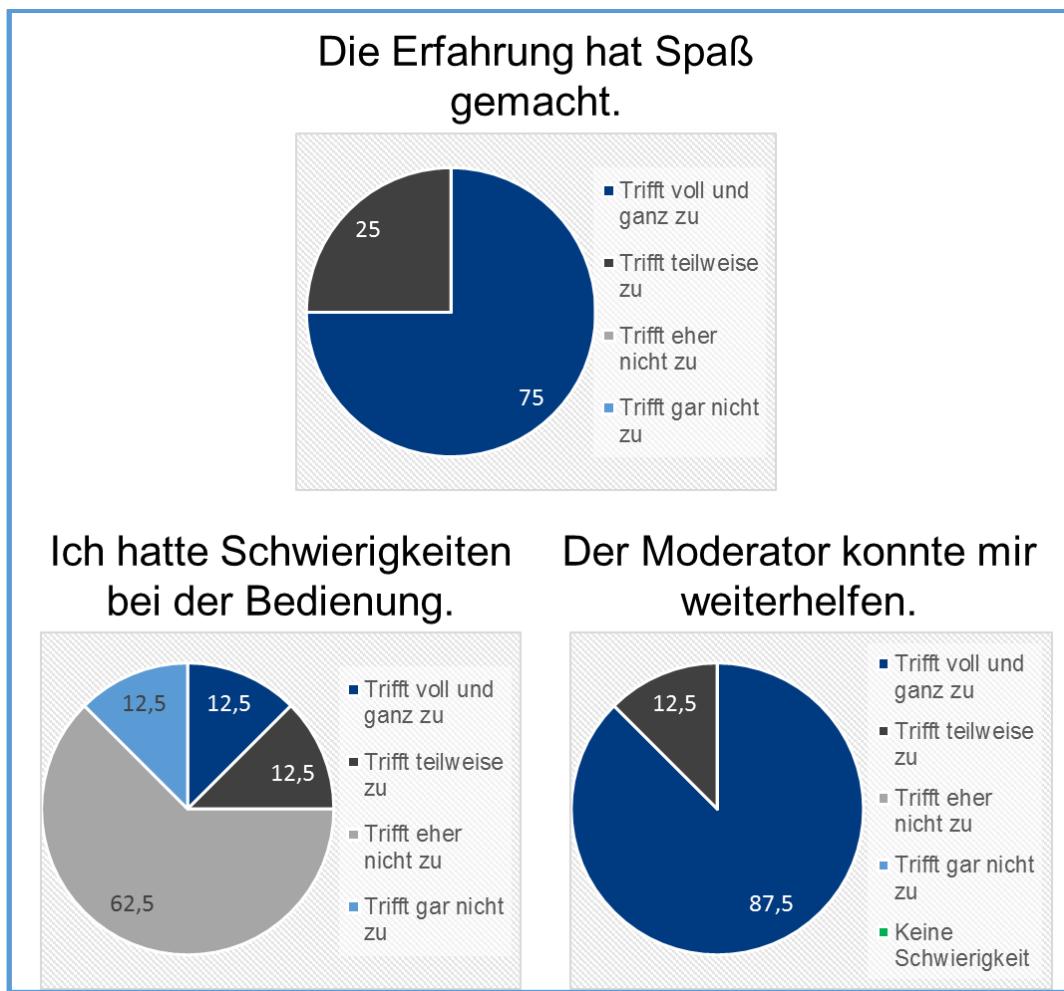


Abbildung 5-17: „Reizumgebungsmethode“ im Projektlabor „Digitale Fabrik“

Abschließend wurden die Teilnehmer aufgefordert, ein Feedback zum methodischen Vorgehen und zur technischen Umsetzung zu geben. Im methodischen Bereich wurden Maßnahmen zur besseren Erlernung der Bedienung identifiziert. Eine Möglichkeit ist die Implementierung eines Tutorials, das spielerische Aufgaben zur Erlernung der Nutzung einzelner Funktionen enthält. Als weitere Möglichkeit wurde die Ausweitung der Funktionserklärungen herausgestellt und dies in Verbindung mit einem Anfängermodus genannt, in dem der Nutzer eine eingeschränkte Auswahl an Funktionen hat. Ein weiteres Potenzial besteht in der Anpassung der virtuellen Umgebung an die Umgebung, in der die Ideen umgesetzt werden müssen. Das heißt, dass es

eine Orientierung an der Aufgabenstellung geben muss. Im Kontext der technischen Umsetzungen wurden Verbesserungspotenziale identifiziert, die überwiegend durch die bestehende VR-Hardware-Infrastruktur gegeben sind. Darunter fallen die Verbesserung der Auflösung der HMDs und der Handhabung der Controller zur Steuerung. Als Verbesserungspotenzial für die Funktion Whiteboard wurde dessen Erscheinungsposition aufgelistet.

Die Teilnehmer des Projektlabors „Digitale Fabrik“ identifizierten weiterhin Vor- und Nachteile der „Reizumgebungsmethode“. Die Aufzählung der Vorteile war dabei sehr vielfältig und bezog sich auf die Visualisierung, Gestaltung und Interaktion. Besonders positiv hervorgehoben wurde die Möglichkeit, Ideen direkt zu visualisieren und somit auf diesen aufbauend Neue generieren zu können. Weiterhin wurden die großen Freiheiten in der Umgebung und der Wechsel der Perspektiven und die damit einhergehende Dynamik als Vorteil genannt. Die Standortunabhängigkeit und die Interaktion der Gruppenmitglieder von verteilten Standorten aus war ein weiterer Aspekt, den die Teilnehmer identifizierten. Als Nachteile wurden der Aufwand und die notwendigerweise zu meisternde Bedienung herausgestellt. Des Weiteren unterscheidet sich das Interaktionsparadigma, das der Nutzer für den Gebrauch des VR-basierten Werkzeugs benötigt, grundlegend von klassischen Formen (Benutzung eines Desktop-PCs). Dies führt dazu, dass die Bedienung erlernt werden muss und somit ein Aufwand für die Nutzung entsteht. Ein weiterer Faktor ist die grobe Darstellungsform der 3D-Modelle.

5.3.3 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

Auf Basis der Validierungsworkshops bei dem ostwestfälischen Unternehmen und im Projekt-labor „Digitale Fabrik“ lassen sich die folgenden Punkte ableiten. Diese Interpretationen führen zu Maßnahmen, die in einer Überarbeitung der „Reizumgebungsmethode“ enden.

Punkt 1: Im Unternehmen wurde die Beeinflussung durch die klassischen Kreativitätstechniken (Brainstorming und Reizbildtechnik) zur Ideengenerierung besser bewertet. Im Kontext des Projektlabors „Digitale Fabrik“ wurden alle Kreativitätstechniken als hilfreich zur Beeinflus-sung der Ideengenerierung bewertet. Die Bewertung der unterschiedlichen Benutzergruppen hängt mit der bisherigen Nutzung zusammen. Die jüngere Zielgruppe ist vertrauter mit dem Technologiefeld. Bereits die Ergebnisse der ersten Fragebögen, die sich mit den Erfahrungen mit VR-Technologie befassten, zeigten, dass die Teilnehmergruppe des Projektlabors „Digitale Fabrik“ bereits ein höheres Vorwissen besaß. Dies führt zu dem Schluss, dass das Werkzeug eine noch einfachere Interaktion ermöglichen muss, die beispielsweise durch die Verwendung weniger Buttons am Controller realisiert werden kann. Weiterhin müssen Nutzer mehr Mög-lichkeiten bekommen, mit der VR-Technologie in Berührung zu kommen.

Punkt 2: Die kollaborative Phase der Ideengenerierung der „Reizumgebungsmethode“ schnitt bei den Teilnehmern deutlich besser ab als die individuelle Phase (unabhängig von der Teilnehmergruppe). Die Teilnehmer agierten in der individuellen Phase der „Reizumgebungsme-thode“ alleine und wurden vom Moderator unterstützt. In der kollaborativen Phase waren vier Teilnehmer und der Moderator gemeinsam in der virtuellen Umgebung eingebunden. Beobach-tungen der individuellen Phase zeigten, dass bei vielen Teilnehmern eine Anleitung durch den Moderator notwendig war, um anhand der virtuellen Umgebungen Ideen zu generieren und Zu-sammenhänge herzustellen. Durch die Interaktion und Diskussionen innerhalb und über die

virtuellen Kreativumgebungen war dieses Problem in der kollaborativen Phase der „Reizumgebungsmethode“ nicht festzustellen. Des Weiteren kamen die Vorteile der Modellierungswerkzeuge besser zum Vorschein, mit deren Hilfe den weiteren Teilnehmern die Ideen direkt erläutert werden konnten. Weiterhin entstand durch die Kollaboration ein Gefühl der Präsenz, das elementar für eine gute und kreative Zusammenarbeit ist.

Punkt 3: Die Teilnehmer im Unternehmen benötigten eine höhere Zeitspanne, um kreativ mit der „Reizumgebungsmethode“ zu arbeiten. Die Teilnehmer des Projektlabors konnten innerhalb der definierten Zeitspanne viele Ideen generieren. Diese Aussagen ließen sich aus den zweiten Fragebögen der Workshops entnehmen. Die Gründe für diese Interpretation können sehr vielfältig sein. Durch eine kurze Einführungszeit wurde den Teilnehmern die Bedienung vermittelt. Durch die anschließende Nutzung der VR-Technologie konnten sie ihre Kompetenz in der Nutzung verbessern. Der Fortschritt des Kompetenzaufbaus war allerdings unterschiedlich groß. Einige Teilnehmer benötigten eine größere Zeitspanne, um in der Nutzung sicherer zu werden. Diese Zeitdifferenz führte dazu, dass die Teilnehmer, die den Umgang schneller erlernten, mehr Zeit hatten, um sich auf die Ideengenerierung zu fokussieren.

Weiterhin besteht ein Zusammenhang zwischen der Aufgabenstellung und dem bestehenden Vorwissen. Die Mitarbeiter des Unternehmens beschäftigten sich mit Markt- und Produktinnovationen. Durch die langjährige Arbeit in der Branche kann bei den Mitarbeitern eine funktionale Fixierung auf bereits bestehende Produktlösungen entstehen, die die Generierung innovativer Ideen verhindert. Die Studierenden, die am Projektlabor „Digitale Fabrik“ teilnahmen, generierten Ideen für Funktionen, die für eine AR-Wartungsapplikation geeignet sind. In diesem Kontext besaßen die Teilnehmer weniger Vorwissen und konnten somit leichter unkonventionelle Ideen generieren. Eine starke funktionale Fixierung auf bisherige konventionelle Lösungen führt dazu, dass diese zuerst abgebaut werden muss, um unkonventionelle Ideen generieren zu können.

Punkt 4: Die Ideenvisualisierung ist eine der wesentlichen Vorteile der „Reizumgebungsmethode“. Die Funktionen schnitten im Projektlabor „Digitale Fabrik“ signifikant besser ab. Beobachtungen der „Reizumgebungsmethode“ zeigten, dass die Teilnehmer in der kollaborativen Phase besonders häufig auf die Modellierungswerkzeuge (Virtuelles Whiteboard und räumliche Zeichnungsfunktion) zurückgriffen. Die Teilnehmer erklärten mit Hilfe der Funktionen ihre Ideen. Anschließend war es den Teilnehmern möglich, über die Ideen zu diskutieren und diese weiterzuentwickeln.

Punkt 5: Die Ideendokumentation ist eine der wesentlichen Vorteile der „Reizumgebungsmethode“. Die Funktionen schnitten im Projektlabor „Digitale Fabrik“ signifikant besser ab. Ähnlich wie bereits bei den Modellierungswerkzeugen kamen die für die Dokumentation vorgesehenen Werkzeuge bei den Teilnehmern gut an. Die Beobachtungen der „Reizumgebungsmethode“ führten zu dem Ergebnis, dass die Teilnehmer wie vorgesehen häufig die Modellierungs- und Dokumentationswerkzeuge kombinierten. Das heißt, dass sie zuerst ihre Ideen mit den Modellierungswerkzeugen für ein besseres Verständnis und für die Diskussionen visualisierten und anschließend mit Screenshots und Videos dokumentierten. Dieser Zusammenhang spiegelt sich in den Ergebnissen der Fragebögen wider.

Punkt 6: Bei der „Reizumgebungsmethode“ ist definitiv eine Moderation erforderlich. Die Rolle wurde als kompetent bei der Lösung von Schwierigkeiten erachtet. Beobachtungen in den Validierungsworkshops führten zu der Erkenntnis, dass der Moderator besonders in den Phasen

der individuellen Ideengenerierung eine wichtige Rolle spielte. Er diente als Ratgeber, um ein mögliches Vorgehen zu definieren und als Trainer, um die Bedienung des VR-basierten Werkzeugs besser zu beherrschen. Da es sich bei dem VR-basierten Werkzeug um einen Demonstrator handelte, kam es zu kleineren Fehlfunktionen. Der Moderator konnte in diesem Fall Alternativen aufrufen oder das Problem lösen.

Punkt 7: Die Anonymisierung der Ideen wurde von vielen Teilnehmern als kritisch empfunden und wurde nicht als notwendig erachtet. Beide Teilnehmergruppen bewerteten die Anonymisierung nicht positiv. Die Fragebogenergebnisse des Unternehmensworkshops zeigen sogar, dass die Teilnehmer eher eine ablehnende Haltung gegenüber der Anonymisierung hatten. Die offene Zuordnung einer Idee zum Ideengeber brachte einige Vorteile mit sich. Bei Fragen konnte der Ideengeber die Hintergründe der Idee erläutern und somit ein besseres Verständnis schaffen. Außerdem können Ideen bis zum Ideengeber zurückverfolgt werden.

Punkt 8: Die VR-Technologie erzeugt bei den meisten Nutzern Freude und Spaß. Diese Aussage wurde in den Workshops mit Hilfe der Fragebögen bestätigt. Daraus resultiert, dass die Teilnehmer mit einer positiven Einstellung an die Aufgabenstellung gehen. Auf dieser Basis ist es möglich, eine spielerische und experimentierfreudige Arbeitsatmosphäre in der kollaborativen Ideengenerierungsphase zu erzeugen. Die Aufgabe des Moderators liegt darin, dafür zu sorgen, dass die Teilnehmer den Fokus auf der Aufgabenstellung behalten.

Punkt 9: Teilnehmer des Unternehmensworkshops benötigten einen längeren Zeitraum, um sich mit der Bedienung der VR-Hardware vertraut zu machen. Im Vergleich dazu waren die Teilnehmer des Projektlabors „Digitale Fabrik“ deutlich schneller mit der Bedienung vertraut und konnten sich auf die Aufgabe konzentrieren. Diese Beobachtungen und die Ergebnisse der Fragebögen führen zu der Erkenntnis, dass die Teilnehmer im Projektlabor „Digitale Fabrik“ die Bedienung schneller erlernten. Ein möglicher Zusammenhang besteht mit dem Alter der Teilnehmer. Über 80 % der Teilnehmer des Projektlabors waren im Alter zwischen 18 und 25 Jahren. Bei dem Unternehmensworkshop waren die Teilnehmer zwischen 31 und 50 Jahre alt. Studien belegen, dass ein Zusammenhang zwischen fortschreitendem Alter und einem verminderten Selbstvertrauen bei der Nutzung von IT besteht [MJH02, S. 273 ff.].

Punkt 10: Die Technologie verursacht vereinzelt Cyber Sickness. Bei einer Teilnehmerin des Projektlabors „Digitale Fabrik“ und bei einem Teilnehmer des Unternehmensworkshops zeigten sich geringfügige Symptome, die sich in Form von leichtem Schwindelgefühl und leichten Kopfschmerzen bemerkbar machten. Das Auftreten von Cyber Sickness kann unterschiedliche Ursachen haben. Grundlegend hängt diese mit der Interaktion von Nutzern mit der VR-Umgebung zusammen. Die am weitesten verbreitete Theorie stellt auf die Diskrepanz zwischen körperlicher Selbstwahrnehmung (Propriozeption) und der Wahrnehmung des visuellen Cortex ab. Diese Abweichung wirkt sich auf das Gleichgewichtsorgan als fundamentale Störung aus und führt zu einer physischen Reaktion [LaV00, S. 47 ff.]. Dieser Effekt lässt sich durch häufige Benutzung der Technologie verringern. Ein weiterer Faktor, der die Cyber Sickness beeinflusst, ist das Alter der Nutzer [HSC+18, S. 82 ff.].

Punkt 11: Die „Reizumgebungsmethode“ beeinflusst die Kreativität der jüngeren Teilnehmergruppe stärker. Diese Interpretation ergibt sich aus den beantworteten Fragebögen und den Beobachtungen der Workshops. In den Fragebögen gaben die Teilnehmer eine Einschätzung zur Auswirkung der „Reizumgebungsmethode“ auf ihre Kreativität ab. Die Teilnehmer des Pro-

projektlabors „Digitale Fabrik“ bewerteten die Kreativitätstechnik deutlich positiver. Die Beobachtungen zeigten weiterhin, dass die jüngeren Teilnehmer die Bedienung schneller beherrschten und sich somit deutlich schneller mit der Aufgabenstellung beschäftigen konnten. Das heißt, dass die Beurteilung einen direkten Zusammenhang mit den Fähigkeiten zur Bedienung des VR-basierten Werkzeugs aufweist. Weiterhin ist die funktionale Fixierung ein signifikanter Unterschied. Mitarbeiter eines Unternehmens, die sich seit Jahren mit der Thematik beschäftigen, besitzen eine hohe Expertise in diesem Bereich. Dies führt dazu, dass sie bereits mit spezifischen Lösungen vertraut sind und diese als Ausgangssituation für neue Ideen nehmen. Auf Basis dieser Ideen lassen sich oftmals aber nur inkrementelle Innovationen generieren. Studierende, die ein technisches Grundverständnis haben, allerdings keine Fachexpertise in dem gefragten Bereich, gehen ohne das Wissen über bekannte Lösungen an die Ideengenerierung ran.

Punkt 12: Nutzer tendieren dazu, anhand einer aufgabennahen virtuellen Umgebung Ideen generieren zu wollen. Dadurch wird der konkrete Bezug zur Aufgabenstellung geschaffen. Den Teilnehmern wurden anhand des VR-basierten Werkzeugs technische und naturbasierte Umgebungen zur Verfügung gestellt. Die Mehrzahl der Teilnehmer hatte sich an technischen 3D-Modellen (Drehmaschinen, Robotern ...) orientiert. Weiterhin wurde in allen Workshops ein stärkerer Bezug zur Aufgabenstellung gewünscht.

6 Anpassungen der „Reizumgebungsmethode“

Durch die Validierungen lassen sich aus den gewonnenen Erkenntnissen Maßnahmen ableiten, die zur Optimierung der Kreativitätstechnik eingebunden werden können. Diese können direkt an den Leitlinien ansetzen oder Komponenten der „Reizumgebungsmethode“ beeinflussen (zum Beispiel durch eine Änderung des Kreativitätsprozesses). In den folgenden Abschnitten werden diese Maßnahmen zur Optimierung der Kreativitätstechnik beschrieben und ihr Status mit „identifiziert“ bzw. „umgesetzt“ gekennzeichnet.

Maßnahme 1 (identifiziert) – Optimierung der Gebrauchstauglichkeit: Diese Maßnahme bezieht sich auf die geeignete Bedienbarkeit. In den letzten Validierungsworkshops wurde dies als erhebliche Hürde bei der Nutzung der Kreativitätstechnik ausgemacht. Zur Umsetzung wird die Belegung zweier elementarer Tasten des Controllers reduziert. Mit der sogenannten Trigger-Taste wird die Fortbewegung per Teleportation gewährleistet. Die andere Taste auf der Vorderseite des Controllers wird für die Auswahl und Ausführung der jeweiligen Funktion verwendet. Somit wird gewährleistet, dass sich die Nutzer auf weniger Tasten konzentrieren müssen. Darüber hinaus muss eine geeignete Menüführung für den Nutzer geschaffen werden. Diese lässt sich mit Hilfe der Software-Architektur generieren. Die Funktionen werden in die übergeordneten Gruppen „Umgebungskonfigurator“, „Modellierung“ und „Dokumentation“ eingeteilt. Mit der Aufteilung wird dem Nutzer eine bessere Übersicht ermöglicht.

Maßnahme 2 (identifiziert) – Anpassung der Einarbeitungszeit / spielerisches Lernkonzept: Diese Maßnahme steht in direktem Zusammenhang mit Maßnahme 1 zur Optimierung der Gebrauchstauglichkeit. Eine hohe Gebrauchstauglichkeit führt dazu, dass der Zeitraum zur Einarbeitung in die Softwarenutzung sinkt. Da die Erlernung der Bedienung aber nicht nur mit dieser zusammenhängt, ist es notwendig, ein Konzept zur Einarbeitung zu haben. Bei den bisherigen Validierungsworkshops wurde den Teilnehmern von den Moderatoren eine grundlegende Übersicht über die Funktionen vermittelt und vorgeführt. Anschließend hatten die Teilnehmer 20 Minuten Zeit, um die Bedienung zu testen und zu erlernen. Dabei unterstützten die Moderatoren. Anhand der Ergebnisse der Validierungsworkshops lässt sich erkennen, dass diese Zeit in vielen Fällen nicht ausreichend war. Bei erstmaliger Nutzung der VR-Technologie bzw. des VR-basierten Werkzeugs für die „Reizumgebungsmethode“ müssen die Teilnehmer einen längeren Zeitraum zur Erlernung der Bedienung erhalten.

Zur Umsetzung wird den Teilnehmern ein frühzeitiger Zugang zur VR-Technologie geboten. Somit haben diese die Möglichkeit, die Technologie und das VR-basierte Werkzeug bedarfsgerecht zu testen und die Bedienung zu erlernen. Bei Problemen in der Nutzung kann der Moderator in der kollaborativen virtuellen Kreativumgebung präsent sein und beim Erlernen der Bedienung unterstützen. Zur Unterstützung des Lernprozesses empfiehlt es sich, Aspekte der Gamifizierung einzuarbeiten. Auf Basis einer spielerischen Aufgabenstellung werden die Nutzer so in der Bedienung geschult. Durch die Einbindung der Transparenz der Resultate und eine Rückmeldung des Werkzeugs wird sichergestellt, dass die Bedienung der Funktionen erfolgreich vom Nutzer umgesetzt wurde.

Maßnahme 3 (umgesetzt) – Nutzung klassischer Kreativitätstechniken in der individuellen Ideengenerierung: In den Validierungsworkshops wurde das VR-basierte Werkzeug in der

Phase der individuellen Ideengenerierung genutzt. Die Resultate der Fragebögen und Beobachtungen führen zu dem Ergebnis, dass die Teilnehmer erhebliche Schwierigkeiten bei der Einzelinteraktion mit der virtuellen Umgebung hatten. Die Hilfe des Moderators und die damit inbegriffene Nutzung der Methode P2S halfen den Teilnehmern. Allerdings fiel es einigen Teilnehmern schwer, mit Hilfe der virtuellen Umgebung Ideen zu generieren. Bei den Bewertungen der Unterstützung der Kreativität in der individuellen Phase der Ideengenerierung war das Abschneiden deutlich schlechter im Vergleich zur gruppenbasierten Phase.

Da der Standort für die Phase der individuellen Ideengenerierung keine primäre Rolle spielt, ist es nicht notwendig, eine Kreativitätstechnik zu nutzen, die auf Basis von IKT funktioniert. Das heißt, dass die Teilnehmer in die Lage versetzt werden müssen, vor Ort klassische Kreativitätstechniken einsetzen zu können. Da bei klassischen Kreativitätstechniken gar keine oder nur wenige Hilfsmittel notwendig sind, ist der Aufwand zur Ideengenerierung für jeden einzelnen Teilnehmer minimal. Weiterhin sind die Teilnehmer durch die Änderung nicht nur auf intuitive Kreativitätstechniken beschränkt, sondern können auf Basis von Recherchen ihre Informationsbasis stärken. Basierend auf dieser Veränderung wird das VR-basierte Werkzeug in der gruppenbasierten Phase der Ideengenerierung eingesetzt (siehe Abbildung 6-1).

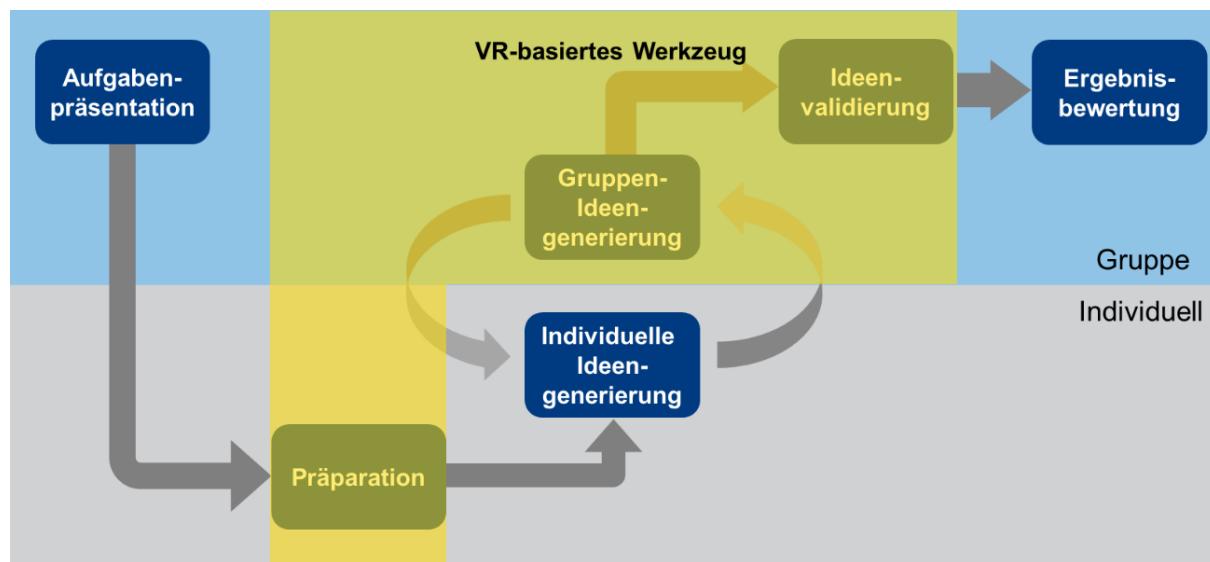


Abbildung 6-1: Anpassung des Einsatzfeldes des VR-basierten Werkzeugs

Zur Einbindung der generierten Ideen in die kollaborative Phase der Ideengenerierung müssen Schnittstellen geschaffen werden. Dies gilt beispielsweise für Skizzen, die von den Teilnehmern zur Erläuterung und Konkretisierung der Ideen angefertigt wurden. Diese Schnittstelle ist im VR-basierten Werkzeug indirekt bereits in der Screenshotfunktion implementiert. Die Funktion zur Generierung der Screenshots beinhaltet eine Galerie, in der die Einbindung generierter Screenshots möglich ist. Die Nutzer müssen ihre Skizzen fotografieren und in einem geeigneten Ordner ablegen, damit diese in der Galerie eingebunden werden.

Maßnahme 4 (identifiziert) – Erweiterung der Modellierungswerzeuge: Diese wurden von den Teilnehmern in den Validierungsworkshops als sehr hilfreich bewertet. Die aktuelle Version des VR-basierten Werkzeugs enthält ein virtuelles Whiteboard und eine Funktion zum räumlichen Zeichnen. Mit Hilfe der beiden Funktionen sind grobe Skizzen und Annotationen

möglich. Für die detailreichere Beschreibung komplexer Ideen werden allerdings weitere Modellierungswerzeuge benötigt. Diese können auf CAD basieren. So können dreidimensionale Skizzen angefertigt werden, die Elemente der Ideen konkreter darstellen.

Maßnahme 5 (identifiziert) – Erweiterung der Dokumentationswerkzeuge: In den Validierungsworkshops wurden die Dokumentationsfunktionen häufig in Verbindung mit den Modellierungsfunktionen verwendet. So wurde in einer virtuellen Umgebung eine Idee generiert, mit Hilfe der Modellierung konkretisiert und in Form von Screenshots und kurzen Videos dokumentiert. Mit den Video- und Screenshotwerkzeugen haben die Nutzer bereits eine Möglichkeit, ihre Ideen zu digitalisieren und darauf zuzugreifen. Weiteres Potenzial bietet die Generierung und Speicherung von in der virtuellen Umgebung generierten 3D-Modellen. Das heißt, dass Modellierungs- (beispielsweise auf CAD-Basis) und Dokumentationswerkzeug direkt miteinander verknüpft werden. Mit der Generierung des Workshops werden Nutzer in die Lage versetzt, Ideen durch komplexere Darstellungen abzubilden. Die Sicherung des Modells im STL- oder 3MF-Format bietet zusätzlich die Möglichkeit, das 3D-Modell physisch per additiver Fertigung zu realisieren. Mit dieser zusätzlichen Option können erste Design-Prototypen realisiert werden.

Maßnahme 6 (identifiziert) – Train-the-Trainer-Konzept: Die zentrale Rolle des Moderators ist herauszuheben. Er fungiert als technische und methodische Unterstützung für Nutzer der „Reizumgebungsmethode“. Speziell in der Phase der kollaborativen Ideengenerierung leitet er die Gruppe an. Das heißt, dass es sinnvoll ist, dass für die Nutzung der „Reizumgebungsmethode“ für verteilt agierende Gruppen ein Moderator eingebunden wird. Diese sinnvolle Rolle kann in agil organisierten Teams der *Scrum Master* einnehmen. Für den Umgang mit der VR-Technologie, dem Werkzeug und dem methodischen Konzept wird Expertise benötigt, die sich der Moderator aneignen muss. Um diese zu vermitteln, ist ein Train-the-Trainer-Konzept eine geeignete Maßnahme. So wird es einem Moderator im Unternehmen ermöglicht, weitere Moderatoren zu schulen und bei stark frequentierter Nutzung der Kreativitätstechnik für die notwendige Unterstützung zu sorgen.

Maßnahme 7 (identifiziert) – Rollenprofil des Moderators optimieren: Diese Maßnahme steht im direkten Zusammenhang mit Maßnahme 6. Um ein Train-the-Trainer-Konzept aufsetzen zu können, muss das Rollenprofil des Moderators klar definiert sein. Darin sind die Tätigkeiten im Kreativitätsprozess und die Expertise, die dafür notwendig ist, abgebildet. Hierfür dient die entsprechende Beschreibung in Kapitel 4.2.1 als Ausgangslage, die mit Hilfe dieser Maßnahme konkretisiert werden muss.

Maßnahme 8 (umgesetzt) – Anonymisierung streichen: In der Literatur gilt die Anonymisierung der Ideen als Möglichkeit, die Kreativität zu steigern. Zur Durchführung der Validierungsworkshops wurde auf die Möglichkeit verzichtet. Durch die Einbindung in den Fragebogen hatten die Teilnehmer allerdings die Möglichkeit, die Anonymisierung zu bewerten. Die Ergebnisse der Fragebögen führen zu dem Ergebnis, dass diese Möglichkeit stark polarisiert. Viele Teilnehmer nehmen die Anonymisierung nicht nur nicht als Vorteil war, sondern empfinden es sogar als Nachteil. Eine geeignete Maßnahme ist die Streichung der Leitlinie, die die

Anonymisierung beinhaltet. Stattdessen wird durch den Moderator das nötige Vertrauen geschaffen, das für verteilte agierende Gruppen und Teams ohnehin ein generelles Erfolgskriterium ist.

Maßnahme 9 (umgesetzt) – Phasenlänge nach Erfahrung der Teilnehmer wählen: Bei der Durchführung der Validierungsworkshops kam es vereinzelt zu Fällen von Cyber Sickness. Das heißt, dass Teilnehmer nach einer gewissen Zeit des Tragens des HMD über Unwohlsein klagten. Da das Auftreten der Cyber Sickness stark mit den bisherigen Erfahrungen mit VR-Technologie zusammenhängt, ist es ratsam, die Dauer der kollaborativen Phase an die Erfahrung der Nutzer anzupassen. Das heißt, dass Nutzer mit wenig Erfahrung kollaborativen Phasen von nicht mehr als 20 Minuten Dauer ausgesetzt sein sollten. Erfahrene Nutzer sind problemlos in der Lage, 60 Minuten lang das HMD zu tragen. Bei häufiger Nutzung der „Reizumgebungsmethode“ ist es sinnvoll, die Nutzungszeiträume auszudehnen, falls es für die kollaborativen Phasen notwendig ist.

Maßnahme 10 (umgesetzt) – Generierung aufgabennaher virtueller Umgebungen in der Vorbereitungsphase: Teilnehmer der Validierungsworkshops, speziell im Unternehmensworkshop, gaben im teilstrukturierten Interview an, dass eine virtuelle Umgebung, die näher an der Themenstellung ist, hilfreich gewesen wäre. Beispielsweise hätten die Teilnehmer anhand der Maschine gerne konkretere Ideen generiert. Das heißt, dass bei diesem Anwendungsfall ein Fokus auf inkrementelle Innovationen treffender gewesen wäre. Das heißt, dass für themenspezifische Aufgaben geeignete virtuelle Kreativumgebungen generiert werden müssen (Abbildung 6-2).

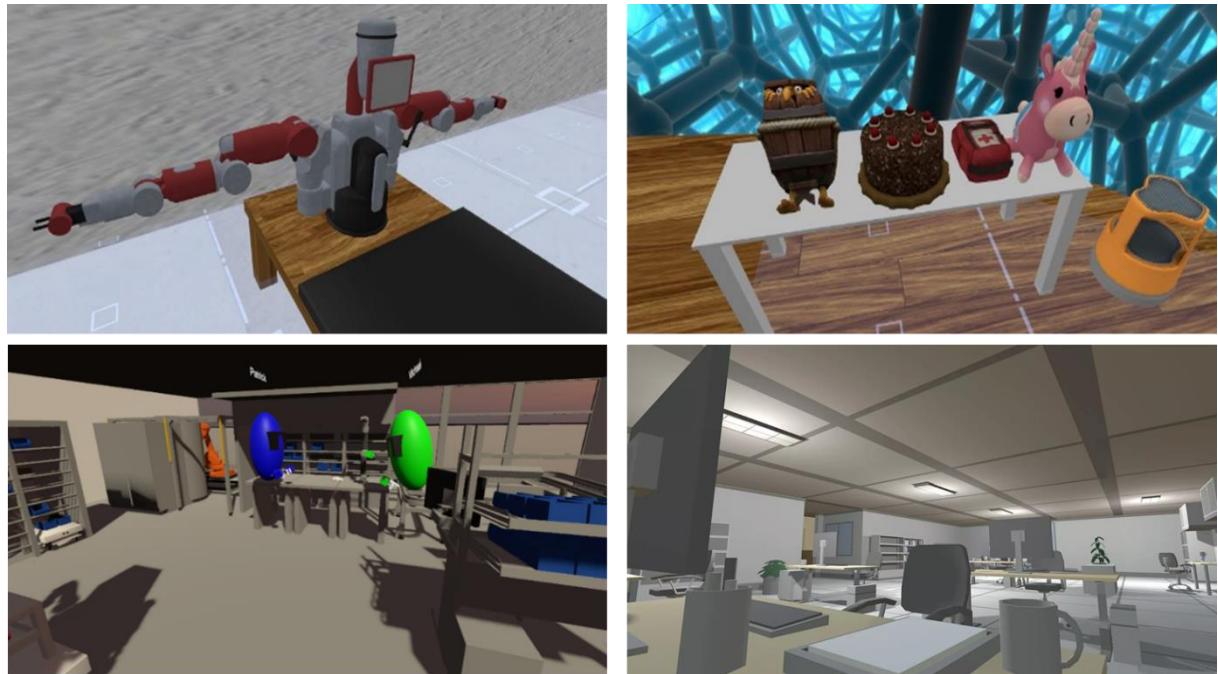


Abbildung 6-2: Beispiele für themenspezifische virtuelle Kreativumgebungen

Um den Nutzern diese Möglichkeit zu geben, ist es sinnvoll, in der Phase der Präparation im Kreativitätsprozess eine virtuelle Kreativumgebung vorzubereiten, die thematisch nah an der Themenstellung orientiert ist. Ist beispielsweise ein neues Produkt für eine spezifische Anwen-

dung zu entwickeln, so ist es vorteilhaft, die spezifische Anwendungssituation virtuell darzustellen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, weitere virtuelle Kreativumgebungen zu gestalten, um den Nutzern eine weitere Perspektive aufzuzeigen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Zusammenfassung gibt eine Übersicht über die Grundlagen, die Maßnahmen zur Umsetzung und die Erkenntnisse der vorliegenden Dissertation. Der Ausblick beinhaltet Potenziale zur Weiterführung dieser Arbeit im Forschungsfeld des Kreativitäts- und Innovationsmanagements.

7.1 Zusammenfassung

Basierend auf dem Stand der Wissenschaft der Bereiche Kreativität, verteilt agierende Gruppen und Teams und VR wurden in dieser Dissertation 41 Leitlinien zur Generierung einer VR-basierten Kreativitätstechnik entwickelt. Diese wurden in Leitlinien zur Gestaltung des Kreativitätsprozesses, des VR-basierten Werkzeugs und der virtuellen Kreativumgebungen unterteilt. Auf Basis dieser Leitlinien wurde die VR-unterstützte Kreativitätstechnik „Reizumgebungsmethode“ in dieser Arbeit konzipiert und entwickelt. Für das VR-basierte Werkzeug wurden zwei Demonstratoren generiert, die in unterschiedlichen Validierungsphasen eingesetzt wurden.

Für die ersten beiden Validierungsphasen wurde ein Demonstrator mit niedriger Komplexität generiert. Es handelte sich dabei um sechs unterschiedliche virtuelle Kreativumgebungen, die sich durch ihren Grad an Mobilität und Interaktion unterschieden. Der Demonstrator wurde für die Vorstudie und die Vergleichsstudie verwendet. Basierend auf den Ergebnissen der beiden Validierungsphasen wurde der neue Demonstrator *Virtual Creativity* entwickelt, der deutlich komplexer ist und mehr Variabilität besitzt. Mit Hilfe eines Umgebungskonfigurators können virtuelle Kreativumgebungen beliebig gestaltet werden. Weitere Funktionen ermöglichen die Interaktion zwischen den Nutzern in den virtuellen Kreativumgebungen sowie die Modellierung und die Dokumentation von Ideen. Dieser Demonstrator wurde in der dritten Validierungsphase zur Anwendung für verteilt agierende Gruppen eingesetzt.

In der ersten Validierungsphase Vorstudie wurde untersucht, inwiefern sich unterschiedliche Formen der Mobilität und Interaktion auf die Kreativität in virtuellen Umgebungen auswirken. Die zweite Validierungsphase beinhaltete den Vergleich zwischen klassischen Kreativitätstechniken und der konzipierten „Reizumgebungsmethode“. In der letzten Validierungsphase wurde Letztere für verteilt agierende Gruppen eingesetzt und mit klassischen Kreativitätstechniken verglichen, die über konventionelle IKT genutzt wurden.

Im Rahmen der Validierung wurden die folgenden Vorteile identifiziert: Durch die Nutzung eines VR-basierten Werkzeugs entsteht ein spielerischer Ansatz der Ideengenerierung. Der Großteil der Nutzer gab an, dass sie bei der Durchführung der „Reizumgebungsmethode“ Spaß hatten. Der spielerische Ansatz führt zu einer intrinsischen Motivation der Nutzer. Weiterhin wurde die Zusammenarbeit im virtuellen Raum bei der gruppenbasierten Ideengenerierung als positiver Faktor gegenüber konventionellen IKT identifiziert. Durch die erhöhte Immersion der VR-Technologie wird ein Gefühl der Präsenz erzeugt, das die Nutzer in der Zusammenarbeit unterstützt. In diesem Kontext wurden die Modellierungsfunktionen des VR-basierten Werkzeugs positiv bewertet. Durch das Skizzieren von Ideen konnten Ideengeber den anderen Nutzern diese besser vermitteln.

Im Rahmen der Validierung wurden Optimierungspotenziale für die „Reizumgebungsmethode“ identifiziert. Basierend darauf wurden Maßnahmen gestaltet, die zur Optimierung der Kreativitätstechnik führen.

Es ist wichtig, den Kern der Kreativitätstechnik, die Ideengenerierung, durch VR zu unterstützen, da sich die Potenziale der Technologie wie beispielsweise die Gestaltungsfreiheit nur so zur Entfaltung bringen lassen (Forschungsfrage 1). Bei der Gestaltung des VR-basierten Werkzeugs (Forschungsfrage 2) sind die Kollaboration mit weiteren Nutzern und die Einbindung von Modellierungs- und Dokumentationsfunktionen essenziell, um die Ideengenerierung zu unterstützen. Für die Gestaltung virtueller Kreativumgebungen (Forschungsfrage 3) bedarf es einer Abstimmung hinsichtlich des angestrebten Zwecks (zur Generierung von inkrementeller oder radikaler Innovation) und mit den Nutzern der Kreativitätstechnik. Für inkrementelle Innovationen ist es sinnvoll, bestehende Produkte und den Stand der Entwicklung in Form von 3D-Modellen einzubinden. Für radikale Innovation ist es notwendig, dass sich die Nutzer von bestehenden Lösungen entfernen und die funktionale Fixierung reduzieren. Es erscheint sinnvoll, möglichst viele Informationen über die Nutzer zu haben, um geeignete Erfahrungen oder Erlebnisse anzusprechen. Da es allerdings schwierig ist, jeden Nutzer zielgerichtet für die Ideengenerierung zu stimulieren, ist es sinnvoll, ein breites Spektrum an virtuellen Kreativumgebungen mit visuellen Reizen einzusetzen.

7.2 Ausblick

In dieser Arbeit wurde das Potenzial der VR-Technologie als IKT für die Unterstützung verteilt agierender Gruppen zur Steigerung der Kreativität erschlossen. Aus den ersten Untersuchungen dieses Forschungsfeldes ergeben sich weitere potenzielle Forschungsfelder:

Langzeitstudie für die Nutzung in einem Projekt: Die „Reizumgebungsmethode“ wurde bisher in Workshops eingesetzt. Um weiteres Optimierungspotenzial zu identifizieren, ist der Einsatz dieser Kreativitätstechnik in einem langfristigeren Projekt notwendig. Auf Basis einer Langzeitstudie könnten weitere Aussagen über die Gebrauchstauglichkeit und das Auftreten von Cyber Sickness getroffen werden.

Definition von Handlungsempfehlungen: Bisher ist es notwendig, dass unterschiedliche virtuelle Kreativumgebungen generiert werden, um die Nutzer auf unterschiedliche Art zu stimulieren. Um in diesem Kontext den Aufwand zu reduzieren, müssen Untersuchungen unterschiedlicher Benutzergruppen durchgeführt werden. Um Handlungsempfehlungen definieren zu können, muss bekannt sein, welche Stimulation für welche Benutzergruppen geeignet ist. Auf dieser Grundlage müssen geeignete Inhalte identifiziert werden, die für nutzerspezifische virtuelle Kreativumgebungen genutzt werden können.

Entwicklung geeigneter Arbeitskonzepte: Um die „Reizumgebungsmethode“ in einem langfristigen Projekt einsetzen zu können, muss die Kreativitätstechnik geeignet eingebunden werden. Um dies zu gewährleisten, müssen Arbeitskonzepte ausgearbeitet und geprüft werden.

Einbindung weiterer Technologien zur Unterstützung der Kreativität: In dieser Arbeit wurde die Einbindung von VR-Technologie zur Unterstützung der Ideengenerierung untersucht. Weitere Technologien wie beispielsweise die additive Fertigung, 3D-Scan und künstliche Intelligenz bieten Potenziale zur Unterstützung. Durch die hohe Gestaltungsfreiheit der additiven Fertigung können Prototypen hergestellt werden, die in der Ideengenerierungsphase gestaltet wurden. Durch die Nutzung der additiven Fertigung resultieren allerdings auch Herausforderungen, die bei der Technologie-Integration berücksichtigt werden müssen [RJL+19, S. 141 ff.]. Der 3D-Scan bietet die Möglichkeit, physische Prototypen zu digitalisieren, um sie so weiterzubearbeiten. Auf dieser Basis können diese Prototypen als 3D-Modelle beispielsweise in virtuelle Kreativumgebungen eingebunden werden und darauf aufbauend inkrementelle Innovationen generiert werden. Künstliche Intelligenz bietet besonders in Phasen der Präparation und Ideenbewertung Potenziale. Durch neuronale Netze können große Datenmengen ausgewertet werden, um Nutzern hilfreiche Informationen zur Verfügung zu stellen. Des Weiteren können 3D-Modelle für virtuelle Kreativumgebungen kategorisiert werden. Somit könnte dem jeweiligen Gestalter eine Auswahl an 3D-Modellen aus einer Datenbank vorgeschlagen werden und so beispielsweise 3D-Modelle von Blumen und Bäumen einer naturnahen Umgebung zugeordnet werden.

Literaturverzeichnis

- [ACC+96] AMABILE, T.; CONTI, R.; COON, H.; LAZENBY, J.; HERRON, M.: Assessing the Work Environment for Creativity. In *Academy of Management Journal*, S. 1154–1184, 39. Jg. 1996
- [AGW09] ARAUJO MACHADO, T. DE; GOMES, A.; WALTER, M.: A Comparison Study: Sketch-Based Interfaces versus WIMP Interfaces in Three Dimensional Modeling Tasks 2009 Latin American Web Congress, S. 29–35, Nov. 2009 - Nov. 2009, 2009 Latin American Web Congress. LA-WEB 2009, IEEE
- [Ahs10] AHSEN, A. VON (Hrsg.): *Bewertung von Innovationen im Mittelstand*, 2010, Springer
- [Ama96] AMABILE, T.: *Creativity in context. Update to The social psychology of creativity*, 1996, Westview Press
- [Ama88] AMABILE, T.: *A model of creativity and innovation in organizations*, S. 123–167, 10. Jg. 1988
- [AMB+07] ANDERSON, A.; MCEWAN, R.; BAL, J.; CARLETTA, J.: Virtual team meetings: An analysis of communication and context. In *Computers in Human Behavior*, S. 2558–2580, 23. Jg. 2007
- [AMH+18] ALBERS, A.; MAUL, L.; HEISMANN, R.; BURSAC, N.: Connected creativity – a human centered community innovation platform in the context of product generation engineering. In *Design Science*, S. 299, 4. Jg. 2018
- [ANS+14] ALAHUHTA, P.; NORDBÄCK, E.; SIVUNEN, A.; SURAKKA, T.: Fostering Team Creativity in Virtual Worlds. In *Journal For Virtual Worlds Research*, 7. Jg. 2014
- [BA08] BADRINARAYANAN, V.; ARNETT, D.: Effective virtual new product development teams: an integrated framework. In *Journal of Business & Industrial Marketing*, S. 242–248, 23. Jg. 2008
- [BB06] BARRASS, S.; BARRASS, T.: Musical creativity in collaborative virtual environments. In *Virtual Reality*, S. 149–157, 10. Jg. 2006
- [BB02] BUZAN, T.; BUZAN, B.: *Das Mind-Map-Buch. Die beste Methode zur Steigerung Ihres geistigen Potenzials*, 2002, mvg-Verl.
- [BC09] BLESSING, L.; CHAKRABARTI, AMARESH: *DRM, a Design Research Methodology*, 2009, Springer London
- [BC03] BURDEA, G.; COIFFET, P.: *Virtual Reality Technology*, 2003, John Wiley & Sons Incorporated
- [BC99] BARGH; C.; BARGH, J.; CHARTRAND, T.: *The unbearable automaticity of being*, 1999

- [BHB03] BIOCCHA, F.; HARMS, C.; BURGOON, J.: Toward a More Robust Theory and Measure of Social Presence: Review and Suggested Criteria. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, S. 456–480, 12. Jg. 2003
- [BK02] BELL, B.; KOZLOWSKI, S.: A Typology of Virtual Teams. In *Group & Organization Management*, S. 14–49, 27. Jg. 2002
- [BLB12] BAILEY, D.; LEONARDI, P.; BARLEY, S.: The Lure of the Virtual. In *Organization Science*, S. 1485–1504, 23. Jg. 2012
- [BMD13] BHAGWATWAR, A.; MASSEY, A.; DENNIS, A.: Creative Virtual Environments: Effect of Supraliminal Priming on Team Brainstorming. In: Sprague, Ralph (Hrsg.) 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2013). Wailea, [Maui], Hawaii, USA, 7 - 10 January 2013; [proceedings, S. 215–224, 2013, 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE
- [Bon92] BONO, E. DE: *Six thinking hats for schools*, 1992, Hawker Brownlow Education
- [Bri90] BRICKEN, W.: Virtual reality: directions of growth. Notes SIGGRAPH '90 Panel (HITL Technical, U Washington, Seattle, 1990
- [Bro08] BROWN, T.: Design Thinking. In: *Harvard Business Review*, S. 84-92, Jun. 2008
- [BS13] BOSCH-SIJTSEMA, P.; SIVUNEN, A.: Professional Virtual Worlds Supporting Computer-Mediated Communication, Collaboration, and Learning in Geographically Distributed Contexts. In *IEEE Transactions on Professional Communication*, S. 160–175, 56. Jg. 2013
- [CDP13] CHAMAKIOTIS, P.; DEKONINCK, E.; PANTELI, N.: Factors Influencing Creativity in Virtual Design Teams. An Interplay between Technology, Teams and Individuals. In *Creativity and Innovation Management*, S. 265–279, 22. Jg. 2013
- [Che03] CHESBROUGH, H.: *Open innovation. The new imperative for creating and profiting from technology*, 2003, Harvard Business School Press
- [CK94] CHIDAMBER, S.; KON, H.: A research retrospective of innovation inception and success: the technology-push, demand-pull question. In: *International Journal of Technology Management*, 1994
- [CL12] CHANDRA, Y.; LEENDERS, M.: User innovation and entrepreneurship in the virtual world: A study of Second Life residents. In *Technovation*, S. 464–476, 32. Jg. 2012
- [Cla12] CLARKE, C.: Second Life in the library: an empirical study of new users' experiences. In *Program*, S. 242–257, 46. Jg. 2012
- [Cro16] CROPLEY, D.: Creativity in Engineering. In: Corazza, Giovanni; Agnoli, Sergio (Hrsg.) *Multidisciplinary Contributions to the Science of Creative Thinking*, S. 155–173, 2016, Springer Singapore

- [Cro11] CROPLEY, A.: Definitions of Creativity. In: Runco, Mark (Hrsg.) Encyclopedia of creativity, S. 358–368, 2011, Elsevier
- [CS08] CASCIO, W.; SHURYGAILO, S.: E-Leadership and Virtual Teams. In IEEE Engineering Management Review, S. 79, 36. Jg. 2008
- [Csi14] CSIKSZENTMIHALYI, M.: Society, Culture, and Person: A Systems View of Creativity. In: Csikszentmihalyi, Mihaly (Hrsg.) The systems model of creativity. The collected works of Mihaly Csikszentmihalyi, S. 47–61, 2014, Springer
- [DBG+13] DÖRNER, R.; BROLL, W.; GRIMM, P.; JUNG, B. (Hrsg.): Virtual und Augmented Reality (VR / AR), 2013, Springer Berlin Heidelberg
- [DC12] DURANTI, C.; CARVALHO DE ALMEIDA, F.: Is More Technology Better for Communication in International Virtual Teams? In International Journal of e-Collaboration, S. 36–52, 8. Jg. 2012
- [Dei09] DEIGENDESCH, T.: Kreativität in der Produktentwicklung und Muster als methodisches Hilfsmittel. Zugl.: Karlsruher Inst. für Technologie, Diss., 2009, 2009
- [Deu17] Fortschritt durch Forschung und Innovation. Bericht zur Umsetzung der Hightech-Strategie die neue Hightech Strategie - Innovationen für Deutschland, Mrz. 2017, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Referat Grundsatzzfragen der Innovationspolitik
- [DHQ95] DENISON, D.; HOOIJBERG, R.; QUINN, R.: Paradox and Performance: Toward a Theory of Behavioral Complexity in Managerial Leadership. In Organization Science, S. 524–540, 6. Jg. 1995
- [Dri82] DRIES, G.: Kreativität. Vom reagierenden zum agierenden Menschen. Mit 17 Abb. u. 4 Zeichn. v. Bernd Eisert, 1982, Sauer
- [DS06] DUARTE, D.; SNYDER, N.: Mastering virtual teams. Strategies, tools, and techniques that succeed, 2006, Jossey-Bass
- [DS01] DUARTE, D.; SNYDER, N.: Mastering Virtual Teams, 2nd Edition, 2001, John Wiley & Sons Inc
- [EBB+12] EISENBEISS, M.; BLECHSCHMIDT, B.; BACKHAUS, K.; FREUND, P.: “The (Real) World Is Not Enough:” Motivational Drivers and User Behavior in Virtual Worlds. In Journal of Interactive Marketing, S. 4–20, 26. Jg. 2012
- [ES15] EXNER, K.; STARK, R.: Validation of Product-service Systems in Virtual Reality. In Procedia CIRP, S. 96–101, 30. Jg. 2015
- [ET99] ELROD, P.; TIPPETT, D.: An Empirical Study of the Relationship Between Team Performance and Team Maturity. In Engineering Management Journal, S. 7–14, 11. Jg. 1999

- [Fei99] FEIST, G.: The Influence of Personality on Artistic and Scientific Creativity. In: Sternberg, Robert (Hrsg.) *Handbook of creativity*, S. 273–296, 1999, Cambridge University Press
- [FG13] FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H.: *Pahl/Beitz Konstruktionslehre*, 2013, Springer Berlin Heidelberg
- [FMH+12] FULLER, J.; MULLER, J.; HUTTER, K.; MATZLER, K.; HAUTZ, J.: Virtual Worlds as Collaborative Innovation and Knowledge Platform. In: Sprague, Ralph (Hrsg.) 2012 45th Hawaii International Conference on System Science. (HICSS); USA, 4 - 7 Jan. 2012, S. 1003–1012, 2012, 2012 45th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE
- [For10] FORSTER, F.: Computerunterstützung von kollaborativen Kreativitätsprozessen. Modell, Architektur und Evaluation eines einheitlichen Kreativitätsunterstützungssystems für Ideengenerierungs- und Ideenbewertungstechniken, 2010, Südwestdeutscher Verlag fuer Hochschulschriften
- [FRR+04] FURST, S.; REEVES, M.; ROSEN, B.; BLACKBURN, R.: Managing the life cycle of virtual teams. In *Academy of Management Perspectives*, S. 6–20, 18. Jg. 2004
- [FS20] FEITOSA, J.; SALAS, E.: Today's virtual teams: Adapting lessons learned to the pandemic context. In *Organizational dynamics*, S. 100777 2020
- [GBC91] GALLUPE, R.; BASTIANUTTI, L.; COOPER, W.: Unblocking brainstorms. In *The Journal of applied psychology*, S. 137–142, 76. Jg. 1991
- [Ges83] GESCHKA, H.: Creativity techniques in product planning and development: A view from West Germany. In *R&D Management*, S. 169–183, 13. Jg. 1983
- [GG06] GIBSON, C.; GIBBS, J.: Unpacking the Concept of Virtuality: The Effects of Geographic Dispersion, Electronic Dependence, Dynamic Structure, and National Diversity on Team Innovation. In *Administrative Science Quarterly*, S. 451–495, 51. Jg. 2006
- [GH20] GRÄBLER, I.; HENTZE, J.: The new V-Model of VDI 2206 and its validation. In *at - Automatisierungstechnik*, S. 312–324, 68. Jg. 2020
- [GHB18] GRÄBLER, I.; HENTZE, J.; BRUCKMANN, T.: V-MODELS FOR INTERDISCIPLINARY SYSTEMS ENGINEERING Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference, S. 747–756, 2018, 15th International Design Conference, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK
- [GHY16] GRÄBLER, I.; HENTZE, J.; YANG, X.: Eleven Potentials for mechatronic V-model. In: *Production Engineering and Management*, 6th International Conference, volume 01/2016, pp. 257-268, Sep 29 - 30, 2016 Hochschule Ostwestfalen-Lippe, Ostwestfalen-Lippe University of Applied Sciences, Lemgo

- [GMJ+15] GILSON, L.; MAYNARD, M.; JONES YOUNG, N.; VARTIAINEN, M.; HAKONEN, M.: Virtual Teams Research. In *Journal of Management*, S. 1313–1337, 41. Jg. 2015
- [GP17] GRÄBLER, I.; PÖHLER, A.: Integration of a digital twin as human representation in a scheduling procedure of a cyber-physical production system *Proceedings of 2017 IEEE International*, 2017
- [GPS17] GRÄBLER, I.; POTTEBAUM, J.; SCHOLLE, P.: Integrated Process and Data Model for Agile Strategic Planning. In: Vajna, Sandor (Hrsg.) *11th International Workshop on Integrated Design Engineering*, 2017, IDE Workshop
- [GPT+20] GRÄBLER, I.; POTTEBAUM, J.; TAPLICK, P.; ROESMANN, D.; KAMANN, M.: Produktdatenbasiertes, arbeitsgebundenes Lernen für und mit Augmented Reality in der Instandhaltung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.) *GfA - Frühjahrskongress 2020 - Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch?* 66. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 16.-18.03.2020, Berlin, GfA-Press, Dortmund
- [Grä15] GRÄBLER, I.: Umsetzungsorientierte Synthese mechatronischer Referenzmodelle. Implementation-oriented synthesis of mechatronic reference models. In: Bertram, T. (Hrsg.) *Konferenzband der VDI Mechatronik. Fachtagung Mechatronik 2015*, S. 167–172, Mrz. 2015
- [Grä04] GRÄBLER, I.: *Kundenindividuelle Massenproduktion. Entwicklung, Vorbereitung der Herstellung, Veränderungsmanagement*, 2004, Springer
- [GST19] GRÄBLER, I.; SCHOLLE, P.; THIELE, H.: *Strategische Planung in Plattformen und Eco-Systemen mittels Szenario-Technik*, 2019, Universitätsbibliothek
- [GT18] GRÄBLER, I.; TAPLICK, P.: Virtual Reality unterstützte Kreativitätstechnik: Vergleich mit klassischen Techniken. In: Krause, Dieter; Paetzold, Kristin; Wartack, Sandro (Hrsg.) *Design for X. Beiträge zum 29. DfX-Symposium*, 215-226, 2018, DfX Symposium, TuTech Innovation
- [GT19] GRÄBLER, I.; TAPLICK, P.: Supporting Creativity with Virtual Reality Technology. In *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, S. 2011–2020, 1. Jg. 2019
- [GT19] GRÄBLER, I.; TAPLICK, P.: Architecture of a Virtual Reality-Based Tool for the Support of Creativity. In: Philippe Geril (Hrsg.) *International Science Fiction Prototyping Conference 2019. SciFi-It'2019. Designing Your Future With Science Fiction*, S. 25–29, 2019, 3rd Annual Science Fiction Prototyping Conference 2019, EUROSIS-ETI
- [GT15] GRÄBLER, I.; TAPLICK, P.: Supporting Product Engineering by Technologies of Virtual and Augmented Reality *ECEC 2015*, S. 73–79, 2015, 22nd European Concurrent Engineering Conference, EUROSIS-ETI

- [GTP17] GRÄBLER, I.; TAPLICK, P.; POTTEBAUM, J.: Enhancing Innovation Processes by Disruptive Technologies. In: Eurosis-ETI (Hrsg.) SCIFI-IT '2017. The 2017 International Science Fiction Prototyping Conference, S. 19–26, 2017
- [Gui50] GUILFORD, J.: Creativity. In: American Psychologist, S. 444-454, 1950
- [HAM99] HENNESSEY, B.; AMABILE, T.; MUELLER, J.: Consensual assessment. In: Encyclopedia of creativity, S. 246-359, 1999
- [HB05] HENTTONEN, K.; BLOMQVIST, K.: Managing distance in a global virtual team: the evolution of trust through technology-mediated relational communication. In Strategic Change, S. 107–119, 14. Jg. 2005
- [Hel78] HELLMFRITZ, H.: Innovation via Galeriemethode. Königstein/Taunus: Eigenverlag 1978
- [HK15] HILFERT, T.; KÖNIG, M.: Low-Cost Virtual Reality Environment for Engineering and Construction. In: Malaska, Mikko; Heikkilä, Rauno (Hrsg.) Proceedings of the 32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining (ISARC 2015), 2015, 32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction, International Association for Automation and Robotics in Construction (IAARC)
- [HO16] HERTER, J.; OVTCHAROVA, J.: A Model based Visualization Framework for Cross Discipline Collaboration in Industry 4.0 Scenarios. In Procedia CIRP, S. 398–403, 57. Jg. 2016
- [Hol05] HOLM-HADULLA, R.: Kreativität. Konzept und Lebensstil, 2005, Vandenhoeck & Ruprecht
- [HSC+18] HILDEBRANDT, J.; SCHMITZ, P.; CALERO VALDEZ, A.; KOBELT, L.; ZIEFLE, M.: Get Well Soon! Human Factors' Influence on Cybersickness After Redirected Walking Exposure in Virtual Reality. In: Chen, Jessie; Fragomeni, Gino (Hrsg.) Virtual, augmented and mixed reality. Interaction, navigation, visualization, embodiment, and simulation 10th International Conference, VAMR 2018, held as part of HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15-20, 2018 proceedings, part I, S. 82–101, 2018, Springer International Publishing
- [HSW20] HARLAN, J.; SCHLEICH, B.; WARTZACK, S.: Linking a game-engine with CAD-software to create a flexible platform for researching extended reality interfaces for the industrial design process Proceedings of the 31st Symposium Design for X (DFX2020), S. 169–178, Dez. 2020, Proceedings of the 31st Symposium Design for X, The Design Society
- [HT18] HANDEL, C., TAPLICK, P. (Betreuer): Adaption und Entwicklung Virtual Reality geeigneter Kreativitätstechniken. Universität Paderborn, Lehrstuhl für Produktentstehung, Heinz Nixdorf Institut (unveröffentlichte Studienarbeit), 2018

- [HT19] HEGEMANN, T., TAPLICK, P. (Betreuer): Konzeption und Entwicklung einer Virtual Reality-basierten Kreativitätstechnik. Universität Paderborn, Lehrstuhl für Produktentstehung, Heinz Nixdorf Institut (unveröffentlichte Masterarbeit), 2019
- [IRF+01] IJSELSTEIJN, W.; RIDDER, H. DE; FREEMAN, J.; AVONS, S.; BOUWHUIS, D.: Effects of Stereoscopic Presentation, Image Motion, and Screen Size on Subjective and Objective Corroborative Measures of Presence. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, S. 298–311, 10. Jg. 2001
- [Jac99] JACKSON, P.: Organizational change and virtual teams: strategic and operational integration. In *Information Systems Journal*, S. 313–332, 9. Jg. 1999
- [Joi03] JOINSON, A.: Understanding the psychology of Internet behaviour. *Virtual worlds, real lives*, 2003, Palgrave Macmillan
- [JS16] JANOVSKY, J.; SANDER, F.: Kreativitätsrisiko Globalisierung. In *Wirtschaftswissenschaftliches Studium WiSt Zeitschrift für Studium und Forschung*, S. 428–434, 45. Jg. 2016
- [Jt18] JUNG, T.; TOM DIECK, M.C. (Hrsg.): *Augmented Reality and Virtual Reality. Empowering Human, Place and Business*, 2018, Springer International Publishing
- [KFM+11] KOHLER, T.; FUELLER, J.; MATZLER, K.; STIEGER, D.: *Co-creation in virtual worlds: The design of the user experience*, 2011
- [KFS+11] KOHLER, T.; FUELLER, J.; STIEGER, D.; MATZLER, K.: Avatar-based innovation: Consequences of the virtual co-creation experience. In *Computers in Human Behavior*, S. 160–168, 27. Jg. 2011
- [KH02] KONRADT, U.; HERTEL, G.: *Management virtueller Teams. Von der Telearbeit zum virtuellen Unternehmen*, 2002, Beltz
- [KM04] KIM, W.; MAUBORGNE, R.: Blue Ocean Strategy. In: *Harvard Business Review* (October), S. 76-84, 2004
- [Kni11] KNIEß, M.: Kreativität. In: Lewinski-Reuter, Verena; Lüddemann, Stefan (Hrsg.) *Glossar Kulturmanagement*, S. 112–122, 2011, VS Verlag für Sozialwissenschaften
- [Koc86] KOCH, R.: CAD auf dem Personal Computer. In: *Computer in der Fertigung. Tagungsband zur ONLINE 86, Kongreß V, Symposium U: "CAD, Hamburg, 1986*, S. 4U-1
- [Koc89] KOCH, R.: Koordinierte Datenverwaltung für CAD, CAM und PPS : ein wirtschaftlicher Ansatz zur rechnerintegrierten Produktion. In: *VDI-Z integrierte Produktion*, Düsseldorf, 1989, Jg. 1989, S. 32-36

- [KPM16] KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft: Neue Dimensionen der Realität. Executive Summary zur Studie der Potenziale von Virtual und Augmented Reality in Unternehmen, 2016
- [KRG+02] KIRKMAN, B.; ROSEN, B.; GIBSON, C.; TESLUK, P.; MCPHERSON, S.: Five challenges to virtual team success: Lessons from Sabre, Inc., 2002
- [KS15] KATZENBACH, J.; SMITH, D.: The wisdom of teams. Creating the high-performance organization, 2015, Harvard Business Review Press
- [Kv04] KIRSCHNER, P.; VAN BRUGGEN, J.: Learning and understanding in virtual teams. In *CyberPsychology & Behavior*, S. 135–139, 2004. Jg.
- [LaV00] LAVIOLA, J.: A discussion of cybersickness in virtual environments. In *ACM SIGCHI Bulletin*, S. 47–56, 32. Jg. 2000
- [LCJ+10] LIN, CHIEH-PENG; CHIU, CHOU-KANG; JOE, SHENG-WUU; TSAI, YUAN-HUI: Assessing Online Learning Ability From a Social Exchange Perspective: A Survey of Virtual Teams Within Business Organizations. In *International Journal of Human-Computer Interaction*, S. 849–867, 26. Jg. 2010
- [LL15] LAU, K.; LEE, P.: The use of virtual reality for creating unusual environmental stimulation to motivate students to explore creative ideas. In *Interactive Learning Environments*, S. 3–18, 23. Jg. 2015
- [LS00] LIPNACK, J.; STAMPS, J.: Virtual teams. People working across boundaries with technology, 2000, Wiley
- [LS17] LASKE, K.; SCHRÖDER, M.: Quantity, Quality and Originality: The Effects of Incentives on Creativity, 2017
- [Mau15] MAUL, L.: Vernetzte Kreativitaet - Menschzentrierte Gestaltung und Integration einer Community-Plattform fuer Innovationsimpulse = Connected Creativity - Human Centred Design and Integration of a Community Platform for Innovation Impulses, Karlsruhe
- [MG88] MUMFORD, M. D.; GUSTAFSON, S.: Creativity syndrome: Integration, application, and innovation. In *Psychological Bulletin*, S. 27–43, 103. Jg. 1988
- [MHW+18] MAHBOOB, A.; HUSUNG, S.; WEBER, C.; LIEBAL, A.; KRÖMKER, H.: SYSML BEHAVIOUR MODELS FOR DESCRIPTION OF VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS FOR EARLY EVALUATION OF A PRODUCT Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference, S. 2903–2912, 2018, 15th International Design Conference, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK

- [MJH02] MARQUIÉ, J.; JOURDAN-BODDAERT, L.; HUET, N.: Do older adults underestimate their actual computer knowledge? In *Behaviour & Information Technology*, S. 273–280, 21. Jg. 2002
- [MMR07] MALHOTRA, A.; MAJCHRZAK, A.; ROSEN, B.: Leading Virtual Teams. In *Academy of Management Perspectives*, S. 60–70, 21. Jg. 2007
- [MTU+95] MILGRAM, P.; TAKEMURA, H.; UTSUMI, A.; KISHINO, F.: Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. In: Das, Hari (Hrsg.) *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, S. 282–292, 1995, *Photonics for Industrial Applications*, SPIE
- [ND06] NATAATMADJA, I.; DYSON, L.: ICT and its impact on managing global virtual teams. In: *Internet and Information Systems in the Digital Age Challenges and Solutions - Proceedings of the 7th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2006*, S. 498 - 504, 2006
- [Nie97] NIELSEN, J.: *Usability engineering*, 1997, AP Professional
- [Ock05] OCKER, R.: Influences on Creativity in Asynchronous Virtual Teams: A Qualitative Analysis of Experimental Teams. In *IEEE Transactions on Professional Communication*, S. 22–39, 48. Jg. 2005
- [Osb57] OSBORN, A.: *Applied imagination principles and procedures of creative thinking*, Charles Scribner's Sons, New York, 1957
- [PDN08] PATERA, M.; DRAPER, S.; NAEF, M.: Exploring Magic Cottage a virtual reality environment for stimulating children's imaginative writing. In *Interactive Learning Environments*, S. 245–263, 16. Jg. 2008
- [PE12] PFISTER, R.; EPPLER, M.: Paths to Success: A Sketch-based Creativity Technique for Individuals and Teams. In: Banissi, Ebad (Hrsg.) *16th International Conference on Information Visualisation (IV)*, 2012. 11 - 13 July 2012, Montpellier, France ; [incorporating] visualisation [(Vis 2012)], biomedical visualization [(MediVis 2012)], visualisation on built and rural environments [(BuiltViz 2012)] & geometric modelling and imaging [(GMAI 2012)], S. 337–342, 2012, 2012 *16th International Conference on Information Visualisation (IV)*, IEEE
- [QTL+07] QUIGLEY, N.; TESLUK, P.; LOCKE, E.; BARTOL, K.: A Multilevel Investigation of the Motivational Mechanisms Underlying Knowledge Sharing and Performance. In *Organization Science*, S. 71–88, 18. Jg. 2007
- [Rei06] REICHLE, M.: *Bewertungsverfahren zur Bestimmung des Erfolgspotenzials und des Innovationsgrades von Produktideen und Produkten*. Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2006, 2006, Univ; KTD
- [Rhe92] RHEINGOLD, H.: *Virtuelle Welten. Reisen im Cyberspace*, 1992, Rowohlt

- [Rho61] RHODES, M.: An Analysis of Creativity. In: *The Phi Delta Kappan*, 42, S. 305-310, 1961
- [Rin07] RINGO, T.: IBM explores new frontiers in collaborative innovation. In: *Research Technology Management*, 50. Jg., Nr. 5, S. 6., 2007
- [RJ12] RUNCO, M.; JAEGER, G.: The Standard Definition of Creativity. In *Creativity Research Journal*, S. 92–96, 24. Jg. 2012
- [RJL+19] ROHDE, J., JAHNKE, U., LINDEMANN, C., KRUSE, A.; KOCH, R. (2019): Standardised product development for technology integration of additive manufacturing. *Virtual and Physical Prototyping*, 14(2), 141-147.
- [RSM+07] ROSENMAN, M.; SMITH, G.; MAHER, M.; DING, L.; MARCHANT, D.: Multidisciplinary collaborative design in virtual environments. In *Automation in Construction*, S. 37–44, 16. Jg. 2007
- [Rub17] RUBEN, A.: *Virtual Reality rettet die Welt. Praxishandbuch für Einsteiger*innen*, 2017, Müller, Ruben
- [Rüt15] RÜTTEN, L.: *Kreative Mitarbeiter. Wegweiser für Führungskräfte zu mehr Kreativität und Innovation*, 2015, Springer Gabler
- [San99] SANNOMIYA, M.; KAWAGUCHI, A.: Cognitive characteristics of face-to-face and computer-mediated communication in group discussion: An examination from three dimensions, 1999
- [San09] SANCHEZ, J.: Barriers to student learning in Second Life. In: *Library Technology Reports*, 45. Jg., Nr. 2, S. 29-35, 2009
- [SC03] SHERMAN, W.; CRAIG, A.: *Understanding virtual reality. Interface, application, and design*, 2003, Morgan Kaufmann
- [Sch04] SCHLICKSUPP, H.: *Innovation, Kreativität und Ideenfindung*, 2004, Vogel
- [Sch77] SCHLICKSUPP, H.: *Kreative Ideenfindung in der Unternehmung: Methoden und Modelle*, 1977
- [Sch81] SCHLICKSUPP, H.: *Innovation, Kreativität & Ideenfindung*, 1981
- [SD94] STROEBE, W.; DIEHL, M.: Why groups are less effective than their members: on productivity losses in idea-generating groups: on productivity losses in idea-generating groups. In *European review of social psychology*, S. 271–303, 1994. Jg.
- [SG07] SCHULER, H.; GÖRLICH, Y.: *Kreativität. Ursachen, Messung, Förderung und Umsetzung in Innovation*, 2007, Hogrefe
- [Ski71] SKINNER, B.: *Beyond freedom and dignity*, 1971
- [Ski66] SKINNER, B.: What is the experimental analysis of behavior? In *Journal of the experimental analysis of behavior*, S. 213–218, 9. Jg. 1966

- [Sla99] SLATER, M.: Measuring Presence: A Response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, S. 560–565, 8. Jg. 1999
- [Sla09] SLATER, M.: Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. In *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, S. 3549–3557, 364. Jg. 2009
- [SNP+07] SRIDHAR, V.; NATH, D.; PAUL, R.; KAPUR, K.: Analyzing factors that affect performance of global virtual teams, 2007
- [ST17] SCHNIEDERMEIER, M., TAPLICK, P. (Betreuer): Entwicklung und Validierung virtueller Umgebungen zur kreativen Lösungsfindung von Problemstellungen. Universität Paderborn, Lehrstuhl für Produktentstehung, Heinz Nixdorf Institut (unveröffentlichte Studienarbeit), 2017
- [ST18] SORG, A., TAPLICK, P. (Betreuer): Konzeption eines Autorensystems für Virtual Reality Anwendungen. Universität Paderborn, Lehrstuhl für Produktentstehung, Heinz Nixdorf Institut (unveröffentlichte Bachelorarbeit), 2018
- [Ste92] STEUER, J.: Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. In *Journal of Communication*, S. 73–93, 42. Jg. 1992
- [Sut65] SUTHERLAND, I.: The Ultimate Display. In: *Proceedings of the Congress of the International Federation of Information Processing (IFIP)*, Volume 2, S. 506-508, 1965
- [SW97] SLATER, M.; WILBUR, S.: A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, S. 603–616, 6. Jg. 1997
- [Tam10] TAMPIERI, L.: The Simulation by Second Life of SMEs Start Up: The Case of New Fashion Perspectives. In: D'Atri, Alessandro et al. (Hrsg.) *Management of the Interconnected World*, S. 259–266, 2010, Physica-Verlag HD
- [TG09] TORRES-CORONAS, T.; GASCÓ-HERNÁNDEZ, M.: Improving Virtual Teams through Creativity. In: Khosrowpour, Mehdi (Hrsg.) *Encyclopedia of information science and technology*, S. 1893–1898, 2009, IGI Global (701 E. Chocolate Avenue Hershey Pennsylvania 17033 USA)
- [TGM+17] THORING, K.; GONCALVES, M.; MÜLLER, R.: Inspiration Space. Towards a theory of creativity-supporting learning environments. http://designmanagementacademy.com/dma2017/wp-content/uploads/2016/06/DMA2017_volume5.pdf
- [TK09] TRAUT-MATTAUSCH, E.; KERSCHREITER, R.: Kreativitätstechniken. 2009. In: Wastian, Monika; Braumandl, Isabell; Rosenstiel, Lutz (Hrsg.) *Angewandte Psychologie für Projektmanager. Ein Praxisbuch für die erfolgreiche Projektleitung*, S. 263–281, 2009, Springer Berlin Heidelberg

- [TLM12] THORING, K.; LUIPPOLD, C.; MUELLER, R.: Creative space in design education: a typology of spatial functions. In: DS 74: Proceedings of the 14th International Conference on Engineering & Product Design Education (E&PDE12) Design Education for Future Wellbeing, Antwerp, Belgium, S. 06-07, 9, 2012
- [TMB+17] THORING, K.; MUELLER, R.; BADKE-SCHAUB, P.; DESMET, P.: A creative learning space development toolkit: empirical evaluation of a novel design method. In: DS 87-9 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17) Vol 9: Design Education, Vancouver, Canada, S. 21-25, 08, 2017
- [Tor88] TORRANCE, E.: The nature of creativity as manifest in its testing. The nature of creativity, S. 43-75 1988
- [Tor65] TORRANCE, E.: Scientific Views of Creativity and Factors Affecting Its Growth. Daedalus, S. 663-681, 1965
- [Tra98] TRAN, V.: The role of emotional climates of joy and fear in team creativity and innovation. In: The Learning Organization, S. 99-103, 2, 1998
- [VB13] VOIGT, M.; BERGENER, K.: Enhancing Creativity in Groups -- Proposition of an Integrated Framework for Designing Group Creativity Support Systems. In: Sprague, Ralph (Hrsg.) 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2013). Wailea, [Maui], Hawaii, USA, 7 - 10 January 2013; [proceedings, S. 225–234, 2013, 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), IEEE
- [Ver09] Verein Deutscher Ingenieure: VDI 3633. Simulation von Logistik-, Materialfluss-und Produktionssystemen Simulation und Visualisierung, 2009
- [VK13] VOSINAKIS, S.; KOUTSABASIS, P.: Interaction design studio learning in virtual worlds. In Virtual Reality, S. 59–75, 17. Jg. 2013
- [Wah04] WAHREN, H.-K.: Erfolgsfaktor Innovation. Ideen systematisch generieren, bewerten und umsetzen, 2004, Springer
- [WAH+16] WALTER, B.; ALBERS, A.; HAUPT, F.; BURSAC, N.: Produktentwicklung im virtuellen Ideenlabor–Konzipierung und Implementierung eines Live-Lab, Jesteburg, 2016
- [Wal26] WALLAS, G.: The art of thought, J. Cape, London, 1926
- [Wat13] WATSON, J.: Psychology as the behaviorist views it. In Psychological Review, S. 158–177, 20. Jg. 1913
- [Wei88] WEISBERG, R.: Problem solving and creativity, Cambridge University Press, New York, 1988

- [WS98] WITMER, B.; SINGER, M.: Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, S. 225–240, 7. Jg. 1998
- [YA04] YOO, Y.; ALAVI, M.: Emergent leadership in virtual teams: what do emergent leaders do? In *Information and Organization*, S. 27–58, 14. Jg. 2004
- [ZAW04] ZAKARIA, N.; AMELINCKX, A.; WILEMON, D.: Working Together Apart? Building a Knowledge-Sharing Culture for Global Virtual Teams. In *Creativity and Innovation Management*, S. 15–29, 13. Jg. 2004
- [Zwi89]: ZWICKY, F.: Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild. Mit Diagrammen, 1989, Baeschlin

Anhang

A1	<i>Virtual Reality</i> Grundlagen und Hardware	135
A1.1	Abgrenzung von <i>Virtual</i> und <i>Augmented Reality</i> Technologie	135
A1.2	VR-Hardware	135
A1.3	Vergleich der VR-Hardware	138
A2	VR-basiertes Werkzeug <i>Virtual Creativity</i>.....	139
A2.1	Verknüpfung der Skripte	139
A2.2	Skript-Code	143
A3	Validierungsfragebögen.....	245
A3.1	Fragebogen vor der Durchführung des Kreativitätsworkshops	245
A3.2	Fragebogen nach der Durchführung des Kreativitätsworkshops	249
A4	Ergebnisse der Validierungsfragebögen	260

A1 Virtual Reality Grundlagen und Hardware

Das Kapitel A1.1 beinhaltet die Abgrenzung der *Virtual* und *Augmented Reality* Technologie. In dieser Arbeit wird auf eine bestimmte Hardware-Infrastruktur für die Validierung zurückgegriffen. In den folgenden Unterkapiteln A1.2 und A1.3 werden die jeweiligen Geräte und notwendigen Funktionen beschrieben.

A1.1 Abgrenzung von *Virtual* und *Augmented Reality* Technologie

Zur Abgrenzung der VR und AR-Technologie wird das *Virtuality-Reality-Continuum* (siehe Abb. A-1) genutzt [MTU+95, S. 282 ff.]. Anhand des Grads der virtuellen Inhalte werden die Technologien unterschieden. VR hat den höchsten Anteil virtueller Inhalte (100 %). AR und *Augmented Virtuality* (AV) haben einen niedrigeren Anteil. Der Vergleich der beiden Technologien zeigt, dass AV überwiegend virtuellen Inhalt einbindet und der Anteil realer Inhalte geringer ist (beispielsweise die Einbindung der Abbildung einer realen Person). In Vergleich zu AV ist der Anteil virtueller Inhalte bei der Nutzung von AR geringer.

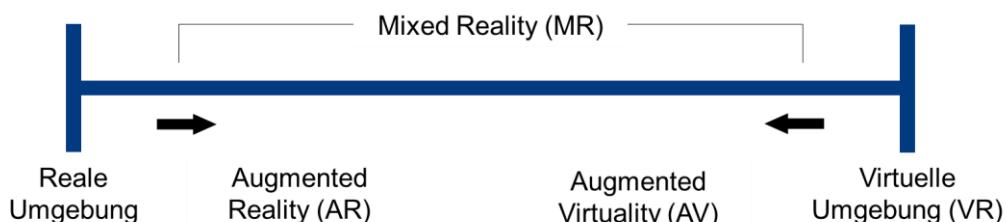


Abbildung A-1: „Virtuality-Reality-Continuum“ nach MILGRAM [MTU+95, S. 282 FF.]

A1.2 VR-Hardware

Für die Nutzung des VR-basierten Werkzeugs wird das VR-HMD *HTC Vive* genutzt. Die *HTC Vive* besteht aus einem Headset (siehe Abb. A-2), zwei Controllern (siehe Abb. A-3) und zwei Basisstationen (siehe Abb. A-4). Das Gerät muss mit einem Computer verbunden werden, der die Anforderungen in Tabelle A-1 erfüllt. Die technischen Daten des Headsets und der Controller sind in den Tabellen A-2 und A-3 enthalten.

Tabelle A-1: Empfohlene Anforderungen für den Computer von HTC
[<https://www.vive.com/de/product/vive/#vive-spec>]

Grafik:	NVIDIA GeForce™ GTX 1060 oder AMD Radeon™ RX 480, gleichwertig bzw. besser.
Prozessor:	Intel™ Core™ i5-4590 oder AMD FX™ 8350, gleichwertig bzw. besser
Speicher:	mindestens 4 GB RAM
Videoausgang:	1x HDMI 1.4-Anschluss oder DisplayPort 1.2 oder neuer
USB ports:	1x USB 2.0-Anschluss oder neuer
Betriebssystem:	Windows™ 7 SP1, Windows™ 8.1 oder aktueller oder Windows™ 10

Tabelle A-2: Technische Daten des HTC Vive Headsets [<https://www.vive.com/de/product/vive/#vive-spec>]

Bildschirm:	Dual AMOLED 3,6'' diagonal
Auflösung:	1080 x 1200 Pixel pro Auge (2160 x 1200 Pixel zusammen)
Bildwiederholrate:	90 Hz
Sichtfeld:	110 Grad
Sicherheitsmerkmale:	Chaperone-Spielbereichsgrenzen und Front-Kamera
Sensoren:	SteamVR Tracking, G-Sensor, Gyroskop, Nähensor
Anschlüsse:	HDMI, USB 2.0, Stereo 3,5 mm Kopfhöreranschluss, Netzanschluss, Bluetooth
Eingang:	Integriertes Mikrofon
Augenabstand:	Einstellung der Pupillendistanz und des Objektivabstands



Abbildung A-2: HTC Vive Headset [<https://www.vive.com/de/product/vive/#vive-spec>]

Tabelle A-3: Technische Daten der HTC Vive Controller [<https://www.vive.com/de/product/vive/#vive-spec>]

Sensoren:	SteamVR-Tracking
Eingang:	Multifunktions-Trackpad, Greifknöpfe, zweistufiger Abzug, Systemknopf, Menütaste
Nutzungsdauer pro Ladung:	ca. 6 Stunden
Anschlüsse:	Mikro-USB-Ladeanschluss



Abbildung A-3: HTC Vive Controller [<https://www.vive.com/de/product/vive/#vive-spec>]



Abbildung A-4: HTC Vive Basisstationen [<https://www.vive.com/de/product/vive/#vive-spec>]

A1.3 Vergleich der VR-Hardware

Tabelle A-4: Spezifikation der HTC Vive und Oculus Rift [<https://www.gamestar.de/artikel/oculus-rift-vs-htc-vive-htc-vive-und-oculus-rift-im-vergleich,3271360.html>]

	<u>Oculus Rift</u>	<u>HTC Vive</u>
Auflösung	2160x1200	2160x1200
Sichtfeld	100°	110°
Hz-Zahl	90 Hz	90 Hz
Display	OLED (Pentile)	OLED (Pentile)
Kopfhörer	integriert oder eigene	Klinken-Anschluss
Tracking	Infrarot mit einer Kamera	2xLaser-Tracker
Kamera	nein	Frontkamera
Gewicht	470g (+Kabel)	555g (+schweres Kabel)
Brillenträger	geeignet	geeignet
Anschlüsse	1xHDMI, 2xUSB 3.0	1xHDMI, 1xUSB 2.0, Strom
Controller	Xbox One Pad, später Touch	2xSteam-VR-Controller
Preis	700 Euro (August)	960 Euro (Juni)

A2 VR-basiertes Werkzeug *Virtual Creativity*

Das VR-basierte Werkzeug *Virtual Creativity* besteht aus einer Vielzahl an Skripten. Diese Skripte sind über Informationsübergaben miteinander verknüpft. Diese Verknüpfungen werden in den Abbildungen A-5 bis A-16 abgebildet. Dabei nimmt das Objekt *PlayerPrefab* eine wichtige Rolle ein. Durch dieses Objekt werden dem Nutzer verschiedene Funktionen zugänglich gemacht (siehe Abb. A2.2). Im Kapitel A2.2 ist der Quellcode der einzelnen Skripte enthalten.

A2.1 Verknüpfung der Skripte

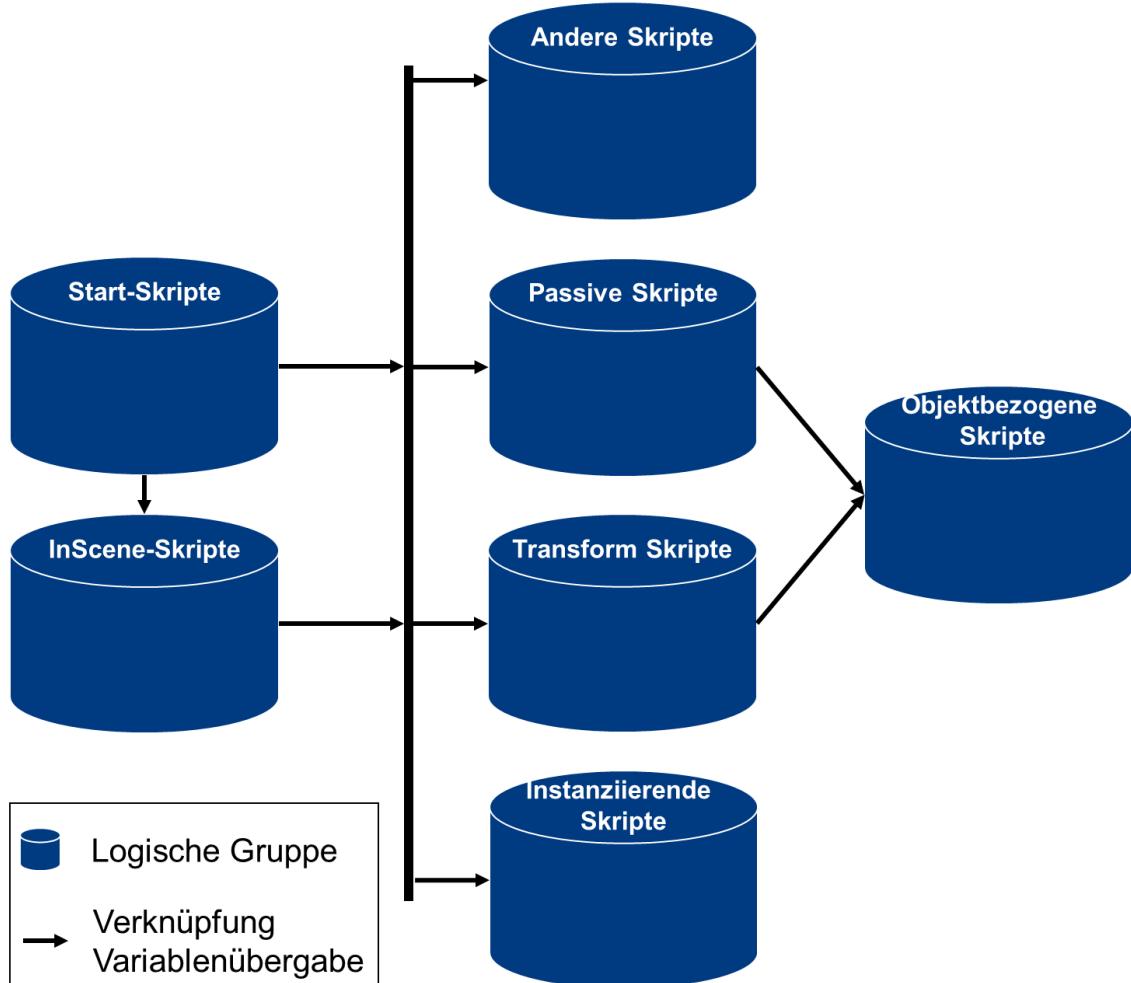


Abbildung A-5: Verknüpfung logischer Gruppen der Skripte

PlayerPrefab Skripte		
AccessObjects	EnvironmentChanger	CreateRandomEnvironment
Drawing	DeleteSketches	FastChangeMaterial
Flying	GameHandler	ImprovedSketchToolV2
Loader	LocalPlayerSetups	MP_ChangeSkybox
MP_PlayerGrab	MP_MaterialLoader	MP_DuplicateObject
MP_DestroyObject	NewFollow	NewSimpleSaveClearAndLoad
NewClickSound	Tastatur	SideMenuManager
Stoppuhr	Simulate	AudioManager
InstantiateWhiteboard		MenuOptions

Abbildung A-6: Skripte des Objektes PlayerPrefab

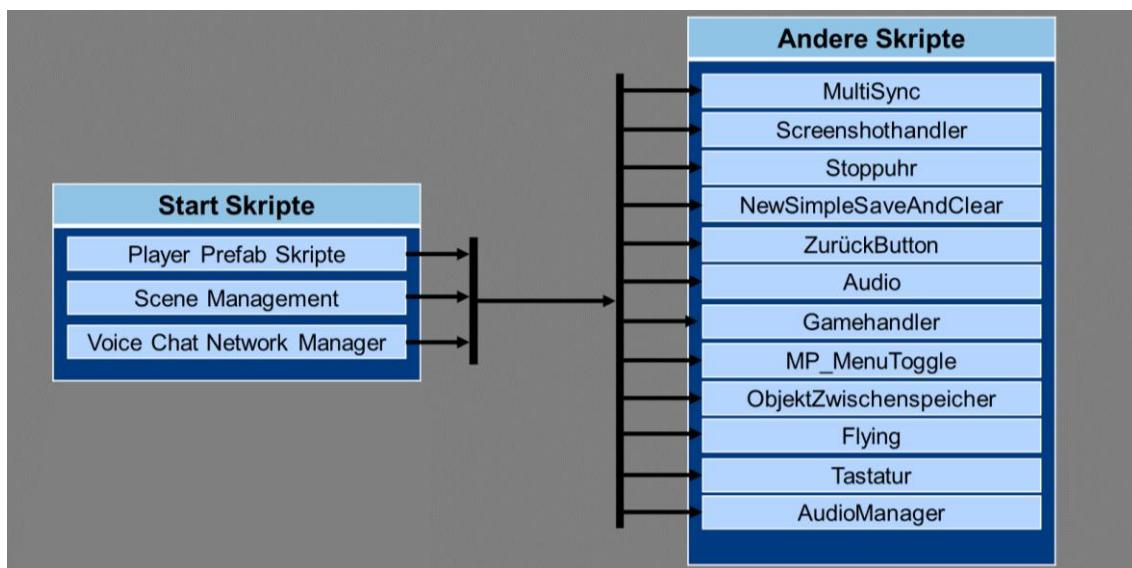


Abbildung A-7: Verknüpfung der logischen Gruppen Start Skripte und Andere Skripte

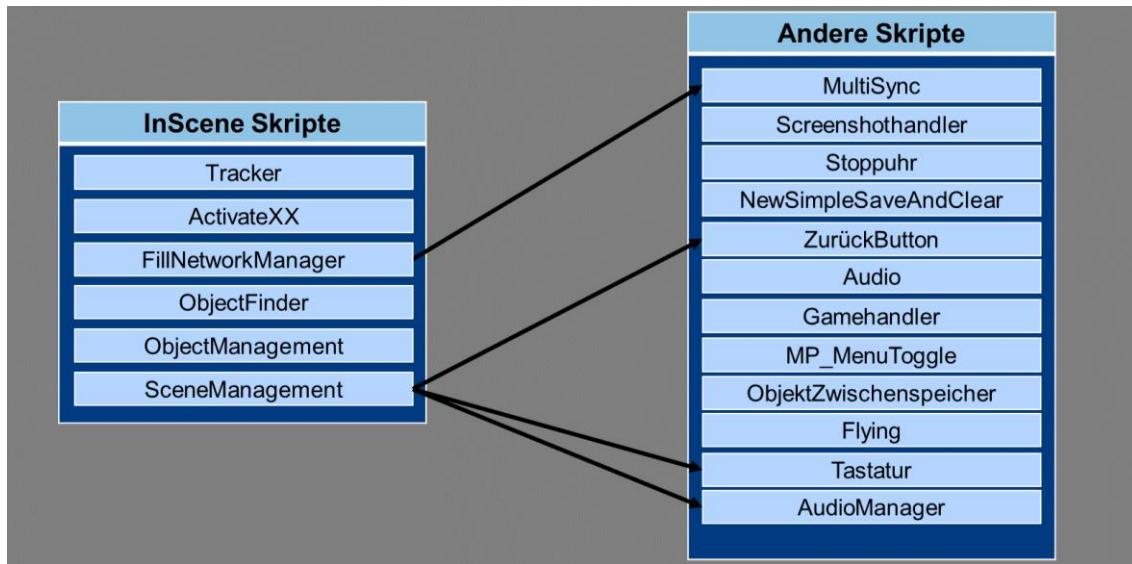


Abbildung A-8: Verknüpfung der logischen Gruppen InScene Skripte und Andere Skripte

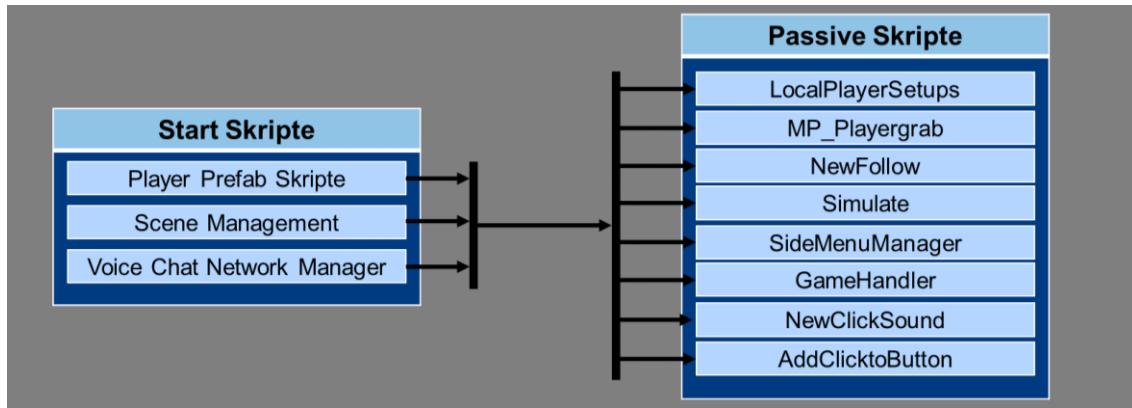


Abbildung A-9: Verknüpfung der logischen Gruppen Start Skripte und Passive Skripte

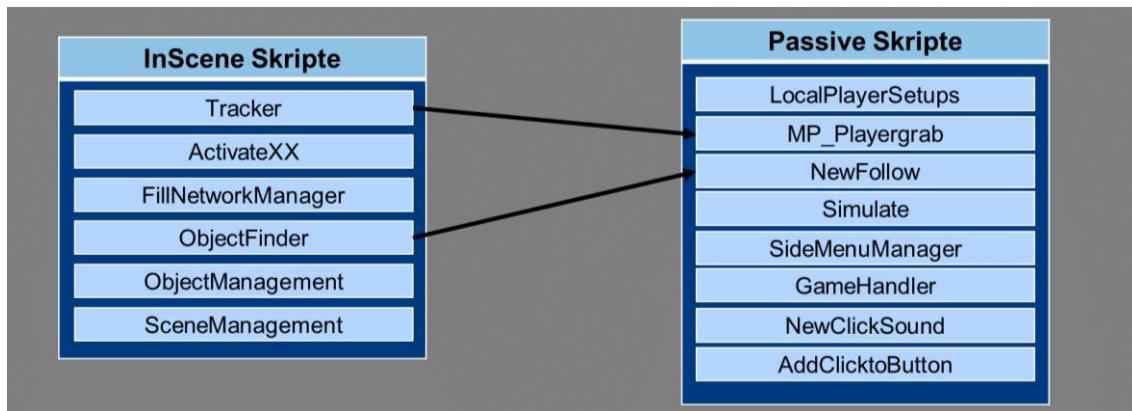


Abbildung A-10: Verknüpfung der logischen Gruppen InScene Skripte und Passive Skripte

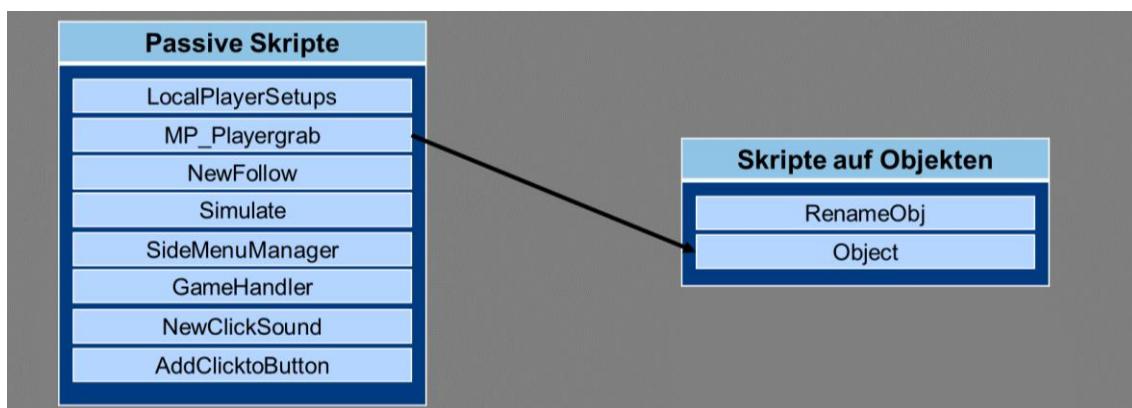


Abbildung A-11: Verknüpfung der logischen Gruppen Passive Skripte und Skripte auf Objekten

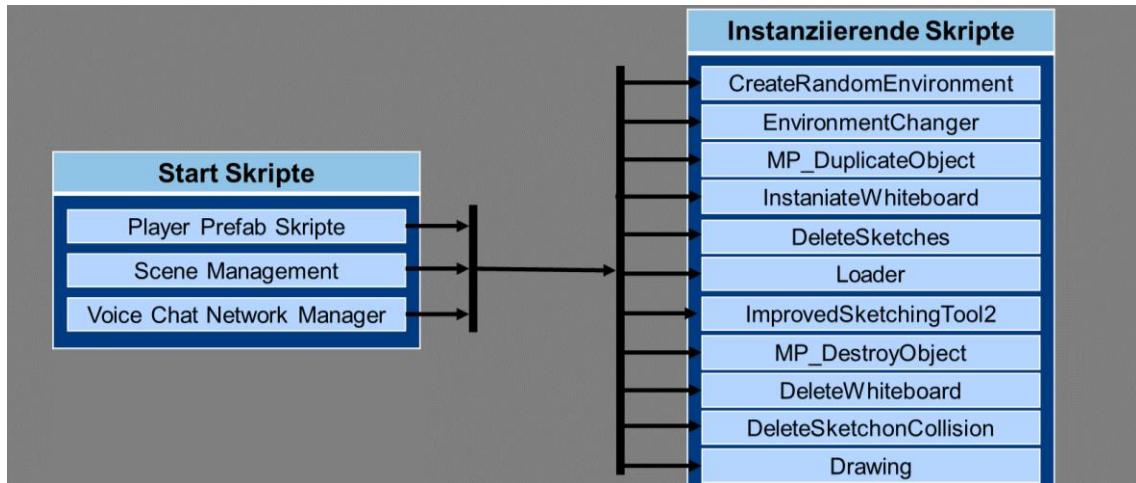


Abbildung A-12: Verknüpfung der logischen Gruppen Start Skripte und Instanziierende Skripte

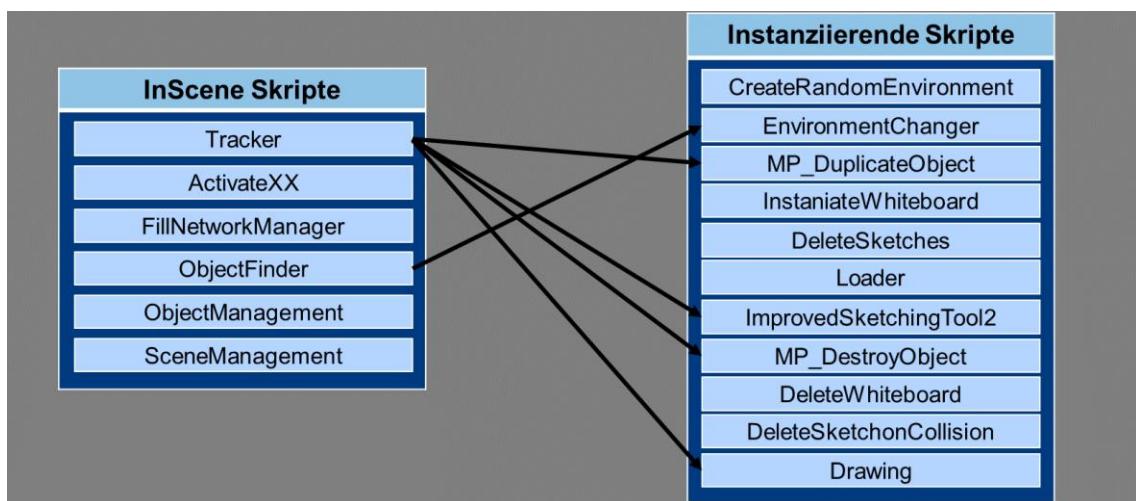


Abbildung A-13: Verknüpfung der logischen Gruppen InScene Skripte und Instanziierende Skripte

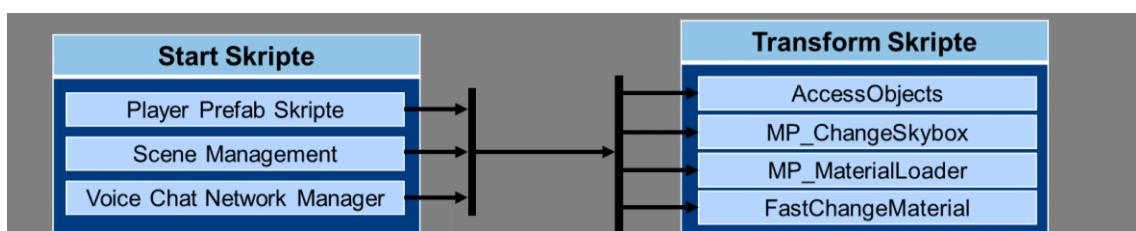


Abbildung A-14: Verknüpfung der logischen Gruppen Start Skripte und Transform Skripte

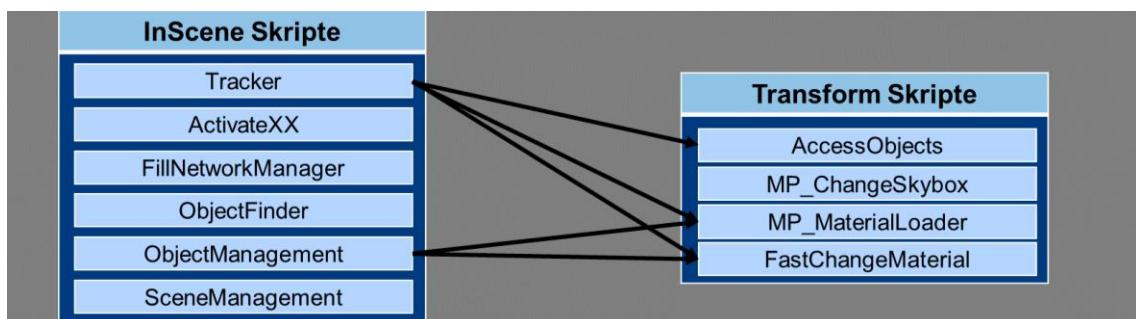


Abbildung A-15: Verknüpfung der logischen Gruppen InScene Skripte und Transform Skripte

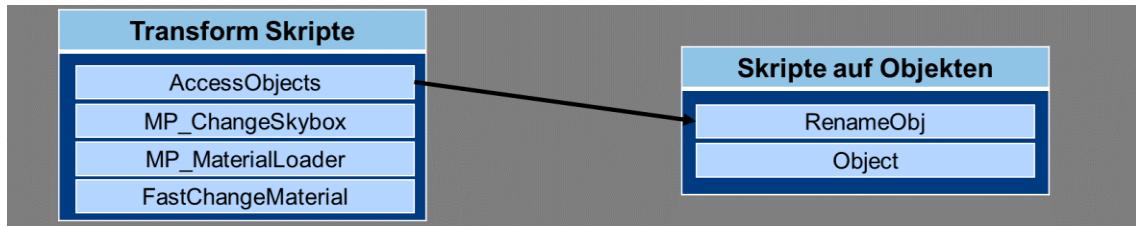


Abbildung A-16: Verknüpfung der logischen Gruppen *Transform Skripte* und *Skripte auf Objekten*

A2.2 Skript-Code

AccessObjects

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using VRTK;
using UnityEngine.UI;
using MoreTags;
using UnityEngine.Networking;

public class AcessObjects : NetworkBehaviour
{
    public GameObject RightController;
    public GameObject objectTracker;
    public GameObject Objectthatgothit;
    public GameObject GetTheName;
    public GameObject ChangeableObject;

    public Slider SizeX, SizeY, SizeZ, SizeXYZ;
    public Slider RotXS, RotYS, RotZS;
    [SyncVar]
    public float sizeX, sizeY, sizeZ, sizeXYZ;

    //private float x, y, z;
    public bool ObjectSet;
    // public float RotX, RotY, RotZ;
    public int a, b;

    // private GameObject[] AllObjects;
    // public bool RotationXenabled, RotationYenabled, RotationZenabled;
    public GameObject ButtonX, ButtonY, ButtonZ;

    public string changeobjname;
    public DrawingSkript DrawSkriptPressTouch;
    public bool pressed;

    private void Start()
    {
        var colors1 = ButtonX.GetComponent<Button>().colors;
        colors1.normalColor = Color.red;
        ButtonX.GetComponent<Button>().colors = colors1;

        var colors2 = ButtonY.GetComponent<Button>().colors;
        colors2.normalColor = Color.red;
        ButtonY.GetComponent<Button>().colors = colors2;

        var colors3 = ButtonZ.GetComponent<Button>().colors;
    }
}

```

```
colors3.normalColor = Color.red;
ButtonZ.GetComponent<Button>().colors = colors3;

SizeX.onValueChanged.AddListener(delegate { UnClickTouchpadX(); });
SizeY.onValueChanged.AddListener(delegate { UnClickTouchpadY(); });
SizeZ.onValueChanged.AddListener(delegate { UnClickTouchpadZ(); });
SizeXYZ.onValueChanged.AddListener(delegate { UnClickTouchpadXYZ(); });

objectTracker = GameObject.Find("Trackerskript");
RightController = GameObject.Find("RightController");
DrawSkriptPressTouch = this.GetComponent<DrawingSkript>();
ObjectSet = false;

RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed += new
ControllerInteractionEventHandler(delegate { OnClicknextObj(); });
}

void OnClicknextObj()
{
    if (pressed != true)
    {
        return;
    }

    if (objectTracker.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit == null)
    {
        return;
    }

    Objectthatgothit = objectTracker.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthat-
gothit.transform.root.gameObject;

    if (Objectthatgothit.tag == "Object")
    {
        ChangeableObject = Objectthatgothit;
        changeobjname = ChangeableObject.name;
        GetTheName.GetComponent<Text>().text = "Object: \n" + Objectthat
gothit.name;
    }
    pressed = false;
}

public void UnClickTouchpadX()
{
    if (ChangeableObject == null)
    {
        return;
    }
    CmdAssignNetworkAuthority(ChangeableObject.GetComponent<NetworkIdentity>(),
this.gameObject.GetComponent<NetworkIdentity>());
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().UpdateScaleX(SizeX.value);
}

public void UnClickTouchpadY()
{
    if (ChangeableObject == null)
    {
        return;
    }
    CmdAssignNetworkAuthority(ChangeableObject.GetComponent<NetworkIdentity>(),
this.gameObject.GetComponent<NetworkIdentity>());
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().UpdateScaleY(SizeY.value);
}

public void UnClickTouchpadZ()
```

```
{  
    if (ChangeableObject == null)  
    {  
        return;  
    }  
    CmdAssignNetworkAuthority(ChangeableObject.GetComponent<NetworkIdentity>(),  
    this.gameObject.GetComponent<NetworkIdentity>());  
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().UpdateScaleZ(SizeZ.value);  
}  
public void UnClickTouchpadXYZ()  
{  
    if (ChangeableObject == null)  
    {  
        return;  
    }  
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().currentX = ChangeableObject.  
    transform.localScale.x;  
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().currentX = ChangeableObject.trans  
    form.localScale.z;  
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().currentX = ChangeableObject.trans  
    form.localScale.y;  
    CmdAssignNetworkAuthority(ChangeableObject.GetComponent<NetworkIdentity>(),  
    this.gameObject.GetComponent<NetworkIdentity>());  
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().UpdateScaleXYZ(SizeXYZ.value);  
}  
  
[Command]  
public void CmdAssignNetworkAuthority(NetworkIdentity myobjectId, NetworkIdentity  
clientId)  
{  
    //myobjectId.gameObject.GetComponent<Rigidbody>().isKinematic = true;  
    //If -> object has a owner && owner isn't the actual owner  
    if (myobjectId.clientAuthorityOwner != null && myobjectId.clientAuthorityOwner  
    != clientId.connectionToClient)  
    {  
        // Remove authority  
        myobjectId.RemoveClientAuthority(myobjectId.clientAuthorityOwner);  
    }  
    //If -> object has no owner  
    if (myobjectId.clientAuthorityOwner == null)  
    {  
        // Add client as owner  
        myobjectId.AssignClientAuthority(clientId.connectionToClient);  
    }  
}  
  
public void Onclick2()  
{  
    ChangeableObject = null;  
    ObjectSet = true;  
    SizeX.value = 1;  
    SizeY.value = 1;  
    SizeZ.value = 1;  
    SizeXYZ.value = 1;  
}  
  
public void Onclick4()  
{  
    ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().CmdOriginalScale();  
    SizeX.value = 1;  
    SizeY.value = 1;  
    SizeZ.value = 1;  
    SizeXYZ.value = 1;  
}
```

```
public void AllownewObject()
{
    if (ChangeableObject != null)
    {
        ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().currentX =
        ChangeableObject.transform.localScale.x;
        ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().currentY =
        ChangeableObject.transform.localScale.y;
        ChangeableObject.GetComponent<renameObj>().currentZ =
        ChangeableObject.transform.localScale.z;
        ChangeableObject = null;
    }

    pressed = true;
}
}
```

ActivateXX

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ActivateXX : MonoBehaviour
{

    public GameObject[] ActiateOnStart;

    void Start ()
    {

        if(ActiateOnStart.Length > 0)
        {
            for(int i = 0; i< ActiateOnStart.Length; i++)
            {
                ActiateOnStart[i].SetActive(true);
            }
        }
    }
}
```

AddClickToButton

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class AddClickToButton : MonoBehaviour
{

    private Transform Bodyparts;

    private void Start()
    {
        Bodyparts = this.gameObject.transform.root;
        this.gameObject.GetComponent<Button>().onClick.AddListener(() => DoOnclick());
    }

    void DoOnclick()
    {
        Bodyparts.localScale = Vector3.zero;
    }
}
```

```
    private void DoOnclick()
    {
        Bodyparts.GetComponent<NewClickSound>().PlaySound();
    }
}
```

Audio

```
using UnityEngine;
using System.Collections.Generic;
using System.Collections;
using UnityEngine.Networking;

public class Audio : NetworkBehaviour
{
    public AudioSource AS;

    private void Start()
    {
        CmdAudioChat();
    }

    [Command]
    public void CmdAudioChat()
    {
        RpcAudioChat();
    }

    [ClientRpc]
    public void RpcAudioChat()
    {
        AS = GetComponent< AudioSource >();
        AS.clip = Microphone.Start("Realtek High Definition Audio", true, 1, 22050);
        AS.loop = true;
        AS.Play();
    }
}
```

AudioManager

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.UI;
using UnityEngine;
using VRTK;

public class AudioManager : MonoBehaviour
{
    public static AudioClip[] myAudios;
    // Hinterlegung der Assets aus dem Resources Folder
    private int a = 0;
    // aktueller Int für den neusten Button

    public Button buttonPrefab;
    // Hier muss ein Button Prefab hinterlegt werden, aus welchen das Interface bestehen soll
    public GameObject panelToAttachButtonsTo;
    // Hier ist das Panel hinterlegt auf welchem das Interface entstehen soll
    public GameObject CanvasObject;
    public GameObject SceneManagement;
    public GameObject AudioBox;
```

```

public Button StopAudioButton;

public void Start()
{
    SceneManagement = GameObject.Find("SceneManagement");
    AudioBox = SceneManagement.GetComponent<SceneManagement>().AudioBox;
    myAudios = Resources.LoadAll<AudioClip>("Audios/");
// Lädt alle Assets aus dem Pfad als Gameobject in das Array
    StopAudioButton.onClick.AddListener(StopAudio);

    foreach (AudioClip item in myAudios)
// Schleife zum Erstellen der Buttons für jedes Asset in dem Ordner
    {
        Button button = Instantiate(buttonPrefab);
        button.transform.SetParent(panelToAttachButtonsTo.transform);
        button.transform.localPosition = new Vector3(0, 0, 0);
        button.transform.localScale = new Vector3(1, 1, 1); // Scale der Buttons (Geschieht auch über Skripte im Panel)

        string Input = myAudios[a].name;
        string output = Input.Replace("(UnityEngine.Material)", "");

        button.name = button.transform.GetChild(0).GetComponent<Text>().text =
            Input; // Benennt den Button mit dem Namen des Assets
        int b = a;
        button.onClick.AddListener(() =>
        {
            AudioSource audio = AudioBox.gameObject.GetComponent<AudioSource>();
            audio.clip = myAudios[b];
            audio.Play();
            CanvasObject.SetActive(false);
        });
        a++;
    }
}

public void StopAudio()
{
    AudioSource audio2 = AudioBox.gameObject.GetComponent<AudioSource>();
    audio2.Stop();
}
}

```

CreateRandomEnvironment

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using VRTK;
using UnityEngine.UI;
using MoreTags;
using UnityEngine.Networking;

public class CreateRandomEnvironment : NetworkBehaviour
{

    private GameObject[] SavebleObjects;
    private Material[] SaveableMaterials;
    private Material[] SaveableSkyboxes;

    private int i1, i2;
    private int MaterialNumber;

```

```
public GameObject Parent;
public Transform Player;

public int MINo, MAXo, MINa, MAXa;

public GameObject Objects;
public GameObject Amount;

public GameObject ButtonMaterial, ButtonScale, ButtonHeight, ButtonMovement;
private bool MatRandom, ScaRadom, HeiRandom, MovRandom;

private float Scale1 = 1, Scale2 = 1, Scale3 = 1;

void Start ()
{
    Player = this.gameObject.transform;

    MatRandom = true;
    ScaRadom = true;
    HeiRandom = true;
    MovRandom = true;

    MINo = 10;
    MAXo = 20;

    MINa = 10;
    MAXa = 15;

    SavebleObjects = Resources.LoadAll<GameObject>("Prefabs/");
    SaveableSkyboxes = Resources.LoadAll<Material>("Skyboxes/");
    SaveableMaterials = Resources.LoadAll<Material>("Materials/");
    Updatetext();
}

public void ButtonMaterialChange()
{
    if(MatRandom == true)
    {
        MatRandom = false;
        ButtonMaterial.GetComponentInChildren<Text>().text = "Off";
        var colors1 = ButtonMaterial.GetComponent<Button>().colors;
        colors1.normalColor = Color.red;
        ButtonMaterial.GetComponent<Button>().colors = colors1;
    }
    else
    {
        MatRandom = true;
        ButtonMaterial.GetComponentInChildren<Text>().text = "On";
        var colors1 = ButtonMaterial.GetComponent<Button>().colors;
        colors1.normalColor = Color.green;
        ButtonMaterial.GetComponent<Button>().colors = colors1;
    }
}

public void ButtonScaleChange()
{
    if (ScaRadom == true)
    {
        ScaRadom = false;
        ButtonScale.GetComponentInChildren<Text>().text = "Off";
        var colors2 = ButtonScale.GetComponent<Button>().colors;
        colors2.normalColor = Color.red;
    }
}
```

```
        ButtonScale.GetComponent<Button>().colors = colors2;
    }
    else
    {
        ScaRadom = true;
        ButtonScale.GetComponentInChildren<Text>().text = "On";
        var colors2 = ButtonScale.GetComponent<Button>().colors;
        colors2.normalColor = Color.green;
        ButtonScale.GetComponent<Button>().colors = colors2;

    }
}

public void ButtonHeightChange()
{
    if (HeiRandom == true)
    {
        HeiRandom = false;
        ButtonHeight.GetComponentInChildren<Text>().text = "Off";
        var colors3 = ButtonHeight.GetComponent<Button>().colors;
        colors3.normalColor = Color.red;
        ButtonHeight.GetComponent<Button>().colors = colors3;
    }
    else
    {
        HeiRandom = true;
        ButtonHeight.GetComponentInChildren<Text>().text = "On";
        var colors3 = ButtonHeight.GetComponent<Button>().colors;
        colors3.normalColor = Color.green;
        ButtonHeight.GetComponent<Button>().colors = colors3;
    }
}

public void ButtonMovementChange()
{
    if (MovRandom == true)
    {
        MovRandom = false;
        ButtonMovement.GetComponentInChildren<Text>().text = "Off";
        var colors4 = ButtonMovement.GetComponent<Button>().colors;
        colors4.normalColor = Color.red;
        ButtonMovement.GetComponent<Button>().colors = colors4;
    }
    else
    {
        MovRandom = true;
        ButtonMovement.GetComponentInChildren<Text>().text = "On";
        var colors4 = ButtonMovement.GetComponent<Button>().colors;
        colors4.normalColor = Color.green;
        ButtonMovement.GetComponent<Button>().colors = colors4;
    }
}

public void Updatetext()
{
    Objects.GetComponent<Text>().text = MINo + " to " + MAXo;
    Amount.GetComponent<Text>().text = MINa + " to " + MAXa;
}

public void Onclick1()
{
    CmdDestroyAllObjects();

    int Bodenint = Random.Range(0, SaveableMaterials.Length);
```

```
CmdChangeBoden(Bodenint);

int Skyboxint = Random.Range(0, SaveableSkyboxes.Length);
CmdChangeSkybox(Skyboxint);

for (i1= 0; i1 <= Random.Range(MINo,MAXo); i1++ )
{
    int IObjekt = Random.Range(0, SavebleObjects.Length);

    for (i2 = 0; i2 <= Random.Range(MINa, MAXa); i2++)
    {
        float IpositionX = Player.transform.position.x + Random.Range(-100f,
        100f);
        float IpositionY = Player.transform.position.y;
        float IpositionZ = Player.transform.position.z + Random.Range(-100f,
        100f);

        int IFreeze = 0;

        if (HeiRandom == true)
        {
            int IRanHei = Random.Range(0,9);
            if (IRanHei <=4)
            {
                IpositionY = IpositionY + Random.Range(0f, 5f);
                IFreeze = 1;
            }
        }

        float IRotationX = Random.Range(0f, 360f);
        float IRotationY = Random.Range(0f, 360f);
        float IRotationZ = Random.Range(0f, 360f);

        float IScaleX = SavebleObjects[IObjekt].transform.localScale.x;
        float IScaleY = SavebleObjects[IObjekt].transform.localScale.y;
        float IScaleZ = SavebleObjects[IObjekt].transform.localScale.z;

        if (ScaRadom == true)
        {
            int IScale1 = Random.Range(0,9);

            if (IScale1 <= 4)
            {
                IScaleX = Random.Range(0.1f, 2f);
                IScaleY = Random.Range(0.1f, 2f);
                IScaleZ = Random.Range(0.1f, 2f);
            }

            else
            {
                float ISIZEAll = Random.Range(0.1f, 2f);
                IScaleX = ISIZEAll;
                IScaleY = ISIZEAll;
                IScaleZ = ISIZEAll;
            }
        }

        int IMaterial = -1;

        if (MatRandom == true)
        {
            int iMatRAn = Random.Range(0,9);
```

```
        if (iMatRAn >= 2)
        {
            IMaterial = Random.Range(0, SaveableMaterials.Length);
        }
    }

    CmdInstaniatObject(IObjekt, IpositionX, IpositionY, IpositionZ,
    IRotationX, IRotationY, IRotationZ, IScaleX, IScaleY, IScaleZ,
    IMaterial, IFreeze);
}
}

[Command]
public void CmdInstaniatObject(int IObjekt, float IpositionX, float IpositionY,
float IpositionZ, float IRotationX, float IRotationY, float IRotationZ, float IScaleX,
float IScaleY, float IScaleZ, int IMaterial, int IFreeze)
{
    Vector3 Test = new Vector3(IpositionX, IpositionY, IpositionZ);

    GameObject ObjecttoLoad = Instantiate(SavebleObjects[IObjekt]);
    NetworkServer.Spawn(ObjecttoLoad);
    RpcInstaniatObject(IpositionX, IpositionY, IpositionZ, IRotationX, IRotationY,
    IRotationZ, IScaleX, IScaleY, IScaleZ, IMaterial, ObjecttoLoad, IFreeze);

}

[ClientRpc]
public void RpcInstaniatObject(float IpositionX, float IpositionY,
    float IpositionZ, float IRotationX, float IRotationY, float IRotationZ,
    float IScaleX, float IScaleY, float IScaleZ, int IMaterial,
    GameObject ObjecttoLoad, int IFreeze)
{
    ObjecttoLoad.transform.position = new Vector3(IpositionX, IpositionY,
    IpositionZ);
    ObjecttoLoad.transform.eulerAngles = new Vector3(IRotationX, IRotationY,
    IRotationZ);
    ObjecttoLoad.transform.localScale = new Vector3(IScaleX, IScaleY, IScaleZ);

    if (IFreeze == 1)
    {
        ObjecttoLoad.GetComponent<Rigidbody>().constraints =
        RigidbodyConstraints.FreezeAll;
    }

    if (IMaterial != -1)
    {
        if (ObjecttoLoad.transform.parent != null)
        {
            Parent = ObjecttoLoad.transform.parent.gameObject;

            Material[] Materials2 = Parent.gameObject.transform.
            GetComponent<Renderer>().sharedMaterials;

            for (int i2 = 0; i2 < Materials2.Length; i2++)
            {
                Materials2[i2] = SaveableMaterials[MaterialNumber];
            }

            Parent.gameObject.transform.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials =
            Materials2;

            Parent.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial = SaveableMaterials
            [MaterialNumber];
        }
    }
}
```

```
        Renderer[] Children;
        Children = Parent.GetComponentsInChildren<Renderer>();

        foreach (Renderer obj1 in Children)
        {

            Material[] Materials3 = obj1.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials;
            for (int i3 = 0; i3 < Materials3.Length; i3++)
            {
                Materials3[i3] = SaveableMaterials[MaterialNumber];
            }
            obj1.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials = Materials3;

            obj1.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =
                SaveableMaterials[MaterialNumber];
        }
    }

    if (ObjecttoLoad.transform.childCount > 0)
    {
        Renderer[] Children2;

        Children2 = ObjecttoLoad.GetComponentsInChildren<Renderer>();
        foreach (Renderer obj2 in Children2)
        {

            Material[] Materials4 = obj2.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials;
            for (int i4 = 0; i4 < Materials4.Length; i4++)
            {
                Materials4[i4] = SaveableMaterials[MaterialNumber];
            }
            obj2.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials = Materials4;

            obj2.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =
                SaveableMaterials[MaterialNumber];
        }
    }
}

[Command]
public void CmdDestroyAllObjects()
{
    RpcDestroyAllObjects();
}

[ClientRpc]
public void RpcDestroyAllObjects()
{
    TagSystem.RemoveNullGameObject();
    GameObject[] Obje = TagSystem.GetGameObjects("Destroyable123");
    for (int abc = 0; abc < Obje.Length; abc++)
    {
        Destroy(Obje[abc]);
    }
}

[Command]
public void CmdChangeBoden(int x)
{
    RpcChangeBoden(x);
```

```
}

[ClientRpc]
public void RpcChangeBoden(int x1)
{
    GameObject Boden = GameObject.Find("Boden");
    Boden.transform.GetComponent<MeshRenderer>().material = SaveableMaterials[x1];
}

[Command]
public void CmdChangeSkybox(int x2)
{
    RpcChangeSkybox(x2);
}

[ClientRpc]
public void RpcChangeSkybox(int x3)
{
    RenderSettings.skybox = SaveableSkyboxes[x3];
}

public void MINminusClick()
{
    MINo = MINo - 1;

    if(MINo < 0)
    {
        MINo = 0;
    }
    Updatetext();
}

public void MINplusClick()
{
    MINo = MINo + 1;
    if( MINo > MAXo)
    {
        MINo = MINo - 1;
    }
    Updatetext();
}

public void MAXminusClick()
{
    MAXo = MAXo - 1;
    if (MAXo == MINo)
    {
        MAXo = MAXo + 1;
    }
    Updatetext();
}

public void MAXplusClick()
{
    MAXo = MAXo + 1;
    Updatetext();
}

public void MINminusClick()
{
    MINa = MINa - 1;
    if (MINa < 0)
    {
        MINa = 0;
    }
    Updatetext();
}
```

```
        }
        Updatetext();
    }

    public void MINaplusClick()
    {
        MINa = MINa + 1;
        if (MINa > MAXa)
        {
            MINa = MINa - 1;
        }
        Updatetext();
    }

    public void MAXaminusClick()
    {
        MAXa = MAXa - 1;
        if (MAXa == MINa)
        {
            MAXa = MAXa + 1;
        }
        Updatetext();
    }

    public void MAXaplusClick()
    {
        MAXa = MAXa + 1;
        Updatetext();
    }
}
```

DeleteSketchOnCollision

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;
using System;
using UnityEngine.UI;
using VRTK;
using UnityEngine.Networking;
using UnityEngine.Serialization;
using System.Reflection;

public class deletesketchoncollision : NetworkBehaviour
{

    public GameObject triggerobject;
    public VRTK_StraightPointerRenderer vrtk_racast_s;
    public SphereCollider spcollider;
    public Material cyan;
    public GameObject thisobj;
    public GameObject Objecttodestroy;
    public Drawing draw;           //Zuweisung of playerprefab(Bodyparts)

    void Start()
    {
        vrtk_racast_s = GameObject.Find ("RightController").
        GetComponent<VRTK_StraightPointerRenderer>();
        Physics.IgnoreLayerCollision (9,2);
    }

    private void OnTriggerEnter(Collider col)
```

```
{  
    triggerobject = col.gameObject;  
    if (draw.Change == cyan && draw.pressed==true)  
    {  
        if(triggerobject.tag=="Sketch")  
        {  
            draw.CmdDeleteSketch (triggerobject.name);  
        }  
        return;  
    }  
}  
  
private void OnTriggerEnter(Collider col)  
{  
    triggerobject = null;  
}  
}
```

DeleteSketches

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.Networking;  
  
public class DeleteSketches : NetworkBehaviour  
{  
  
    public GameObject[] sketches;  
  
    public void delete ()  
    {  
        CmdDelete ();  
    }  
  
    [Command]  
    public void CmdDelete()  
    {  
        RpcDelete ();  
    }  
    [ClientRpc]  
    public void RpcDelete()  
    {  
        sketches = GameObject.FindGameObjectsWithTag ("Sketch");  
        foreach (GameObject sketches1 in sketches)  
        {  
            Destroy(sketches1);  
        }  
    }  
}
```

DeleteWhiteboard

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.Networking;  
  
public class DeleteWhiteboard : NetworkBehaviour  
{
```

```
public GameObject whiteboardObjekt;
public void Deletewhiteboard()
{
    CmdDeleteWhiteboard();
}
[Command]
public void CmdDeleteWhiteboard()
{
    RpcDeleteWhiteboard();
}
[ClientRpc]
public void RpcDeleteWhiteboard()
{
    Destroy(whiteboardObjekt);
}
}
```

Drawing

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;
using System;
using UnityEngine.UI;
using VRTK;
using UnityEngine.Networking;

[AddComponentMenu("VRTK/Scripts/Utilities/Unity Events/VRTK_ControllerEvents_UnityEvents")]
public class Drawing : NetworkBehaviour
{
    [Serializable]
    public sealed class ControllerInteractionEvent : UnityEvent<object> { }
    public Button Play;
    public Button Stop;
    public GameObject drawPrefab;
    int a = 0;
    private bool StartDrawing = false;
    public Material Change;
    public GameObject Examplepoint;
    public MeshRenderer Ecollider;
    public GameObject otherGameobject;
    private ObjectTracker objectTracker;
    private float distance;
    public Slider slider;
    public Slider slider2;
    public GameObject Objectthatgothit2;
    public bool Menu = false;
    public float size;
    public GameObject RightController;
    public Material[] usedmata;
    public Material blue;
    public Material black;
    public Material red;
    public Material yellow;
    public Material green;
    public Material white;
    public Material cyan;
    public string usedmaterial;
    public int iusedmat;
    public float x, y, z;
    public GameObject Objecttodestroy;
    public string objn;
```

```
public bool pressed = false;

public void SetPressedtrue()
{
    pressed = true;
}
public void SetPressedfalse ()
{
    pressed = false;
}

void Start()
{
    otherGameObject = GameObject.Find("Tracker");
    RightController = GameObject.Find("RightController");
    Change = white;
    Ecollider = Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>();
    Button btn1 = Play.GetComponent<Button>();
    Button btn2 = Stop.GetComponent<Button>();
    objectTracker = otherGameObject.GetComponent<ObjectTracker>();
    btn1.onClick.AddListener(TaskOnClick1);
    btn2.onClick.AddListener(TaskOnClick2);
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = white;
    RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents> ().TouchpadPressed += new
    ControllerInteractionEventHandler (delegate { TouchpadPressed(); });
    RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents> ().TouchpadReleased
    += new ControllerInteractionEventHandler (delegate { TouchPadUnPressed
    ()});;
}

private void TouchpadPressed()
{
    if (StartDrawing != true)
    {
        return;
    }

    if (pressed == true) {
        InvokeRepeating ("StartSketching", 0.2f, 0.05f);
        Examplepoint.transform.localScale = new Vector3(slider2.value * 10,
        slider2.value * 10, slider2.value * 10);
    }
}

private void TouchPadUnPressed()
{
    if (StartDrawing != true)
    {
        return;
    }
    CancelInvoke ("StartSketching");
}

void TaskOnClick1()
{
    StartDrawing = true;
    if (Change == cyan)
    {
        Change = white;
        Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = white;
    }
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
}
```

```
void TaskOnClick2()
{
    StartDrawing = false;
    if (Change == cyan)
    {
        Change = white;
        Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = white;
    }
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
}

public void ButtonBlue()
{
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
    new WaitForSecondsRealtime(0.5f);
    Change = blue;
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = blue;
}

public void ButtonBlack()
{
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
    new WaitForSecondsRealtime(0.5f);
    Change = black;
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = black;
}

public void ButtonYellow()
{
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
    new WaitForSecondsRealtime(0.5f);
    Change = yellow;
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = yellow;
}

public void ButtonGreen()
{
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
    new WaitForSecondsRealtime(0.5f);
    Change = green;
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = green;
}

public void ButtonWhite()
{
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
    new WaitForSecondsRealtime(0.5f);
    Change = white;
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = white;
}

public void ButtonRed()
{
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
    new WaitForSecondsRealtime(0.5f);
    Change = red;
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material = red;
}

public void ButtonDestroy()
{
    Change = cyan;
    Examplepoint.GetComponent<MeshRenderer>().material.SetColor("_Color",
Color.cyan);
```

```
        Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
        new WaitForSecondsRealtime(0.5f);
    }

    public void StartSketching()
    {
        float Size = slider2.value;
        size = Size;
        for (int tmp = 0; tmp < usedmata.Length; tmp++)
        {
            if(usedmata[tmp]==Change)
            {
                iusedmat = tmp;
            }
        }

        Objectthatgothit2 = objectTracker.Objectthatgothit;
        if (Change == cyan)
        {
            return;
        }
        x = Examplepoint.transform.position.x;
        y = Examplepoint.transform.position.y;
        z = Examplepoint.transform.position.z;
        CmdSpawnPrefabs (iusedmat,size,x,y,z,a);
    }

    [Command]
    public void CmdSpawnPrefabs(int iusedmatt, float size, float cx, float cy,
    float cz, int a)
    {
        GameObject sphere = Instantiate(drawPrefab);
        NetworkServer.Spawn (sphere);
        RpcSpawnPrefabs(iusedmatt,size,cx, cy, cz, a, sphere);
    }

    [ClientRpc]
    public void RpcSpawnPrefabs(int iusedmatt, float size, float cx, float cy,
    float cz, int a, GameObject sphere)
    {
        iusedmat = iusedmatt;
        sphere.transform.localPosition = new Vector3(cx, cy, cz);
        sphere.transform.localScale = new Vector3(size, size, size);
        sphere.GetComponent<MeshRenderer> ().material = usedmata[iusedmatt];
        sphere.gameObject.tag = "Sketch";
    }

    [Command]
    public void CmdDeleteSketch(string sketchname)
    {
        RpcDeleteSketch (sketchname);
    }

    [ClientRpc]
    public void RpcDeleteSketch(string sketchnamee)
    {
        Objecttodestroy=GameObject.Find(sketchnamee);
        Destroy(Objecttodestroy);
    }

    public void DistanceChanger()
    {
        distance = slider.value;
        Examplepoint.transform.localPosition = new Vector3(0, 0, 5 + distance);
        Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
        new WaitForSecondsRealtime(0.3f);
    }
}
```

```
}

public void SizeChanger()
{
    Invoke("SetBoolBack", 0.5f);
    new WaitForSecondsRealtime(0.3f);
}

private void SetBoolBack()
{
}

}
```

EnvironmentChanger

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;
using MoreTags;

public class EnvironmentChanger : NetworkBehaviour
{

    public GameObject ObjectFinder, Scenemanagement;
    public GameObject NaturEnvironment;
    public GameObject BüroEnvironemnt;
    public GameObject TestEnvironment;
    public GameObject Boden;
    public Vector3 Natur, Büro, Test;
    public GameObject CameraRig;

    void Start () {

        Scenemanagement = GameObject.Find("SceneManagement");
        ObjectFinder = GameObject.Find("ObjectFinder");
        NaturEnvironment = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().NaturEnvironment;
        BüroEnvironemnt = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().BüroEnvirontment;
        TestEnvironment = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().Test;
        Boden = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().Boden;
        CameraRig = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().CameraRig;
    }

    public void ClearScene()
    {
        CmdClearScene();
    }
    [Command]
    private void CmdClearScene()
    {
        RpcClearScene();
    }
    [ClientRpc]
    private void RpcClearScene()
    {
        TagSystem.RemoveNullGameObject();
        GameObject[] Obje = TagSystem.GetGameObjects("Destroyable123");
        for (int abc = 0; abc < Obje.Length; abc++)
        {
            Destroy(Obje[abc]);
        }
    }
}
```

```
GameObject[] DeleteSketches = GameObject.FindGameObjectsWithTag("Sketch");
for (int abcd = 0; abcd < DeleteSketches.Length; abcd++)
{
    Destroy(DeleteSketches[abcd]);
}
GameObject[] DeleteSketches2 = GameObject.FindGameObjectsWithTag
("SketchImproved");
for (int i5 = 0; i5 < DeleteSketches2.Length; i5++)
{
    Destroy(DeleteSketches2[i5]);
}
Boden.transform.GetComponent<MeshRenderer>().material = null;
Boden.transform.GetComponent<MeshRenderer>().material.color = Color.gray;
}

public void TransportPlayers()
{
    CmdTransportPlayer();
}
[Command]
public void CmdTransportPlayer()
{
    RpcTransportPlayer();
}
[ClientRpc]
public void RpcTransportPlayer()
{
}

// _____ Natur
public void CreateNaturEnvironment()
{
    CmdClearScene();
    TransportPlayers();
    CmdCreateNaturEnvironment();
}
[Command]
public void CmdCreateNaturEnvironment()
{
    RpcCreateNaturEnvironment();
}
[ClientRpc]
public void RpcCreateNaturEnvironment()
{
    if(TestEnvironment.activeSelf == true)
    {
        TestEnvironment.SetActive(false);
    }
    if (BüroEnvironemnt.activeSelf == true)
    {
        BüroEnvironemnt.SetActive(false);
    }
    CameraRig.transform.position = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().
    NaturSpawnpoint.transform.position;
    Boden.SetActive(false);
    NaturEnvironment.SetActive(true);
}

// _____ Büro
public void CreateBüroEnvironment()
{
    CmdClearScene();
    TransportPlayers();
    CmdCreateBüroEnvironment();
```

```
}

[Command]
public void CmdCreateBüroEnvironment()
{
    RpcCreateBüroEnvironment();
}
[ClientRpc]
public void RpcCreateBüroEnvironment()
{
    if (Boden.activeSelf == false)
    {
        Boden.SetActive(true);
    }
    if (TestEnvironment.activeSelf == true)
    {
        TestEnvironment.SetActive(false);
    }
    if (NaturEnvironment.activeSelf == true)
    {
        NaturEnvironment.SetActive(false);
    }
    CameraRig.transform.position = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().
BüroSpawnpoint.transform.position;
    BüroEnvironemnt.SetActive(true);
}

// _____ Test
public void CreateTestEnvironment()
{
    CmdClearScene();
    TransportPlayers();
    CmdCreateTestEnvironment();
}

[Command]
public void CmdCreateTestEnvironment()
{
    RpcCreateTestEnvironment();
}
[ClientRpc]
public void RpcCreateTestEnvironment()
{
    if (Boden.activeSelf == false)
    {
        Boden.SetActive(true);
    }
    if (BüroEnvironemnt.activeSelf == true)
    {
        BüroEnvironemnt.SetActive(false);
    }
    if (NaturEnvironment.activeSelf == true)
    {
        NaturEnvironment.SetActive(false);
    }
    TestEnvironment.SetActive(true);
}
```

FastChangeMaterial

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using VRTK;
using MoreTags;
using UnityEngine.Networking;

public class FastChangeMaterial : NetworkBehaviour
{
    public GameObject MatPrefab;
    private Material MatRen;
    private bool NewMat;
    private bool ChangeMat;
    private ObjectTracker objectTracker;
    public GameObject Objectthatgothit;
    private GameObject Parent;
    public GameObject RightController;
    private GameObject TrackerSkript;
    public GameObject ObjectManagement;
    private NetworkIdentity objNetId;
    public Material[] UseableMaterials;
    public GameObject ObjectFinder;
    public int imat;
    public Material[] childallmats;
    public Renderer[] childdobj;

    private void Start()
    {
        ObjectFinder = GameObject.Find("ObjectFinder");
        UseableMaterials = Resources.LoadAll<Material>("Materials/");
        RightController = GameObject.Find("RightController");
        ObjectManagement = GameObject.Find("SceneManagement");
        MatPrefab = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().MatPreFast;
        TrackerSkript = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().Trackerskript;
        NewMat = false;
        ChangeMat = false;
        RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed +=
            new ControllerInteractionEventHandler(delegate { GetMaterial(); });
        RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed +=
            new ControllerInteractionEventHandler(delegate { ChangeMaterial(); });
        MatPrefab.SetActive(false);
    }

    void Update()
    {
        if (NewMat == true || ChangeMat == true)
        {
            if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit == null)
            {
                return;
            }
            if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit.
                transform.root.gameObject.HasTag("ChangeMat") == true)
            {
                if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
                    Objectthatgothit.transform.root.name == TrackerSkript.
                    GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit.transform.name)
                {
                    Objectthatgothit = TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
                    Objectthatgothit;
                }
                if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().

```

```
        Objectthatgothit.transform.root.name != TrackerSkript.
        GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit.transform.name)
    {
        Objectthatgothit = TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
        Objectthatgothit.transform.root.gameObject;
    }
}
}

public void StartSkript()
{
    if (MatPrefab.activeSelf == false)
    {
        MatPrefab.SetActive(true);
        NewMat = true;
        ChangeMat = false;
    }
    else
    {
        MatPrefab.SetActive(false);
        NewMat = false;
        ChangeMat = false;
    }
}

public void GetMaterial()
{
    if (Objectthatgothit == null)
    {
        return;
    }
    if (NewMat == true && Objectthatgothit.tag == "Object")
    {
        if (Objectthatgothit.gameObject.transform.
            GetComponent<MeshRenderer>().sharedMaterial == null)
        {
            return;
        }
        MatRen = Objectthatgothit.gameObject.transform.GetComponent
            <MeshRenderer>().sharedMaterial;
        MatPrefab.gameObject.transform.GetComponent<MeshRenderer>().
            sharedMaterial = MatRen;
        NewMat = false;
        ChangeMat = true;
    }
}

public void ChangeMaterial()
{
    if (ChangeMat == true && Objectthatgothit.tag == "Object")
    {
        GameObject TempObj = Objectthatgothit;
        string MatName = MatRen.name;
        CmdDoSomething(MatName, TempObj);
    }
}
[Command]
public void CmdDoSomething(string MatName, GameObject Objectthatgothit2)
{
    GameObject tempObj = Objectthatgothit2;
    if(tempObj != null)
    {
        RpcDoSoemthing(tempObj, MatName);
```

```

        objNetId.RemoveClientAuthority(connectionToClient);
    }
}
[ClientRpc]
public void RpcDoSoemthing(GameObject changematobject, string matname)
{
    /**
    childobj = changematobject.GetComponentsInChildren<Renderer>();
    for (int tmp = 0; tmp < ObjectManagement.GetComponent
        <ObjectManagement>().myMaterials.Length; tmp++)
    {
        if (ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement>().
            myMaterials[tmp].name == matname)
        {
            imat = tmp;
        }
    }

    Material[] allmat = changematobject.GetComponent<MeshRenderer>().materials;
    for (int tmp = 0; tmp < allmat.Length; tmp++)
    {
        allmat[tmp] = ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement>().
            myMaterials[imat];
    }
    for (int tmp = 0; tmp < childobj.Length; tmp++)
    {
        /**
        childallmats = childobj[tmp].materials;
        for (int tmp1 = 0; tmp1 < childobj[tmp].materials.Length; tmp1++)
        {
            childallmats[tmp1] = ObjectManagement.GetComponent
                <ObjectManagement>().myMaterials[imat];
            childobj[tmp].materials = childallmats;
        }
    }
    changematobject.GetComponent<MeshRenderer>().materials = allmat;
}

public void GetNewMat()
{
    ChangeMat = false;
    NewMat = true;
}
}

```

FillNetworkManager

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using MoreTags;
using UnityEngine.Networking;

public class FillNetworkManager : NetworkBehaviour
{
    public GameObject[] myObjects;
    public GameObject Multipalyer;

    void Start()
    {
        myObjects = Resources.LoadAll<GameObject>("Prefabs/");
    }
}

```

```
for (int iIdentiy = 0; iIdentiy < myObjects.Length; iIdentiy++)
{
    if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<NetworkIdentity>() == null)
    {
        myObjects[iIdentiy].gameObject.AddComponent(typeof(NetworkIdentity));
    }
    myObjects[iIdentiy].GetComponent<NetworkIdentity>().localPlayerAuthority =
        true;
    if (myObjects[iIdentiy].GetComponent<NetworkTransform>() == null)
    {
        myObjects[iIdentiy].AddComponent<NetworkTransform>();
    }

    myObjects[iIdentiy].GetComponent<NetworkTransform>().transformSyncMode =
        NetworkTransform.TransformSyncMode.SyncTransform;
    if (myObjects[iIdentiy].GetComponent<Collider>() == null &&
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<BoxCollider>() == null &&
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<MeshCollider>() == null &&
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<SphereCollider>() == null &&
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<CapsuleCollider>() == null)
    {
        myObjects[iIdentiy].AddComponent<MeshCollider>();
    }
    if (myObjects[iIdentiy].GetComponent<MeshCollider>() != null)
    {
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<MeshCollider>().convex = true;
    }
    myObjects[iIdentiy].tag = "Object";
    if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<VRTK.VRTK_InteractableObject>() == null)
    {
        myObjects[iIdentiy].AddComponent<VRTK.VRTK_InteractableObject>();
    }
    myObjects[iIdentiy].GetComponent<VRTK.VRTK_InteractableObject>().
        touchHighlightColor = new Vector4(1, 0.92f, 0.016f, 1);
    if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<Collider>() == null && myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.tag != "Sketch")
    {
        myObjects[iIdentiy].AddComponent<MeshCollider>();
        if (myObjects[iIdentiy].transform.childCount > 0)
        {
            foreach (Transform child2 in gameObject.transform)
            {
                if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.
                    GetComponent<MeshCollider>() == null &&
                    myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.tag != "Sketch")
                {
                    child2.gameObject.AddComponent(typeof(MeshCollider));
                }
                child2.gameObject.GetComponent<MeshCollider>().convex = true;
                child2.gameObject.GetComponent<MeshCollider>().inflateMesh =
                    true;
            }
        }
    }
    if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<MultiSync>() == null)
    {
        myObjects[iIdentiy].gameObject.AddComponent<MultiSync>();
    }
    if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<VRTK.
        GrabAttachMechanics.VRTK_ChildOfControllerGrabAttach>() == null)
```

```
{  
    myObjects[iIdentiy].gameObject.AddComponent<VRTK.  
    GrabAttachMechanics.VRTK_ChildOfControllerGrabAttach>();  
}  
myObjects[iIdentiy].GetComponent<VRTK.GrabAttachMechanics.  
    VRTK_ChildOfControllerGrabAttach>().precisionGrab = true;  
if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<Renderer>() ==  
    null)  
{  
    myObjects[iIdentiy].AddComponent<MeshRenderer>();  
}  
if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<VRTK.  
    VRTK_InteractHaptics>() == null)  
{  
    myObjects[iIdentiy].gameObject.AddComponent<VRTK.  
        VRTK_InteractHaptics>();  
}  
if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<VRTK.  
    GrabAttachMechanics.VRTK_FixedJointGrabAttach>() == null)  
{  
    myObjects[iIdentiy].AddComponent<VRTK.GrabAttachMechanics.  
        VRTK_FixedJointGrabAttach>();  
}  
if (myObjects[iIdentiy].GetComponent<Rigidbody>() == null)  
{  
    myObjects[iIdentiy].AddComponent<Rigidbody>();  
}  
myObjects[iIdentiy].gameObject.GetComponent<VRTK.  
    GrabAttachMechanics.VRTK_FixedJointGrabAttach>().precisionGrab = true;  
if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent  
    <VRTK.Highlighters.VRTK_OutlineObjectCopyHighlighter>() == null)  
{  
    myObjects[iIdentiy].AddComponent<VRTK.Highlighters.  
        VRTK_OutlineObjectCopyHighlighter>();  
}  
if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.GetComponent<Tags>() == null)  
{  
    myObjects[iIdentiy].AddComponent<Tags>();  
}  
  
if (myObjects[iIdentiy].GetComponent<ObjectSkript>() == null)  
{  
    myObjects[iIdentiy].gameObject.AddComponent<ObjectSkript>();  
}  
    if (myObjects[iIdentiy].transform.gameObject.  
        GetComponent<renameObj> () == null)  
    {  
        myObjects[iIdentiy].AddComponent<renameObj> ();  
    }  
    if (myObjects[iIdentiy].GetComponent<NetworkTransform>  
        ().sendInterval != 0.019f) {  
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<NetworkTransform>  
        ().sendInterval = 0.019f;  
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<NetworkTransform>  
        ().interpolateMovement = 0.001f;  
        myObjects[iIdentiy].GetComponent<NetworkTransform>  
        ().movementThreshold = 0.001f;  
    }  
myObjects[iIdentiy].GetComponent<Tags>().gameObject.  
    AddTag(gameObject.name, "Destroyable");  
  
Multipalyer.GetComponent<NetworkManager>().spawnPrefabs.  
    Add(myObjects[iIdentiy]);  
}
```

```
    }  
}
```

Flying

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.Events;  
using System;  
using UnityEngine.UI;  
using VRTK;  
  
public class Flying : MonoBehaviour  
{  
    private GameObject Walking;  
    private GameObject PlayAreaScripts;  
    public GameObject Body;  
    public GameObject DirectionIndicator;  
    public bool Activated;  
    public Material red;  
    public Material green;  
    private GameObject leftcontroller;  
  
    private void Start()  
    {  
        Walking = GameObject.Find("Walking");  
        PlayAreaScripts = GameObject.Find("PlayAreaScripts");  
        // DirectionIndicator = GameObject.Find("Sundial-Arrow 1");  
        Body = GameObject.Find("[CameraRig]");  
        DirectionIndicator.SetActive(false);  
        leftcontroller = GameObject.Find("LeftController");  
        leftcontroller.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadTouchStart +=  
            new ControllerInteractionEventHandler(OnTouchpadPressed);  
        leftcontroller.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadTouchEnd +=  
            new ControllerInteractionEventHandler(OnTouchpadUnpressed);  
    }  
  
    public void AllowFlying()  
    {  
        if (PlayAreaScripts.GetComponent<VRTK_VRTK_BodyPhysics>().enableBodyCollisions  
            == true)  
        {  
            Walking.SetActive(false);  
            PlayAreaScripts.GetComponent<VRTK_VRTK_BodyPhysics>().enableBodyCollisions  
                = false;  
            PlayAreaScripts.GetComponent<VRTK_VRTK_BodyPhysics>().  
                ignoreGrabbedCollisions = false;  
            DirectionIndicator.SetActive(true);  
        }  
        else if(PlayAreaScripts.GetComponent<VRTK_VRTK_BodyPhysics>().  
            enableBodyCollisions == false)  
        {  
            Walking.SetActive(true);  
            PlayAreaScripts.GetComponent<VRTK_VRTK_BodyPhysics>().  
                ignoreGrabbedCollisions = true;  
            PlayAreaScripts.GetComponent<VRTK_VRTK_BodyPhysics>().  
                enableBodyCollisions = true;  
            DirectionIndicator.SetActive(false);  
        }  
    }  
  
    public void OnTouchpadPressed(object sender, ControllerInteractionEventArgs e)  
    {
```

```
        Activated = true;
    }

    public void OnTouchpadUnpressed(object sender, ControllerInteractionEventArgs e)
    {
        Activated = false;
    }

    void Update()
    {
        if (Activated == true & DirectionIndicator.activeSelf == true)
        {
            Body.transform.Translate(leftcontroller.transform.rotation *
            Vector3.forward * 0.1f);
        }
        if(Activated == false)
        {
            DirectionIndicator.GetComponent<MeshRenderer>().material = red;
        }
        else
        {
            DirectionIndicator.GetComponent<MeshRenderer>().material = green;
        }
    }
}
```

Follow

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Follow : MonoBehaviour
{

    public bool followPosition;
    public bool followRotation;
    public Transform target;
    public float x, y, z;

    private void Update()
    {
        if (target != null)
        {
            if (followRotation)
            {
                transform.rotation = target.rotation;
            }
            if (followPosition)
            {
                transform.position = new Vector3(target.position.x + x,
                target.position.y + y , target.position.z + z);
            }
        }
    }
}
```

GameHandler

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
```

```
public class GameHandler : MonoBehaviour
{
    public GameObject Obj1, Obj2, Obj3;
    public GameObject Done;
    public void TakeIt()
    {
        StartCoroutine(Example());
    }
    IEnumerator Example()
    {
        Obj3.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        Obj3.SetActive(false);
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        Obj2.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        Obj2.SetActive(false);
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        Obj1.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        Obj1.SetActive(false);
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        ScreenshotHandler.TakeScreenshot_Static(Screen.width, Screen.height);
        yield return new WaitForSeconds(0.25f);
        Done.SetActive(true);
        yield return new WaitForSeconds(0.75f);
        Done.SetActive(false);
    }
}
```

ImprovedSketchToolV2

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;
using System;
using UnityEngine.UI;
using VRTK;
using UnityEngine.Networking;

[AddComponentMenu("VRTK/Scripts/Utilities/Unity Events/VRTK_ControllerEvents_UnityEvents")]

public class ImprovedSketchToolV2 : NetworkBehaviour
{
    public GameObject ImprovedDrawPrefab;
    public GameObject otherGameObject;
    private ObjectTracker objectTracker;
    public GameObject Trail;
    public Slider SliderTrailWidth;
    public Button StartDrawing, StopDrawing;
    public float TrailWidth;
    private bool AllowDrawing = false;
    public GameObject RightController, RechteHand;
    public int ColourI = 1;
    public Button BlueButton, BackButton, RedButton, YellowButton, GreenButton,
        WhiteButton;
    public Material blue;
    public Material black;
```

```
public Material red;
public Material yellow;
public Material green;
public Material white;
public GameObject ObjectThatGothit;

void Start()
{
    otherGameobject = GameObject.Find("Trackerskript");
    RightController = GameObject.Find("RightController");
    objectTracker = otherGameobject.GetComponent<ObjectTracker>();
    RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed +=
        new ControllerInteractionEventHandler(delegate { TouchpadPressed(); });
    RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadReleased +=
        new ControllerInteractionEventHandler(delegate
        { TouchPadUnPressed(this.gameObject); });
    StartDrawing.onClick.AddListener(StartSketching);
    StopDrawing.onClick.AddListener(StopSketching);
    BlueButton.onClick.AddListener(ChangeToBlue);
    BackButton.onClick.AddListener(ChangeToBlack);
    RedButton.onClick.AddListener(ChangeToRed);
    YellowButton.onClick.AddListener(ChangeToYellow);
    GreenButton.onClick.AddListener(ChangeToGreen);
    WhiteButton.onClick.AddListener(ChangeToWhite);
}

public void Update()
{
    ObjectThatGothit = objectTracker.GetComponent<ObjectTracker>().
    Objectthatgothit;
}

public void ChangeToBlue()
{
    ColourI = 1;
}
public void ChangeToBlack()
{
    ColourI = 2;
}
public void ChangeToRed()
{
    ColourI = 3;
}
public void ChangeToYellow()
{
    ColourI = 4;
}
public void ChangeToGreen()
{
    ColourI = 5;
}
public void ChangeToWhite()
{
    ColourI = 6;
}

public void StartSketching()
{
    AllowDrawing = true;
}

public void StopSketching()
{
```

```
        AllowDrawing = false;
    }

private void TouchpadPressed()
{
    if (AllowDrawing == true)
    {
        TrailWidth = SliderTrailWidth.value;
        CmdStartSketching(TrailWidth, ColourI, this.gameObject);
    }
}

private void TouchPadUnPressed(GameObject TempX)
{
    if (AllowDrawing == true && this.gameObject != null)
    {
        CmdUnleashTrail(TempX);
    }
}
[Command]
public void CmdUnleashTrail(GameObject TempX2)
{
    RpcUnleashTrail(TempX2);
}
[ClientRpc]
public void RpcUnleashTrail(GameObject TempX3)
{
    if (TempX3.transform.Find("RechteHand/Test123").gameObject != null)
    {
        GameObject TempX4 = TempX3.transform.Find("RechteHand/Test123").
            gameObject;
        TempX4.gameObject.transform.parent = null;
        TempX4.name = "NewImprovedSketchPrefab" + TempX4.GetComponent<NetworkIdentity>().netId;
    }
}
[Command]
public void CmdStartSketching(float TrailWidth, int ColourI, GameObject TempX)
{
    GameObject TempX2 = TempX.transform.Find("RechteHand").gameObject;
    Trail = Instantiate(ImprovedDrawPrefab, TempX2.transform);
    Trail.transform.SetParent(TempX2.transform);
    NetworkServer.Spawn(Trail);
    RpcchangeSettings(Trail, TrailWidth, ColourI);
}
[ClientRpc]
public void RpcchangeSettings(GameObject Trail, float TrailWidth, int ColourI){
    Trail.name = "Test123";
    if (ColourI == 1)
    {
        Trail.GetComponent<TrailRenderer>().material = blue;
    }
    if (ColourI == 2)
    {
        Trail.GetComponent<TrailRenderer>().material = black;
    }
    if (ColourI == 3)
    {
        Trail.GetComponent<TrailRenderer>().material = red;
    }
    if (ColourI == 4)
    {
        Trail.GetComponent<TrailRenderer>().material = yellow;
    }
}
```

```
        if (ColourI == 5)
        {
            Trail.GetComponent<TrailRenderer>().material = green;
        }
        if (ColourI == 6)
        {
            Trail.GetComponent<TrailRenderer>().material = white;
        }
        Trail.GetComponent<TrailRenderer>().widthMultiplier = TrailWidth;
        Trail.GetComponent<TrailRenderer>().startWidth = TrailWidth;
        Trail.GetComponent<TrailRenderer>().endWidth = TrailWidth;
    }
}
```

InstantiateWhiteBoard

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;

public class InstantiateWhiteBoard : NetworkBehaviour
{

    public GameObject WhiteBoardPrefab1, WhiteBoardPrefab2, WhiteBoardPrefab3,
        WhiteBoardPrefab4, WhiteBoardPrefab5, WhiteBoardPrefab6, WhiteBoardPrefab7,
        WhiteBoardPrefab8;
    public Transform SpawnPosition;
    int a = 0;
    public GameObject Menu;

    public void DoSomething()
    {
        CmdInstantiateWhiteBoard1();
    }
    [Command]
    public void CmdInstantiateWhiteBoard1()
    {
        if(a == 0)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab1, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x+1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z+2.3f),
                Quaternion.Euler (0,90,0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
        else if (a == 1)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab2, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x + 1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z + 2.3f),
                Quaternion.Euler(0, 90, 0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
        else if (a == 2)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab3, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x + 1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z + 2.3f),
                Quaternion.Euler(0, 90, 0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
    }
}
```

```
        }
        else if (a == 3)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab4, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x + 1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z + 2.3f),
                Quaternion.Euler(0, 90, 0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
        else if (a == 4)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab5, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x + 1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z + 2.3f),
                Quaternion.Euler(0, 90, 0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
        else if (a == 5)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab6, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x + 1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z + 2.3f),
                Quaternion.Euler(0, 90, 0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
        else if (a == 6)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab7, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x + 1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z + 2.3f),
                Quaternion.Euler(0, 90, 0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
        else if (a == 7)
        {
            GameObject Whiteboard = Instantiate(WhiteBoardPrefab8, new Vector3
                (SpawnPosition.position.x + 1.0f, 0.5f, SpawnPosition.position.z + 2.3f),
                Quaternion.Euler(0, 90, 0));
            NetworkServer.Spawn(Whiteboard);
            Menu.SetActive(false);
        }
        else
        {
            Debug.Log("Out of Whiteboard Stock. Sorry");
        }
        a++;
    }
}
```

Loader

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.UI;
using System.IO;
using UnityEngine;
using VRTK;
using MoreTags;
using UnityEngine.Networking;

public class Loader : NetworkBehaviour
```

```
{  
  
    private NetworkIdentity playerID;  
    public bool ObjectGrabbing = false;  
    public NetworkIdentity grabbedObjectID;  
    public GameObject[] myObjects;  
    public GameObject Multipalyer;  
    public GameObject RightController;  
    private int a, b, c;  
    public GameObject[] arrrr;  
    public GameObject ImageUnderPanelToAttachTo;  
    public Button buttonPrefab;  
    public GameObject MenuAddObjects;  
    private GameObject MenuPrefab;  
    public GameObject ParentMenu;  
    public GameObject PrefabMenuOfObjectss;  
    private GameObject panelToAttachButtonsTo2;  
    private GameObject myObj;  
    private GameObject Player;  
    public GameObject spawnpoint;  
    public GameObject head;  
    public Vector3 ve3;  
    public Vector3 ve4;  
    public Quaternion qr3;  
    public NetworkManager networkManager;  
    public GameObject netob;  
    [SyncVar]  
    public int d=0;  
    public GameObject multipmserver;  
    public IEnumerable<GameObject> sppreflist;  
  
    void Start () {  
        if (!isLocalPlayer)  
        {  
            return;  
        }  
        Player = gameObject.transform.root.gameObject;  
        myObjects = Resources.LoadAll<GameObject>("Prefabs/");  
        Multipalyer = GameObject.Find("MultiplayerSettings");  
        RightController = GameObject.Find("RightController");  
        if (isServer) {  
            d = 1;  
        }  
    }  
  
    public void OnClick1()  
{  
    a = 0;  
    c = 0;  
    if (ImageUnderPanelToAttachTo.transform.childCount != 0)  
    {  
        foreach (Transform child in ImageUnderPanelToAttachTo.transform)  
        {  
            GameObject.Destroy(child.gameObject);  
        }  
    }  
    DirectoryInfo dir = new DirectoryInfo("Assets/Resources/Prefabs/");  
    FileInfo[] info = dir.GetFiles("*.*");  
    for (int i = 0; i < info.Length; i++)  
    {  
        Button button = Instantiate(buttonPrefab);  
        button.transform.SetParent(ImageUnderPanelToAttachTo.transform);  
        button.transform.localPosition = new Vector3(0, 0, 0);  
    }  
}
```

```
        button.transform.localScale = new Vector3(1, 1, 1);
        button.transform.localRotation = Quaternion.Euler(0, 0, 0);
        string Input = info[a].Name;
        string output = Input.Replace(".meta", "");
        button.name = button.transform.GetChild(0).GetComponent<Text>().text =
            output;
        button.onClick.AddListener(delegate { LoadObjectsIntoMenu(output); });
        a++;
    }
}

public void LoadObjectsIntoMenu(string output)
{
    MenuAddObjects.SetActive(false);
    MenuPrefab = Instantiate(PrefabMenu0f0bjectss, Player.transform.position,
        Player.transform.rotation) as GameObject;
    MenuPrefab.transform.SetParent(ParentMenu.transform);
    MenuPrefab.gameObject.transform.localPosition = new Vector3(0f, 0f, 100f);
    MenuPrefab.gameObject.transform.localEulerAngles = new Vector3(0, 0, 0);
    MenuPrefab.gameObject.transform.localScale = new Vector3(0.01f, 0.01f, 0.01f);
    myObjects = Resources.LoadAll<GameObject>("Prefabs/" + output);
    panelToAttachButtonsTo2 = GameObject.Find("PanelimportantObj");
    Transform child = panelToAttachButtonsTo2.gameObject.transform.GetChild(0);
    foreach (GameObject item in myObjects)
    {
        Button button2 = Instantiate(buttonPrefab);
        button2.transform.SetParent(child.transform);
        button2.transform.localPosition = new Vector3(0, 0, 0);
        button2.transform.localScale = new Vector3(1, 1, 1);
        button2.transform.localRotation = Quaternion.Euler(0, 0, 0);
        button2.name = button2.transform.GetChild(0).GetComponent<Text>().text =
            myObjects[c].name;
        b = c;
        string Buttonname = button2.name;
        button2.onClick.AddListener(delegate { CmdInstantiateObject(b, Buttonname,
            output); DestroyMenu(); });
        c++;
    }
}

public void DestroyMenu() {
    Destroy(MenuPrefab);
}
[Command]

public void CmdInstantiateObject(int d, string ButtonName2, string output)
{
    Vector3 ve3;
    ve3.z = spawnpoint.transform.position.z;
    ve3.x = spawnpoint.transform.position.x;
    ve3.y = 5f;
    Quaternion qr3 = new Quaternion(0, 1, 0, spawnpoint.transform.rotation.w);
    myObj = Instantiate(Resources.Load("Prefabs/" + output + "/" + ButtonName2,
        typeof(GameObject)), ve3, qr3) as GameObject;
    if (myObj.transform.gameObject.GetComponent<NetworkIdentity>() == null)
    {
        myObj.gameObject.AddComponent(typeof(NetworkIdentity));
    }
    if (myObj.transform.gameObject.GetComponent<NetworkTransform>() == null)
    {
        myObj.gameObject.AddComponent(typeof(NetworkTransform));
    }
}
```

```
}

void Update()
{
    if (!isLocalPlayer)
    {
        return;
    }
    if (isLocalPlayer && ObjectGrabbing == true)
    {
        playerID = this.GetComponent<NetworkIdentity>();
        CmdAssignNetworkAuthority(grabbedObjectID, playerID);
    }
}

[Command]
public void CmdAssignNetworkAuthority(NetworkIdentity myobjectId, NetworkIdentity
clientId)
{
    //If -> object has a owner && owner isn't the actual owner
    if (myobjectId.clientAuthorityOwner != null && myobjectId.clientAuthorityOwner
!= clientId.connectionToClient)
    {
        // Remove authority
        myobjectId.RemoveClientAuthority(myobjectId.clientAuthorityOwner);
    }
    //If -> object has no owner
    if (myobjectId.clientAuthorityOwner == null)
    {
        // Add client as owner
        myobjectId.AssignClientAuthority(clientId.connectionToClient);
    }
}
}
```

LocalPlayerSetups

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;

public class LocalPlayerSetups : NetworkBehaviour
{

    public GameObject Player;
    public GameObject SceneManagementObject;
    public GameObject PlayerBodyObject, PlayerRightControllerObject,
    PlayerLeftControllerObject;
    public GameObject PlayerNameObj;
    public Material PlayerMaterial;
    public GameObject Interface, LeftHandInterface;

    [SerializeField]
    Behaviour[] componentsToEnableOnNotLocal;
    [SerializeField]
    GameObject[] PlayerBody;

    public void Start()
    {
        SceneManagementObject = GameObject.Find("SceneManagement");
        SceneManagementObject.GetComponent<SceneManagement>().CmdUpdateAllPlayer();
```

```

        PlayerMaterial = PlayerBodyObject.GetComponent<MeshRenderer>().material;
        if (!isLocalPlayer)
        {
            for (int i = 0; i < componentsToEnableOnNotLocal.Length; i++)
            {
                componentsToEnableOnNotLocal[i].enabled = false;
            }
        }
        RegisterPlayer ();
    }

    public override void OnStartLocalPlayer()
    {
        for (int i = 0; i < PlayerBody.Length; i++)
        {
            PlayerBody[i].GetComponent<MeshRenderer>().enabled = false;
        }
    }

    public void RegisterPlayer()
    {
        string ID = "Player " + GetComponent<NetworkIdentity>().netId;
        // string number = "" + GetComponent<NetworkIdentity>().netId;
        transform.name = ID;
        Player = GameObject.Find(ID);
        if (!isLocalPlayer)
        {
            return;
        }
        SceneManagementObject.GetComponent<SceneManagement>().localp = Player;
        GameObject NewObj = SceneManagementObject.GetComponent<SceneManagement>().rechteHand = GameObject.Find(Player.name + "/RechteHand");
        //Player.GetComponent<ImprovedSketchTool>().ObjectToFollow = NewObj;
    }
}

```

MP_ChangeSkybox

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.UI;
using UnityEngine;
using VRTK;
using UnityEngine.Networking;

public class MP_ChangeSkybox : NetworkBehaviour
{
    public static Material[] myMaterials;
    // Hinterlegung der Assets aus dem Resources Folder
    private int a = 0;
    // aktueller Int für den neusten Button
    public Button buttonPrefab;
    // Hier muss ein Button Prefab hinterlegt werden, aus welchen das Interface bestehen soll
    public GameObject panelToAttachButtonsTo;
    // Hier ist das Panel hinterlegt auf welchem das Interface entstehen soll
    public GameObject CanvasObject;
    // Hier wird das Canvas hinterlegt, damit es sich beim Laden Objectes schließt
}

```

```

//private GameObject ClickSound;

public void Start()
{
    //if (!isLocalPlayer)
    //{
    //    return;
    //}
    // ClickSound = GameObject.Find("AudioButtonClick");
    myMaterials = Resources.LoadAll<Material>("Skyboxes/"); // Lädt
    alles Assets aus dem Pfad als Gameobject in dem Array
    foreach (Material item in myMaterials) // 
    Schleife zum Erstellen der Buttons für jedes Asset in dem Ordner
    {
        Button button = Instantiate(buttonPrefab);
        button.transform.SetParent(panelToAttachButtonsTo.transform);
        button.transform.localPosition = new Vector3(0, 0, 0);
        button.transform.localScale = new Vector3(1, 1, 1); // 
        Scale der Buttons (Geschieht auch über Skripte im Panel)
        string Input = myMaterials[a].name;
        string output = Input.Replace("(UnityEngine.Material)", "");
        button.name = button.transform.GetChild(0).GetComponent<Text>().text =
            output; // Benennt den Button mit dem Namen des Assets
        int b = a;
        button.onClick.AddListener(delegate { CmdSwitchSkybox(b); });
        a++;
    }
}
[Command]
public void CmdSwitchSkybox(int b)
{
    RpcSwitchSkybox(b);
}
[ClientRpc]
public void RpcSwitchSkybox(int b)
{
    Material mat = myMaterials[b];
    RenderSettings.skybox = mat;
    CanvasObject.SetActive(false);
}
}

```

MP_DestroyObject

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;
using VRTK;

public class MP_DestroyObject : NetworkBehaviour
{

    public bool DestroyOnNextClick;
    public GameObject GetTrackerSkript;
    public GameObject ObjectThatGotHit;
    public GameObject RightController;
    public GameObject ObjectToDestroy;
    public string ObjectToDestroyname;

    void Start()
    {

```

```

        GetTrackerSkript = GameObject.Find("Trackerskript");
        RightController = GameObject.Find("RightController");
        DestroyOnNextClick = false;
    }

    private void StartOnDestroy()
    {
        ObjectToDestroy = GetTrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
        Objectthatgothit.transform.root.gameObject;
        if (DestroyOnNextClick == true && ObjectToDestroy != null &&
        ObjectToDestroy.tag == "Object") {
            ObjectToDestroyname = ObjectToDestroy.name;
            CmdDestroyOnNextClick (ObjectToDestroyname);
            DestroyOnNextClick = false;
        }
    }
    [Command]
    public void CmdDestroyOnNextClick(string ObjectToDestroyname)
    {
        Debug.Log("Destroy");
        RpcDestroyOnNextClick(ObjectToDestroyname);
    }
    [ClientRpc]
    public void RpcDestroyOnNextClick(string objectToDestroyname)
    {
        ObjectToDestroy=GameObject.Find(objectToDestroyname);
        Destroy(ObjectToDestroy);
    }

    public void AllowDestroying()
    {
        if (!isLocalPlayer)
        {
            return;
        }
        DestroyOnNextClick = !DestroyOnNextClick;
        RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed +=
        new ControllerInteractionEventHandler(delegate { StartOnDestroy(); });
    }
}

```

MP_DuplicateObject

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;
using MoreTags;
using VRTK;

public class MP_DuplicateObject : NetworkBehaviour
{
    public bool DuplicateOnNextClick; // Bei "true" wird der Duplizieren
    Befehl beim nächsten Klicken des Touchpads ausgeführt, sofern mit dem rechten Controller
    auf ein Objekt gezielt wird
    public GameObject GetTrackerSkript; // Greift auf das TrackerSkript
    zu, welches Informationen zum ersten Objekt bereithält, welches vom Laserpointer des
    rechten Controller getroffen wird
    public GameObject ObjectThatGotHit; // Das Objekt, welches vom
    Trackerskript übergeben wird

```

```
public GameObject SpawnpointForObject;           // Spawnpoint in welchem die Objekte instantiated werden
public GameObject RightController;             // Zugriff auf den Rechten HTC Vive Controller
public GameObject ObjectThatGetsInstantiated; // Objekt das instantiated wurde
private Material[] MyMaterials;
private Material NewMat;
private string MatOfObject;
// private bool CheckIfObjectIsOnHold = false;      // Sofern True, wird beim nächsten Klicken des Touchpads das Objekt "aus der Hand gegeben" (Beim Instantiieren bleibt das Objekt zunächst Child des Controllers, ohne Collider, sodass es beliebig positioniert werden kann, bevor es der Welt wirklich "übergeben wird")

public string objgothitname;
public GameObject tmpobj1;
public GameObject tmpobj;
public string tmpobjname;
public int l=0;
public string netid;
//
public float x,y,z, xs,ys,zs;
public Vector3 spawnpointposition;

SpawnpointForObject = GameObject.Find("SpawnpointObjects");
GetTrackerSkript = GameObject.Find("Trackerskript");
RightController = GameObject.Find("RightController");
MyMaterials = Resources.LoadAll<Material>("Materials/");
// RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed += new ControllerInteractionEventHandler(delegate { CmdFreeObject(); });
DuplicateOnNextClick = false;
}

public void StartDuplicate(bool dupncl)
{
    if (GetTrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit == null)
    {
        return;
    }
    ObjectThatGotHit = GetTrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit.transform.root.gameObject;
    objgothitname = ObjectThatGotHit.name;
    x = SpawnpointForObject.transform.position.x;
    y = SpawnpointForObject.transform.position.y;
    z = SpawnpointForObject.transform.position.z;
    MatOfObject = "XXX";
    if (ObjectThatGotHit.GetComponent<Renderer>() != null)
    {
        for (int imat = 0; imat < MyMaterials.Length; imat++)
        {
            if (ObjectThatGotHit.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial.name == MyMaterials[imat].name)
            {
                MatOfObject = ObjectThatGotHit.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial.name;
            }
        }
    }
    xs = ObjectThatGotHit.transform.localScale.x;
    ys = ObjectThatGotHit.transform.localScale.y;
    zs = ObjectThatGotHit.transform.localScale.z;
    CmdDuplicateObject(objgothitname, dupncl,x,y,z, MatOfObject, xs,ys,zs);
    DuplicateOnNextClick = false;
}
[Command]
```

```
public void CmdDuplicateObject(string objgothitname, bool duplconnextclick,
float xc, float yc, float zc, string MaterialofObject, float xs, float ys,
float zs)
{
    tmpobj = GameObject.Find(objgothitname);
    if (tmpobj != null && tmpobj.tag == "Object" && duplconnextclick == true)
    {
        tmpobj.transform.rotation = Quaternion.identity;
        if (tmpobj.transform.gameObject.GetComponent<NetworkIdentity>() == null)
        {
            tmpobj.gameObject.AddComponent(typeof(NetworkIdentity));
        }
        tmpobj.GetComponent<NetworkIdentity>().localPlayerAuthority = true;
        if (tmpobj.transform.gameObject.GetComponent<NetworkTransform>() == null)
        {
            tmpobj.gameObject.AddComponent(typeof(NetworkTransform));
        }
        tmpobj.GetComponent<Rigidbody>().useGravity = true;
        DuplicateOnNextClick = false;
        tmpobj1 = Instantiate(tmpobj);
        tmpobjname = tmpobj.name;
        tmpobj1.name = tmpobj.name;
        netid = tmpobj.GetComponent<NetworkIdentity>().netId.ToString();
        l = netid.Length;
        tmpobj1.name = tmpobjname.Remove (tmpobjname.Length-netid.Length);
        tmpobj1.transform.position=new Vector3(xc,yc,zc);
        NetworkServer.Spawn(tmpobj1);
        RpcDuplicateObject(tmpobj1, MaterialofObject, xs, ys, zs);
        tmpobj = null;
        tmpobj1 = null;
        duplconnextclick = false;
    }
}
[ClientRpc]
public void RpcDuplicateObject(GameObject ObjectToChange, string MaterialOfObject,
float x1, float y1, float z1)
{
    ObjectToChange.transform.localScale = new Vector3(x1,y1,z1);
    if (MaterialOfObject == "XXX")
    {
        return;
    }
    for (int i=0; i< MyMaterials.Length; i++)
    {
        if (MaterialOfObject == MyMaterials[i].name)
        {
            NewMat = MyMaterials[i];
            break;
        }
    }
    if(NewMat == null)
    {
        ObjectToChange.transform.gameObject.GetComponent<Renderer>().
            sharedMaterial = NewMat;
    }
}
ObjectToChange.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial = NewMat;
NewMat = null;
}

public void AllowDuplicating()
{
    if (!isLocalPlayer)
    {
        return;
    }
}
```

```
        }
        DuplicateOnNextClick = !DuplicateOnNextClick;
        RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed +=
            new ControllerInteractionEventHandler(delegate { StartDuplicate
                (DuplicateOnNextClick); });
    }
}
```

MP_MaterialLoader

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.UI;
using System.IO;
using UnityEngine;
using VRTK;
using MoreTags;
using UnityEngine.Networking;

public class MP_MaterialLoader : NetworkBehaviour {

    private GameObject RightController;
    //private string[] GetDirectories;
    public Button buttonPrefab;
    public GameObject panelToAttachButtonsTo;

    private GameObject panelToAttachButtonsTo2;
    private int a, c;
    public GameObject PrefabMenuOfMAterials;
    public GameObject MaterialTopMEnu;
    public GameObject ParentMenu;
    public Transform spawnpoint;

    public Image imagePrefab;
    public Material[] myMaterials;
    public GameObject MatPrefab;

    private GameObject TrackerSkript;
    public GameObject Objectthatgothit;
    public GameObject ObjectId;

    private GameObject MenuPrefab;

    // private NetworkIdentity objNetId;
    private Material mat;
    private bool DoIt;

    public GameObject ObjectManagement;

    //Test Variablen
    public GameObject changematobject;
    public string Objectthatgothitname;
    public int imat;
    public string matname;

    public Material[] childallmats;
    public Renderer[] childobj;

    public GameObject[] tagarr;
    //
```

```
public void Start()
{
    if (!isLocalPlayer)
    {
        return;
    }

    MatPrefab = GameObject.Find("MatPre");
    TrackerSkript = GameObject.Find("Trackerskript");
    RightController = GameObject.Find("RightController");
    ObjectManagement = GameObject.Find("SceneManagement");
    MatPrefab.SetActive(false);
    RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed +=
        new ControllerInteractionEventHandler(delegate { ChangeMaterial(); });
    DoIt = false;
}

public void Update()
{
    if (!isLocalPlayer)
    {
        return;
    }

    Objectthatgothitname = null;
    Objectthatgothit = null;

    if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit == null)
    {
        return;
    }
    if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit.
        transform.root.gameObject.HasTag("ChangeMat") == true)
    {

        if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit.
            transform.root.name == TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
            Objectthatgothit.transform.name) {
            Objectthatgothit = TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
                Objectthatgothit;
        }
        if (TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().Objectthatgothit.
            transform.root.name != TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
            Objectthatgothit.transform.name) {
            Objectthatgothit = TrackerSkript.GetComponent<ObjectTracker>().
                Objectthatgothit.transform.root.gameObject;
        }
    }
}

public void OnClick1()
{
    a = 0;
    c = 0;

    if (panelToAttachButtonsTo.transform.childCount != 0)
    {
        foreach (Transform child in panelToAttachButtonsTo.transform)
        {
            GameObject.Destroy(child.gameObject);
        }
    }
}
```

```
}

DirectoryInfo dir = new DirectoryInfo("Assets/Resources/Materials/");
FileInfo[] info = dir.GetFiles("*.*");

for (int i = 0; i < info.Length; i++)
{
    Button button = Instantiate(buttonPrefab);
    button.transform.SetParent(panelToAttachButtonsTo.transform);
    button.transform.localPosition = new Vector3(0, 0, 0);
    button.transform.localScale = new Vector3(1, 1, 1);
    button.transform.localRotation = Quaternion.Euler(0, 0, 0);

    string Input = info[a].Name;
    string output = Input.Replace(".meta", "");
    button.name = button.transform.GetChild(0).GetComponent<Text>().text =
        output;

    button.onClick.AddListener(() =>
    {
        MaterialTopMENu.SetActive(false);
        MenuPrefab = Instantiate(PrefabMenuOfMAterials,
            spawnpoint.position, spawnpoint.rotation) as GameObject;
        MenuPrefab.gameObject.transform.localPosition = spawnpoint.position;
        MenuPrefab.gameObject.transform.localRotation = spawnpoint.rotation;
        MenuPrefab.gameObject.transform.localScale = new Vector3
            (0.01f, 0.01f, 0.01f);

        MenuPrefab.transform.SetParent(ParentMenu.transform);

        myMaterials = Resources.LoadAll<Material>("Materials/" + output);
        panelToAttachButtonsTo2 = GameObject.Find("PanelimportantMat");
        Transform child = panelToAttachButtonsTo2.gameObject.
            transform.GetChild(0);

        foreach (Material item in myMaterials)
        {
            Button button2 = Instantiate(buttonPrefab);
            button2.transform.SetParent(child.transform);
            button2.transform.localPosition = new Vector3(0, 0, 0);
            button2.transform.localScale = new Vector3(1, 1, 1);
            button2.transform.localRotation = Quaternion.Euler(0, 0, 0);
            button2.name = button2.transform.GetChild(0).
                GetComponent<Text>().text = myMaterials[c].name;

            button2.onClick.AddListener(() =>
            {
                DoSomething(MenuPrefab, button2.name);
                DestroyMenu();
            })

            );
            c++;
        }
    });
    a++;
}
}

public void DestroyMenu(){

    Destroy(MenuPrefab);
}
```

```
public void DoSomething(GameObject MenuPrefab, string buttonname)
{
    for (int i = 0; i < myMaterials.Length; i++)
    {
        if (buttonname == myMaterials[i].name)
        {
            mat = myMaterials[i];
            matname = myMaterials[i].name;
            break;
        }
    }

    MatPrefab.SetActive(true);
    MatPrefab.GetComponent<Renderer>().material = mat;
    DoIt = true;
}

public void ChangeMaterial()
{
    if (DoIt == false)
    {
        return;
    }
    Material newMat = mat;

    if (newMat && Objectthatgothit != null && Objectthatgothit.tag == "Object" ||
        newMat && Objectthatgothit != null && Objectthatgothit.tag == "Teleportable")
    {
        Material[] Materials1 = Objectthatgothit.gameObject.transform.
            GetComponent<Renderer>().sharedMaterials;
        for (int i1 = 0; i1 < Materials1.Length; i1++)
        {
            Materials1[i1] = newMat;
        }

        Objectthatgothit.gameObject.transform.GetComponent<Renderer>().
            sharedMaterials = Materials1;
        Objectthatgothit.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial = newMat;

        if (Objectthatgothit.transform.parent != null)
        {
            GameObject Parent = Objectthatgothit.transform.parent.gameObject;

            Material[] Materials2 = Parent.gameObject.transform.GetComponent
                <Renderer>().sharedMaterials;

            for (int i2 = 0; i2 < Materials2.Length; i2++)
            {
                Materials2[i2] = newMat;
            }

            Parent.gameObject.transform.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials =
                Materials2;

            Parent.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial = newMat;
        }

        Renderer[] Children;
        Children = Parent.GetComponentsInChildren<Renderer>();
    }
}
```

```
        foreach (Renderer obj1 in Children)
        {

            Material[] Materials3 = obj1.GetComponent<Renderer>().
                sharedMaterials;
            for (int i3 = 0; i3 < Materials3.Length; i3++)
            {
                Materials3[i3] = newMat;
            }
            obj1.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials = Materials3;

            obj1.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial = newMat;
        }

    }

    if (Objectthatgothit.transform.childCount > 0)
    {
        Renderer[] Children2;

        Children2 = Objectthatgothit.GetComponentsInChildren<Renderer>();
        foreach (Renderer obj2 in Children2)
        {
            Material[] Materials4 = obj2.GetComponent<Renderer>().
                sharedMaterials;
            for (int i4 = 0; i4 < Materials4.Length; i4++)
            {
                Materials4[i4] = newMat;
            }
            obj2.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials = Materials4;
            obj2.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial = newMat;
        }
    }
    MatPrefab.SetActive(false);

}

if (Objectthatgothit == null)
{
    return;
}

Objectthatgothitname = Objectthatgothit.name;
CmdSyncM(Objectthatgothitname, matname);
DoIt = false;

}

[Command]
void CmdSyncM(string Objectthatgothitname, string matname)
{
    RpcSyncM(Objectthatgothitname, matname);
}

[ClientRpc]
void RpcSyncM(string Objectthatgothitname, string matname)
{

    ObjectManagement = GameObject.Find("SceneManagement");
    changematobject = GameObject.Find(Objectthatgothitname);

    /**
     *      childobj = changematobject.GetComponentsInChildren<Renderer> ();

```

```

        for (int tmp = 0; tmp < ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement>().myMaterials.Length; tmp++)
    {
        if (ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement>().myMaterials[tmp].name == matname)
        {
            imat = tmp;
        }
    }

    Material[] allmat = changematobject.GetComponent<MeshRenderer>().materials;

    for (int tmp = 0; tmp < allmat.Length; tmp++)
    {
        allmat[tmp] = ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement>().myMaterials[imat];
    }

    for (int tmp = 0; tmp < childobj.Length; tmp++)
    {
        /**/
        childallmats= childobj[tmp].materials;

        for (int tmp1 = 0; tmp1 < childobj [tmp].materials.Length; tmp1++)
        {

            childallmats [tmp1] = ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement> ().myMaterials [imat];
            childobj [tmp].materials = childallmats;
        }
    }

    changematobject.GetComponent<MeshRenderer>().materials = allmat;
}
}

```

MP_MenuToggle

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using VRTK;
using UnityEngine.Networking;

public class MP_MenuToggle : NetworkBehaviour {

    public GameObject RightController;
    public GameObject LeftController;
    public GameObject MenuHome;
    public GameObject MenuActions;
    public GameObject[] OtherMenus;

    void Start ()
    {
        if(!isLocalPlayer){return;}
        RightController = GameObject.Find("RightController");
        LeftController = GameObject.Find("LeftController");
        RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().ButtonTwoPressed +=
            new ControllerInteractionEventHandler(OnRightClick);
        LeftController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().ButtonTwoPressed +=
            new ControllerInteractionEventHandler(OnLeftClick);
    }
}

```

```

public void OnRightClick(object sender, ControllerInteractionEventArgs e)
{
    for (int i = 0; i < OtherMenus.Length; i++)
    {
        if (OtherMenus[i].activeSelf == true)
        {
            OtherMenus[i].SetActive(false);
        }
    }
    MenuHome.SetActive(false);
    if (MenuActions.activeSelf == false)
    {
        MenuActions.SetActive(true);
    }
    else
    {
        MenuActions.SetActive(false);
    }
}
public void OnLeftClick(object sender, ControllerInteractionEventArgs e)
{
    for (int i = 0; i < OtherMenus.Length; i++)
    {
        if (OtherMenus[i].activeSelf == true)
        {
            OtherMenus[i].SetActive(false);
        }
    }
    MenuActions.SetActive(false);
    if (MenuHome.activeSelf == false)
    {
        MenuHome.SetActive(true);
    }
    else
    {
        MenuHome.SetActive(false);
    }
}
}

```

MP_PlayerGrab

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;
using UnityEngine.UI;
using VRTK;

public class MP_PlayerGrab : NetworkBehaviour
{
    public GameObject RightController;
    private NetworkIdentity playerID;
    private int a = 0;
    public bool ObjectGrabbing = false; // Zeigt an ob Player gerade ein Objekt greift
    public NetworkIdentity grabbedObjectID; // Zeigt an welches Objekt gegriffen wird
    float f1;
    float f2;
    private Vector2 xy;
    private void Start()
    {
        RightController = GameObject.Find("RightController");
    }
}

```

```
        RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadReleased +=  
            new ControllerInteractionEventHandler(delegate { Released(); });  
    }  
  
    private void Released()  
    {  
        f1 = 0; f2 = 0;  
    }  
  
    void Update()  
    {  
        if (!isLocalPlayer)  
        {  
            return;  
        }  
        if (isLocalPlayer && ObjectGrabbing == true)  
        {  
            a = 1;  
            playerID = this.GetComponent<NetworkIdentity>();  
            CmdAssignNetworkAuthority(grabbedObjectID, playerID);  
        }  
        if (ObjectGrabbing == true)  
        {  
            RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().  
                TouchpadAxisChanged += new ControllerInteractionEventHandler  
                (DoTouchpadAxisChanged);  
        }  
        if (ObjectGrabbing != true)  
        {  
            a = 0;  
        }  
        if (a == 0)  
        {  
            CmdUnkinematic(grabbedObjectID, a);  
            a = 1;  
        }  
    }  
    [Command]  
    public void CmdUnkinematic(NetworkIdentity myobjectId, int a)  
    {  
        if (myobjectId != null)  
        {  
            myobjectId.gameObject.GetComponent<Rigidbody>().isKinematic = false;  
        }  
    }  
    [Command]  
    public void CmdAssignNetworkAuthority(NetworkIdentity myobjectId,  
        NetworkIdentity clientId)  
    {  
        myobjectId.gameObject.GetComponent<Rigidbody>().isKinematic = true;  
        if (myobjectId.clientAuthorityOwner != null && myobjectId.clientAuthorityOwner  
            != clientId.connectionToClient)  
        {  
            // Remove authority  
            myobjectId.RemoveClientAuthority(myobjectId.clientAuthorityOwner);  
        }  
        //If -> object has no owner  
        if (myobjectId.clientAuthorityOwner == null)  
        {  
            // Add client as owner  
            myobjectId.AssignClientAuthority(clientId.connectionToClient);  
        }  
    }  
}
```

```
public void DoTouchpadAxisChanged(object sender, ControllerInteractionEventArgs e)
{
    ChangePosition(e.touchpadAxis, e.touchpadAngle);
}

private void ChangePosition( Vector2 touchpadAxis, float touchpadAngle)
{
    if (f1 == touchpadAxis.y)
    {
        f2 = touchpadAxis.y;
    }
    else
    {
        f1 = touchpadAxis.y;
    }
    if (ObjectGrabbing == true)
    {
        if (f1 == 0 || f2 == 0)
        {
            return;
        }
        float f3 = f1 - f2;
        if (f3 >= 1)
        {
            f3 = 1;
        }
        if (f3<=-2)
        {
            f3 = -2;
        }
    }

    grabbedObjectID.gameObject.transform.position = grabbedObjectID.
        gameObject.transform.position + (grabbedObjectID.gameObject.transform.
        position - RightController.gameObject.transform.position) * f3;
}
}
```

MP_UpdatePosition

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class MP_UpdatePosition : MonoBehaviour
{
    public GameObject Player;

    void Update()
    {
        if (Player != null)
        {
            gameObject.transform.position = new Vector3(Player.transform.position.x,
                Player.transform.position.y + 1.0f, Player.transform.position.z);
            gameObject.transform.rotation = Player.transform.rotation;
        }
    }
}
```

MultiSync

```

using UnityEngine;
using VRTK;
using System.Collections;
using UnityEngine.Networking;

public class MultiSync : NetworkBehaviour
{
    private GameObject player = null;

    void Start()
    {
        //make sure the object has the VRTK script attached...
        if (GetComponent<VRTK_InteractableObject>() == null)
        {
            Debug.LogError("Team3_Interactable_Object_Extension is required to be attached to an Object that has the VRTK_InteractableObject script attached to it");
            return;
        }
        //subscribe to the event.  NOTE: the "ObjectGrabbed"  this is the procedure to invoke if this object is grabbed..
        GetComponent<VRTK_InteractableObject>().InteractableObjectGrabbed +=
            new InteractableObjectEventHandler(ObjectGrabbed);
        GetComponent<VRTK_InteractableObject>().InteractableObjectUngrabbed +=
            new InteractableObjectEventHandler(ObjectUngrabbed);
    }
    //this object has been grabbed.. so do what ever is in the code..

    private void ObjectGrabbed(object sender, InteractableObjectEventArgs e)
    {
        GameObject[] players = GameObject.FindGameObjectsWithTag("VRLocalPlayer");
        foreach (GameObject p in players)
        {
            if (p.GetComponent<NetworkIdentity>().isLocalPlayer)
            {
                player = p;
            }
        }
        player.GetComponent<MP_PlayerGrab>().ObjectGrabbing = true;
        player.GetComponent<MP_PlayerGrab>().grabbedObjectID = this.
        GetComponent<NetworkIdentity>();
    }

    private void ObjectUngrabbed(object sender, InteractableObjectEventArgs e)
    {
        player.GetComponent<MP_PlayerGrab>().ObjectGrabbing = false;
    }
}

```

NewClickSound

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class NewClickSound : MonoBehaviour
{
    public AudioClip sound;

```

```
private AudioSource Source { get { return GetComponent<AudioSource>(); } }

void Start () {
    gameObject.AddComponent < AudioSource > ();
    Source.clip = sound;
    Source.playOnAwake = false;
}

public void PlaySound()
{
    Source.PlayOneShot(sound);
}

}
```

NewFollow

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;

public class NewFollow : NetworkBehaviour
{

    public GameObject ActualHeadVR, AcutalLeftHandVR, ActualRightHandVR;
    public GameObject ActualHeadSim, ActualLeftHandSim, AcutalRightHandSim;
    public GameObject DummyHead, DummyLeftHand, DummRightHand;
    public GameObject Simulator, HTC Vive;
    public GameObject ObjectFinder;

    private void Start()
    {
        ObjectFinder = GameObject.Find("ObjectFinder");
        Simulator = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().SimulatorSetup;
        HTC Vive = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().HTC Vive Setup;
        ActualHeadVR = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().ActualHeadVR;
        AcutalLeftHandVR = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().AcutalLeftHandVR;
        ActualRightHandVR = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().
            ActualRightHandVR;
        ActualHeadSim = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().ActualHeadSim;
        ActualLeftHandSim = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().
            ActualLeftHandSim;
        AcutalRightHandSim = ObjectFinder.GetComponent<ObjectFinder>().
            AcutalRightHandSim;
    }

    private void Update()
    {
        if (!isLocalPlayer)
        {
            return;
        }
        if (HTC Vive.activeSelf == true)
        {
            DummyHead.gameObject.transform.position = ActualHeadVR.gameObject.
                transform.position;
            DummyHead.gameObject.transform.rotation = ActualHeadVR.transform.rotation;

            DummyLeftHand.gameObject.transform.position = AcutalLeftHandVR.
                gameObject.transform.position;
            DummyLeftHand.gameObject.transform.rotation = AcutalLeftHandVR.
                transform.rotation;
            DummRightHand.gameObject.transform.position = ActualRightHandVR.
```

```
        gameObject.transform.position;
        DummRightHand.gameObject.transform.rotation = ActualRightHandVR.
            transform.rotation;
    }
    if (Simulator.activeSelf == true)
    {
        DummyHead.gameObject.transform.position = ActualHeadSim.gameObject.
            transform.position;
        DummyHead.gameObject.transform.rotation = ActualHeadSim.
            transform.rotation;
        DummyLeftHand.gameObject.transform.position = ActualLeftHandSim.
            gameObject.transform.position;
        DummyLeftHand.gameObject.transform.rotation = ActualLeftHandSim.
            transform.rotation;
        DummRightHand.gameObject.transform.position = AcutalRightHandSim.
            gameObject.transform.position;
        DummRightHand.gameObject.transform.rotation = AcutalRightHandSim.
            transform.rotation;
    }
    else
    {
        return;
    }
}
}
```

NewSimpleSaveClearAndLoad

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;
using System;
using UnityEngine.UI;
using VRTK;
using MoreTags;
using UnityEngine.Networking;

public class NewSimpleSaveClearAndLoad : NetworkBehaviour
{
    private GameObject[] ObjectSave;
    private GameObject[] SavebleObjects;
    private AudioClip[] SaveableAudios;
    private Material[] SaveableMaterials;
    private Material[] SaveableSkyboxes;
    public GameObject drawPrefab;
    private GameObject Parent;
    private float posx, posy, posz, Scax, Scay, Scaz, posox, posoy, posoz, scaox,
        scaoy, scaoz;
    private float rotx, roty, rotz, rotw;
    private float velx, vely, velz;
    private bool BoolFreeze;
    private string materialsketch;
    public int imat;
    public Renderer[] childobj;
    public Material myMaterialForEverything1;
    public Material myMaterialForEverything;
    public GameObject Boden;
    public GameObject ImprovedSketchPrefab;
```

```
public int AmountOfNeededPositions;
public GameObject TestObject;
private NetworkIdentity objNetId;
public Material ImprovedSetchBlue, ImprovedSetchMaterialBlack, ImprovedSetchRed,
ImprovedSetchMaterialYellow, ImprovedSetchMaterialGreen, ImprovedSetchMaterial
White;
public int MaterialNumberOfImprovedSketch;
public float WidthOfImprovedSketch;
public int MatNumber2;
public GameObject Prefab;
public GameObject PlaneSketch;

public GameObject SceneManagement;

public Button SaveSceneButton1, ClearSceneButton1, LoadSceneButton1;
public Button SaveSceneButton2, LoadSceneButton2;
public Button SaveSceneButton3, LoadSceneButton3;
public Button SaveSceneButton4, LoadSceneButton4;
public Button SaveSceneButton5, LoadSceneButton5;
public Button SaveSceneButton6, LoadSceneButton6;

public void Start()
{
    Boden = GameObject.Find("Boden");
    SaveableSkyboxes = Resources.LoadAll<Material>("Skyboxes/");
    SavebleObjects = Resources.LoadAll<GameObject>("Prefabs/");
    SaveableMaterials = Resources.LoadAll<Material>("Materials/");
    SceneManagement = GameObject.Find("SceneManagement");
    SaveableAudios = Resources.LoadAll<AudioClip>("Audios/");

    ClearSceneButton1.onClick.AddListener(ClearScene1);
    SaveSceneButton1.onClick.AddListener(SaveScene1);
    LoadSceneButton1.onClick.AddListener(LoadScene1);

    if (SaveSceneButton2 != null && LoadSceneButton2 != null)
    {
        SaveSceneButton2.onClick.AddListener(SaveScene2);
        LoadSceneButton2.onClick.AddListener(LoadScene2);
    }

    if (SaveSceneButton3 != null && LoadSceneButton3 != null)
    {
        SaveSceneButton3.onClick.AddListener(SaveScene3);
        LoadSceneButton3.onClick.AddListener(LoadScene3);
    }

    if (SaveSceneButton4 != null && LoadSceneButton4 != null)
    {
        SaveSceneButton4.onClick.AddListener(SaveScene4);
        LoadSceneButton4.onClick.AddListener(LoadScene4);
    }

    if (SaveSceneButton5 != null && LoadSceneButton5 != null)
    {
        SaveSceneButton5.onClick.AddListener(SaveScene5);
        LoadSceneButton5.onClick.AddListener(LoadScene5);
    }

    if (SaveSceneButton6 != null && LoadSceneButton6 != null)
    {
        SaveSceneButton6.onClick.AddListener(SaveScene6);
        LoadSceneButton6.onClick.AddListener(LoadScene6);
    }
}
```

```
// _____
// _____           ClearScene
// _____
public void ClearScene1()
{
    ClearScene();
}

public void ClearScene()
{
    CmdClearScene();
}

public void SaveScene1()
{
    SaveScene(1);
}
public void SaveScene2()
{
    SaveScene(2);
}
public void SaveScene3()
{
    SaveScene(3);
}
public void SaveScene4()
{
    SaveScene(4);
}
public void SaveScene5()
{
    SaveScene(5);
}
public void SaveScene6()
{
    SaveScene(6);
}

public void LoadScene1()
{
    LoadScene(1);
}
public void LoadScene2()
{
    LoadScene(2);
}
public void LoadScene3()
{
    LoadScene(3);
}
public void LoadScene4()
{
    LoadScene(4);
}
public void LoadScene5()
{
    LoadScene(5);
}
public void LoadScene6()
```

```
{  
    LoadScene(6);  
}  
  
[Command]  
private void CmdClearScene()  
{  
    RpcClearScene();  
}  
  
[ClientRpc]  
private void RpcClearScene()  
{  
    TagSystem.RemoveNullGameObject();  
    GameObject[] Obje = TagSystem.GetGameObjects("Destroyable123");  
    for (int abc = 0; abc < Obje.Length; abc++)  
    {  
        Destroy(Obje[abc]);  
    }  
  
    GameObject[] DeleteSketches = GameObject.FindGameObjectsWithTag("Sketch");  
  
    for (int abcd = 0; abcd < DeleteSketches.Length; abcd++)  
    {  
        Destroy(DeleteSketches[abcd]);  
    }  
  
    GameObject[] DeleteSketches2 = GameObject.FindGameObjectsWithTag  
        ("SketchImproved");  
  
    for (int i5 = 0; i5 < DeleteSketches2.Length; i5++)  
    {  
        Destroy(DeleteSketches2[i5]);  
    }  
  
    Boden.transform.GetComponent<MeshRenderer>().material = null;  
    Boden.transform.GetComponent<MeshRenderer>().material.color = Color.gray;  
}  
  
//  
//  
//  
//  
//  
  
public void SaveScene(int number)  
{  
    SaveSketches(number);           //klappt  
    SaveSkybox(number);            //klappt  
    SafeBoden(number);             //klappt  
    SafeObjects(number);  
    SafeWorldAudio(number);        // noch nicht implementiert  
    SafeSketchImproved(number);    //klappt, aber die Pos ist noch nicht ganz rich-  
    tig  
}  
  
private void SafeSketchImproved(int number)  
{  
    int NumberOfImprovedSketches;  
    GameObject[] SketchesImproved = GameObject.FindGameObjectsWithTag  
        ("SketchImproved");
```

```
SaveAmpountImprovedSketches AmountImprovedSketches =
    new SaveAmpountImprovedSketches();
NumberOfImprovedSketches = SketchesImproved.Length;
AmountImprovedSketches.AmountImprovedSketches = NumberOfImprovedSketches;
string json31 = JsonUtility.ToJson(AmountImprovedSketches);
PlayerPrefs.SetString("ImprovedSketchAmount" + number, json31);

for (int i = 0; i < SketchesImproved.Length; i++)
{
    SaveAmpountImprovedSketches WidthOfImprovedSketch =
        new SaveAmpountImprovedSketches();
    float ImprovedSketchWidth = SketchesImproved[i].GetComponent
        <TrailRenderer>().widthMultiplier;
    WidthOfImprovedSketch.WidthImprovedSketch = ImprovedSketchWidth;
    string json36 = JsonUtility.ToJson(WidthOfImprovedSketch);
    PlayerPrefs.SetString("ImprovedSketchWidth" + number + i, json36);
    SaveAmpountImprovedSketches MaterialOfImprovedSketch =
        new SaveAmpountImprovedSketches();
    if (SketchesImproved[i].GetComponent<TrailRenderer>().material.name ==
        "Blue (Instance)")
    {
        MatNumber2 = 1;
    }
    else if (SketchesImproved[i].GetComponent<TrailRenderer>().material.name
        == "MaterialBlack (Instance)")
    {
        MatNumber2 = 2;
    }
    else if (SketchesImproved[i].GetComponent<TrailRenderer>().material.name
        == "Red (Instance)")
    {
        MatNumber2 = 3;
    }
    else if (SketchesImproved[i].GetComponent<TrailRenderer>().material.name
        == "MaterialYellow (Instance)")
    {
        MatNumber2 = 4;
    }
    else if (SketchesImproved[i].GetComponent<TrailRenderer>().material.name
        == "MaterialGreen (Instance)")
    {
        MatNumber2 = 5;
    }
    else if (SketchesImproved[i].GetComponent<TrailRenderer>().material.name
        == "MaterialWhite (Instance)")
    {
        MatNumber2 = 6;
    }

    MaterialOfImprovedSketch.MatImprovedSketch = MatNumber2;
    string json34 = JsonUtility.ToJson(MaterialOfImprovedSketch);
    PlayerPrefs.SetString("ImprovedSketchMat" + number + i, json34);

    TrailRenderer trailRenderer =
        SketchesImproved[i].GetComponent<TrailRenderer>();
    Vector3[] positions = new Vector3[1000];
    int count = trailRenderer.GetPositions(positions);
    SaveAmpountImprovedSketches AmoutOfPositions =
        new SaveAmpountImprovedSketches();
    AmountImprovedSketches.AmoutOfPositions = count;
    string json32 = JsonUtility.ToJson(AmountImprovedSketches);
    PlayerPrefs.SetString("ImprovedSketchPositionAmount" + number + i,
        json32);
```

```
        for (int i2 = 0; i2 < count; i2++)
        {
            Vector3 p = positions[i2];
            Vector3 p2 = transform.TransformPoint(p);

            SaveAmpountImprovedSketches SavePosOfSketches =
                new SaveAmpountImprovedSketches();
            SavePosOfSketches.positionX = p2.x;
            SavePosOfSketches.positionY = p2.y;
            SavePosOfSketches.positionZ = p2.z;
            string json33 = JsonUtility.ToJson(SavePosOfSketches);
            PlayerPrefs.SetString("SketchPosition" + number + i + i2, json33);
        }
    }
}

private void SafeWorldAudio(int number)
{
}

private void SafeObjects(int number)
{
    int i = 0, c;

    for (i = 0; i < SavebleObjects.Length; i++)
    {
        string GetTagsSave = SavebleObjects[i].transform.gameObject.name +
            "(Clone)";

        if (GetTagsSave.Length != 0)
        {
            TagSystem.RemoveNullGameObject();
            ObjectSave = TagSystem.GetGameObjects(GetTagsSave);

            int i2 = 0;
            int a = 0;

            for (i2 = 0; i2 < ObjectSave.Length; i2++)
            {
                SavePosition pos = new SavePosition();
                pos.x = ObjectSave[a].transform.position.x;
                pos.y = ObjectSave[a].transform.position.y;
                pos.z = ObjectSave[a].transform.position.z;
                string json = JsonUtility.ToJson(pos);
                PlayerPrefs.SetString(GetTagsSave + "Location" + a + number,
                    json);

                SaveRotation rot = new SaveRotation();
                rot.rx = ObjectSave[a].transform.rotation.x;
                rot.ry = ObjectSave[a].transform.rotation.y;
                rot.rz = ObjectSave[a].transform.rotation.z;
                rot.w = ObjectSave[a].transform.rotation.w;
                string json2 = JsonUtility.ToJson(rot);
                PlayerPrefs.SetString(GetTagsSave + "Rotation" + a + number,
                    json2);

                SaveScale sca = new SaveScale();
                sca.sx = ObjectSave[a].transform.localScale.x;
                sca.sy = ObjectSave[a].transform.localScale.y;
                sca.sz = ObjectSave[a].transform.localScale.z;
                string json4 = JsonUtility.ToJson(sca);
                PlayerPrefs.SetString(GetTagsSave + "Scale" + a + number, json4);
            }
        }
    }
}
```

```
        SaveFreeze sfr = new SaveFreeze();

        if ((ObjectSave[a].GetComponent<Rigidbody>().constraints &
RigidbodyConstraints.FreezePosition) ==
RigidbodyConstraints.FreezePosition)
{
    sfr.fp = true;
}

string json9 = JsonUtility.ToJson(sfr);
PlayerPrefs.SetString(GetTagsSave + "Freeze" + a + number, json9);

SaveMat mat = new SaveMat();
mat.ix = "X";

for (int i3 = 0; i3 < SaveableMaterials.Length; i3++)
{
    if (ObjectSave[a].transform.GetComponent<MeshRenderer>().
materials[0].name == SaveableMaterials[i3].name ||
ObjectSave[a].transform.GetComponent<MeshRenderer>().
materials[0].name == SaveableMaterials[i3].name + " (In-
stance)" || ObjectSave[a].transform.GetComponent<MeshRen-
derer>().materials[0].name == SaveableMaterials[i3].name + " (In-
stance)" + " (Instance)")
    {
        mat.ix = SaveableMaterials[i3].name;
    }
}
string json6 = JsonUtility.ToJson(mat);
PlayerPrefs.SetString(GetTagsSave + "Material" + a + number,
json6);

a++;
}

SaveAmount amo = new SaveAmount();

c = ObjectSave.Length;
amo.iamount = c;
string json3 = JsonUtility.ToJson(amo);
PlayerPrefs.SetString(GetTagsSave + "Amount" + number, json3);

    }
}
}

private void SafeBoden(int number)
{
    SaveGround gro = new SaveGround();
    gro.iground = -1;
    for (int i = 0; i < SaveableMaterials.Length; i++)
    {
        if (Boden.transform.GetComponent<MeshRenderer>().materials[0].name ==
SaveableMaterials[i].name || Boden.transform.GetComponent
<MeshRenderer>().materials[0].name == SaveableMaterials[i].name +
" (Instance)" || Boden.transform.GetComponent<MeshRenderer>().
materials[0].name == SaveableMaterials[i].name + " (Instance)" +
" (Instance)")
        {
            gro.iground = i;
            break;
        }
    }
}
```

```
        }

        string json8 = JsonUtility.ToJson(gro);
        PlayerPrefs.SetString("Boden" + number, json8);
    }

private void SaveSkybox(int number)
{
    SaveSkybox sky = new SaveSkybox();
    sky.isky = -1;
    for (int i = 0; i < SaveableSkyboxes.Length; i++)
    {

        if (RenderSettings.skybox.name == SaveableSkyboxes[i].name)
        {
            sky.isky = i;
        }

        string json7 = JsonUtility.ToJson(sky);
        PlayerPrefs.SetString("Skybox" + number, json7);
    }
}

private void SaveSketches(int number)
{
    int csket;
    GameObject[] Sketches = GameObject.FindGameObjectsWithTag("Sketch");
    csket = Sketches.Length;

    SaveAmount amosket = new SaveAmount();           //Menge der Sketches speichern
    amosket.iamount = csket;

    string json1 = JsonUtility.ToJson(amosket);
    PlayerPrefs.SetString("SketchAmount" + number, json1);

    for (int i = 0; i < Sketches.Length; i++)
    {
        SavePosition pos = new SavePosition(); // Position der sketches speichern
        pos.x = Sketches[i].transform.position.x;
        pos.y = Sketches[i].transform.position.y;
        pos.z = Sketches[i].transform.position.z;
        string json2 = JsonUtility.ToJson(pos);
        PlayerPrefs.SetString("SketchLocation" + i + number, json2);

        SaveRotation rot = new SaveRotation(); // Rotation der sketches speichern
        rot.rx = Sketches[i].transform.rotation.x;
        rot.ry = Sketches[i].transform.rotation.y;
        rot.rz = Sketches[i].transform.rotation.z;
        rot.w = Sketches[i].transform.rotation.w;
        string json3 = JsonUtility.ToJson(rot);
        PlayerPrefs.SetString("SketchRotation" + i + number, json3);

        SaveScale sca = new SaveScale();      //Scale der Sketches speichern
        sca.sx = Sketches[i].transform.localScale.x;
        sca.sy = Sketches[i].transform.localScale.y;
        sca.sz = Sketches[i].transform.localScale.z;
        string json4 = JsonUtility.ToJson(sca);
        PlayerPrefs.SetString("SketchScale" + i + number, json4);

        SaveMat matsket = new SaveMat();      //Material der Sketches speichern
        matsket.ix = "X";
    }
}
```

```
        for (int i2 = 0; i2 < SaveableMaterials.Length; i2++)
        {
            if (Sketches[i].transform.GetComponent<MeshRenderer>().
                materials[0].name == SaveableMaterials[i2].name + " (Instance)")
            {
                matsket.ix = SaveableMaterials[i2].name;

                break;
            }
        }
        string json5 = JsonUtility.ToJson(matsket);
        PlayerPrefs.SetString("SketchMaterial" + i + number, json5);
    }
}

//_____
//_____LoadScene
//_____
//_____[Command]

public void CmdFillZwischensepicher(Vector3 TempX)
{
    RpcFillZwischenspeicher(TempX);
}
[ClientRpc]
public void RpcFillZwischenspeicher(Vector3 TempX)
{
    SceneManagement.GetComponent<ZwischenspeicherImprovedSketches>().
        WayPoints.Add(TempX);
}

public void LoadScene(int number)
{
    //_____Skybox
    string sky = PlayerPrefs.GetString("Skybox" + number);
    SaveSkybox Sky = JsonUtility.FromJson<SaveSkybox>(sky);
    int SkyboxNumber = Sky.isky;
    CmdLoadSkybox(SkyboxNumber);

    //_____Boden
    string ground = PlayerPrefs.GetString("Boden" + number);
    SaveGround Ground = JsonUtility.FromJson<SaveGround>(ground);
    int GroundNumber = Ground.iground;
    CmdLoadBoden(GroundNumber);

    string amountISketches = PlayerPrefs.GetString("ImprovedSketchAmount" +
        number);
    SaveAmpountImprovedSketches AmountOfImprovedSketches2 =
        JsonUtility.FromJson<SaveAmpountImprovedSketches>(amountISketches);
    int AmountOfImpsketches = AmountOfImprovedSketches2.AmountImprovedSketches;

    for (int i = 0; i < AmountOfImpsketches; i++)
    {
        string ImprovedSketchesIPosition1 = PlayerPrefs.GetString
            ("SketchPosition" + number + i + 0);
        SaveAmpountImprovedSketches PositionsX1 = JsonUtility.
            FromJson<SaveAmpountImprovedSketches>(ImprovedSketchesIPosition1);
        string WidthOfImporvedSketch = PlayerPrefs.GetString
            ("ImprovedSketchWidth" + number + i);
```

```

SaveAmpountImprovedSketches WidthImprovedSketch =
JsonUtility.FromJson<SaveAmpountImprovedSketches>(WidthOfImporvedSketch);
WidthOfImprovedSketch = WidthImprovedSketch.WidthImprovedSketch;

string MatOfImporvedSketch = PlayerPrefs.GetString
("ImprovedSketchMat" + number + i);
SaveAmpountImprovedSketches MatImprovedSketch =
JsonUtility.FromJson<SaveAmpountImprovedSketches>(MatOfImporvedSketch);
MaterialNumberOfImprovedSketch = MatImprovedSketch.MatImprovedSketch;
float pos1 = PositionsX1.positionX;
float pos2 = PositionsX1.positionY - 1;
float pos3 = PositionsX1.positionZ;

string amountIPositions = PlayerPrefs.GetString
("ImprovedSketchPositionAmount" + number + i);
SaveAmpountImprovedSketches AmountOfPositions =
JsonUtility.FromJson<SaveAmpountImprovedSketches>(amountIPositions);
AmountOfNeededPositions = AmountOfPositions.AmoutOfPositions;

for (int i2 = 1; i2 < AmountOfNeededPositions; i2++)
{
    string ImprovedSketchesIPosition = PlayerPrefs.GetString
("SketchPosition" + number + i + i2);
    SaveAmpountImprovedSketches PositionsX = JsonUtility.
    FromJson<SaveAmpountImprovedSketches>(ImprovedSketchesIPosition);

    float SketIX = PositionsX.positionX;
    float SketIY = PositionsX.positionY;
    float SketIZ = PositionsX.positionZ;

    Vector3 tempVec = new Vector3(SketIX, SketIY, SketIZ);
    CmdFillZwischensepicher(tempVec);
}

CmdSketchImproved(WidthOfImprovedSketch, MaterialNumberOfImprovedSketch,
pos1, pos2, pos3, i);
}

```

// Sketch

```

string amosket2 = PlayerPrefs.GetString("SketchAmount" + number);
SaveAmount Amountsket = JsonUtility.FromJson<SaveAmount>(amosket2);
int amountSketches = Amountsket.iamount;

for (int i = 0; i < amountSketches; i++)
{
    string Loadp = PlayerPrefs.GetString("SketchLocation" + i + number);
    if (Loadp != null && Loadp.Length > 0)
    {
        SavePosition Loadpos = JsonUtility.FromJson<SavePosition>(Loadp);
        if (Loadpos != null)
        {
            posx = Loadpos.x;
            posy = Loadpos.y;
            posz = Loadpos.z;
        }
    }

    string Loadr = PlayerPrefs.GetString("SketchRotation" + i + number);
    if (Loadr != null && Loadr.Length > 0)

```

```
{  
    SaveRotation Loadrot = JsonUtility.FromJson<SaveRotation>(Loadr);  
    if (Loadrot != null)  
    {  
        rotx = Loadrot.rx;  
        roty = Loadrot.ry;  
        rotz = Loadrot.rz;  
        rotw = Loadrot.w;  
    }  
}  
  
string Loads = PlayerPrefs.GetString("SketchScale" + i + number);  
if (Loads != null && Loads.Length > 0)  
{  
    SaveScale Loadscale = JsonUtility.FromJson<SaveScale>(Loads);  
    if (Loadscale != null)  
    {  
        Scax = Loadscale.sx;  
        Scay = Loadscale.sy;  
        Scaz = Loadscale.sz;  
    }  
}  
  
string Loadm = PlayerPrefs.GetString("SketchMaterial" + i + number);  
if (Loadm != null && Loadm.Length > 0)  
{  
    SaveMat LoadMat = JsonUtility.FromJson<SaveMat>(Loadm);  
    if (LoadMat != null)  
    {  
        materialsketch = LoadMat.ixmap;  
    }  
}  
  
CmdLoadSketches(posx, posy, posz, rotx, roty, rotz, rotw, Scax, Scay,  
Scaz, materialsketch);  
}  
  
//_____Objects_____  
  
int amountint = 0;  
  
for (int i = 0; i < SavebleObjects.Length; i++)  
{  
    string material = "X";  
  
    string GetTagsSave = SavebleObjects[i].transform.gameObject.name +  
    "(Clone)";  
  
    string amo = PlayerPrefs.GetString(GetTagsSave + "Amount" + number);  
    SaveAmount Amount = JsonUtility.FromJson<SaveAmount>(amo);  
    amountint = Amount.iamount;  
  
    int a = 0;  
  
    for (int i2 = 0; i2 < amountint; i2++)  
    {  
        string Loadp = PlayerPrefs.GetString(GetTagsSave + "Location" + a +  
        number);  
        if (Loadp != null && Loadp.Length > 0)
```

```
{  
    SavePosition Loadpos = JsonUtility.FromJson<SavePosition>(Loadp);  
    if (Loadpos != null)  
    {  
        posox = Loadpos.x;  
        posoy = Loadpos.y;  
        posoz = Loadpos.z;  
    }  
}  
  
string Loads = PlayerPrefs.GetString(GetTagsSave + "Scale" + a +  
    number);  
if (Loads != null && Loads.Length > 0)  
{  
    SaveScale Loadscale = JsonUtility.FromJson<SaveScale>(Loads);  
    if (Loadscale != null)  
    {  
        scaox = Loadscale.sx;  
        scaoy = Loadscale.sy;  
        scaoz = Loadscale.sz;  
    }  
}  
  
string Loadm = PlayerPrefs.GetString(GetTagsSave + "Material" + a +  
    number);  
if (Loadm != null && Loadm.Length > 0)  
{  
    SaveMat LoadMat = JsonUtility.FromJson<SaveMat>(Loadm);  
    if (LoadMat != null)  
    {  
        material = LoadMat.ix;  
    }  
}  
  
string Loadr = PlayerPrefs.GetString(GetTagsSave + "Rotation" + a +  
    number);  
if (Loadr != null && Loadr.Length > 0)  
{  
    SaveRotation Loadrot = JsonUtility.FromJson<SaveRotation>(Loadr);  
    if (Loadrot != null)  
    {  
        rotx = Loadrot.rx;  
        roty = Loadrot.ry;  
        rotz = Loadrot.rz;  
        rotw = Loadrot.w;  
    }  
}  
  
string Loadf = PlayerPrefs.GetString(GetTagsSave + "Freeze" + a +  
    number);  
if (Loadf != null && Loadf.Length > 0)  
{  
    SaveFreeze Loadfre = JsonUtility.FromJson<SaveFreeze>(Loadf);  
    if (Loadfre != null)  
    {  
        if (Loadfre.fp == true)  
        {  
            BoolFreeze = true;  
        }  
    }  
}
```

```
        CmdLoadObjects(i, posox, posoy, posoz, scaox, scaoy, scaoz, material,
                      rotx, roty, rotz, rotw);
        a++;
    }
}

[Command]
private void CmdLoadObjects(int i, float posox, float posoy, float posoz,
                           float scaox, float scaoy, float scaoz, string material, float rotx, float roty,
                           float rotz, float rotw)
{

    GameObject ObjecttoLoad = Instantiate(SaveableObjects[i]);
    NetworkServer.Spawn(ObjecttoLoad);
    ObjecttoLoad.tag = "Object";
    ObjecttoLoad.gameObject.GetComponent<Tags>().gameObject.AddTag
        ("Destroyable123", ObjecttoLoad.gameObject.name, "ChangeMat");

    GameObject tempObj = ObjecttoLoad;
    objNetId = tempObj.GetComponent<NetworkIdentity>();
    objNetId.AssignClientAuthority(connectionToClient);

    RpcLoadObjects(posox, posoy, posoz, scaox, scaoy, scaoz, rotx, roty, rotz,
                   rotw, material, ObjecttoLoad);

    objNetId.RemoveClientAuthority(connectionToClient);
}

[ClientRpc]
private void RpcLoadObjects(float posox, float posoy, float posoz, float
                           scaox, float scaoy, float scaoz, float rotx, float roty, float rotz, float rotw,
                           string material, GameObject changematobject)
{
    Quaternion rotation = new Quaternion();
    rotation.x = rotx;
    rotation.y = roty;
    rotation.z = rotz;
    rotation.w = rotw;
    changematobject.transform.rotation = rotation;

    Vector3 position = new Vector3 ();
    position.x = posox;
    position.y = posoy;
    position.z = posoz;
    changematobject.transform.position = position;

    Vector3 Scale = new Vector3();
    Scale.x = scaox;
    Scale.y = scaoy;
    Scale.z = scaoz;
    changematobject.transform.localScale = Scale;

    GameObject ObjectManagement = GameObject.Find("SceneManagement");

    if (material == "X")
    {
        return;
    }

    for (int i = 0; i < SaveableMaterials.Length; i++)
```

```
{  
    if (material == SaveableMaterials[i].name)  
    {  
        myMaterialForEverything = SaveableMaterials[i];  
    }  
}  
  
if (changematobject.transform.childCount > 0)  
{  
    childobj = changematobject.GetComponentsInChildren<Renderer>();  
}  
  
changematobject.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =  
    myMaterialForEverything;  
  
for (int tmp = 0; tmp < ObjectManagement.GetComponent  
    <ObjectManagement>().myMaterials.Length; tmp++)  
{  
    if (ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement>().  
        myMaterials[tmp].name == myMaterialForEverything.name)  
    {  
        imat = tmp;  
    }  
}  
  
Material[] allmat = changematobject.GetComponent<MeshRenderer>().materials;  
  
for (int tmp = 0; tmp < allmat.Length; tmp++)  
{  
    allmat[tmp] = ObjectManagement.GetComponent<ObjectManagement>().  
        myMaterials[imat];  
}  
  
for (int tmp = 0; tmp < childobj.Length; tmp++)  
{  
    /*/ Material[] childallmats = childobj[tmp].materials;  
  
    for (int tmp1 = 0; tmp1 < childobj[tmp].materials.Length; tmp1++)  
    {  
        childallmats[tmp1] = ObjectManagement.GetComponent  
            <ObjectManagement>().myMaterials[imat];  
        childobj[tmp].materials = childallmats;  
    }  
}  
  
changematobject.GetComponent<MeshRenderer>().materials = allmat;  
}  
  
[Command]  
private void CmdSketchImproved(float WidthOfImprovedSketch,  
    int MaterialNumberOfImprovedSketch, float pos1, float pos2, float pos3, int i)  
{  
    PlaneSketch = Instantiate(ImprovedSketchPrefab,  
        new Vector3(pos1, pos2, pos3), Quaternion.identity);  
    NetworkServer.Spawn(PlaneSketch);  
    RpcSketchImproved(WidthOfImprovedSketch,  
        MaterialNumberOfImprovedSketch, PlaneSketch, i);  
}  
  
[ClientRpc]  
private void RpcSketchImproved(float WidthOfImprovedSketch,
```

```
int MaterialNumberOfImprovedSketch, GameObject PlaneSketch2, int i)
{
    TrailRenderer trailRenderer5 = PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>();
    trailRenderer5.Clear();
    int XAmount = SceneManagement.GetComponent<ZwischenspeicherImprovedSketches>().WayPoints.Count;

    for (int i10 = 0; i10 < XAmount; i10++)
    {
        PlaneSketch2.GetComponent<WayPointFollower>().WayPoints.Add(SceneManagement.GetComponent<ZwischenspeicherImprovedSketches>().WayPoints[i10]);
    }

    SceneManagement.GetComponent<ZwischenspeicherImprovedSketches>().WayPoints.Clear();

    PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().widthMultiplier =
        WidthOfImprovedSketch;
    PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().startWidth = WidthOfImprovedSketch;
    PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().endWidth = WidthOfImprovedSketch;
    PlaneSketch2.GetComponent<WayPointFollower>().WayPointFollwerAktive = true;

    if (MaterialNumberOfImprovedSketch == 1)
    {
        PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().material = ImprovedSetchBlue;
    }
    else if (MaterialNumberOfImprovedSketch == 2)
    {
        PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().material =
            ImprovedSetchMaterialBlack;
    }
    else if (MaterialNumberOfImprovedSketch == 3)
    {
        PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().material = ImprovedSetchRed;
    }
    else if (MaterialNumberOfImprovedSketch == 4)
    {
        PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().material =
            ImprovedSetchMaterialYellow;
    }
    else if (MaterialNumberOfImprovedSketch == 5)
    {
        PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().material =
            ImprovedSetchMaterialGreen;
    }
    else if (MaterialNumberOfImprovedSketch == 6)
    {
        PlaneSketch2.GetComponent<TrailRenderer>().material =
            ImprovedSetchMaterialWhite;
    }
}

[Command]
private void CmdLoadSkybox(int SkyboxNumber)
{
    RpcLoadSkybox(SkyboxNumber);
}

[ClientRpc]
private void RpcLoadSkybox(int SkyboxNumber)
{
    if (SkyboxNumber != -1)
    {
        RenderSettings.skybox = SaveableSkyboxes[SkyboxNumber];
    }
}
```

```
        }

    }

    [Command]
    private void CmdLoadBoden(int GroundNumber)
    {
        RpcLoadBoden(GroundNumber);

    }
    [ClientRpc]
    private void RpcLoadBoden(int GroundNumber)
    {
        if (GroundNumber != -1)
        {
            Boden.transform.gameObject.GetComponent<MeshRenderer>().
                sharedMaterial = SaveableMaterials[GroundNumber];
        }
    }

    [Command]
    private void CmdLoadSketches(float posx1, float posy1, float posz1, float rotx1,
        float roty1, float rotz1, float rotw1, float Scax1, float Scay1, float Scaz1, string
        materialsketch1)
    {
        GameObject Sketches = Instantiate(drawPrefab);
        Sketches.name = "" + Sketches.name + Sketches.GetComponent
            <NetworkIdentity>().netId;
        NetworkServer.Spawn(Sketches);
        RpcLoadSketches(posx1, posy1, posz1, rotx1, roty1, rotz1, rotw1, Scax1, Scay1,
            Scaz1, materialsketch1, Sketches);
    }

    [ClientRpc]
    private void RpcLoadSketches(float posx2, float posy2, float posz2, float rotx2,
        float roty2, float rotz2, float rotw2, float Scax2, float Scay2, float Scaz2,
        string materialsketch2, GameObject Sketchtemp)
    {
        Vector3 position2 = new Vector3();
        position2.x = posx2;
        position2.y = posy2;
        position2.z = posz2;
        Sketchtemp.transform.position = position2;

        Quaternion Rotation2 = new Quaternion();
        Rotation2.x = rotx2;
        Rotation2.y = roty2;
        Rotation2.z = rotz2;
        Rotation2.w = rotw2;
        Sketchtemp.transform.rotation = Rotation2;

        Vector3 Scale = new Vector3();
        Scale.x = Scax2;
        Scale.y = Scay2;
        Scale.z = Scaz2;
        Sketchtemp.transform.localScale = Scale;

        for (int i = 0; i < SaveableMaterials.Length; i++)
        {
            if (materialsketch2 == SaveableMaterials[i].name)
            {
                myMaterialForEverything = SaveableMaterials[i];
            }
        }
    }
}
```

```
    Sketchtemp.transform.gameObject.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =  
    myMaterialForEverything;  
}  
  
}
```

ObjectFinder

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
  
public class ObjectFinder : MonoBehaviour  
{  
  
    public GameObject ActualHeadVR, AcutalLeftHandVR, ActualRightHandVR;  
    public GameObject ActualHeadSim, ActualLeftHandSim, AcutalRightHandSim;  
    public GameObject SimulatorSetup, HTCViveSetup;  
    public GameObject MatPre, MatPreFast;  
    public GameObject Trackerskript;  
    public GameObject NaturEnvironment, BüroEnvirontment, Test, Boden;  
    public GameObject CameraRig;  
    public GameObject NaturSpawnpoint, BüroSpawnpoint;  
}
```

ObjectManagement

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.Networking;  
using UnityEngine.Networking.NetworkSystem;  
  
public class ObjectManagement : NetworkBehaviour  
{  
  
    public GameObject ObjectToSaveOptionsTo;  
    public Material[] myMaterials;  
    public Material ObjectsMaterial;  
  
    [SyncVar] public int MaterialNumber;  
    public float SizeX;  
    public float SizeY;  
    public float SizeZ;  
  
    public void Start()  
{  
        myMaterials = Resources.LoadAll<Material>("Materials/");  
        MaterialNumber = -1;  
    }  
  
    public void Update()  
{  
        if (ObjectToSaveOptionsTo == null)  
        {  
            return;  
        }  
        MaterialNumber = -1;  
        ObjectsMaterial = ObjectToSaveOptionsTo.
```

```
GetComponent<Renderer>().sharedMaterial;
for (int i = 0; i < myMaterials.Length; i++)
{
    if(ObjectsMaterial.name == myMaterials[i].name ||
    ObjectsMaterial.name + "" == myMaterials[i].name)
    {
        MaterialNumber = i;
    }
}
SizeX = ObjectToSaveOptionsTo.transform.localScale.x;
SizeY = ObjectToSaveOptionsTo.transform.localScale.y;
SizeZ = ObjectToSaveOptionsTo.transform.localScale.z;
CmdChangeAll(MaterialNumber, ObjectToSaveOptionsTo);
ObjectToSaveOptionsTo = null;
}
[Command]
public void CmdChangeAll(int MaterialNumber, GameObject ObjectToSaveOptionsTo)
{
    RpcChangeAll(MaterialNumber, ObjectToSaveOptionsTo);
}
[ClientRpc]
public void RpcChangeAll(int MaterialNumber, GameObject ObjectToSaveOptionsTo)
{
    if(MaterialNumber != -1)
    {
        ObjectToSaveOptionsTo.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =
        myMaterials[MaterialNumber];
        if (ObjectToSaveOptionsTo.transform.parent != null)
        {
            GameObject Parent = ObjectToSaveOptionsTo.transform.
            parent.gameObject;
            Material[] Materials2 = Parent.gameObject.transform.
            GetComponent<Renderer>().sharedMaterials;
            for (int i2 = 0; i2 < Materials2.Length; i2++)
            {
                Materials2[i2] = myMaterials[MaterialNumber];
            }
            Parent.gameObject.transform.GetComponent
            <Renderer>().sharedMaterials = Materials2;
            Parent.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =
            myMaterials[MaterialNumber];
            Renderer[] Children;
            Children = Parent.GetComponentsInChildren<Renderer>();
            foreach (Renderer obg1 in Children)
            {
                Material[] Materials3 = obg1.GetComponent
                <Renderer>().sharedMaterials;
                for (int i3 = 0; i3 < Materials3.Length; i3++)
                {
                    Materials3[i3] = myMaterials[MaterialNumber];
                }
                obg1.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials =
                Materials3;
                obg1.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =
                myMaterials[MaterialNumber];
            }
        }
        if (ObjectToSaveOptionsTo.transform.childCount > 0)
        {
            Renderer[] Children2;
            Children2 = ObjectToSaveOptionsTo.
            GetComponentsInChildren<Renderer>();
            foreach (Renderer obg2 in Children2)
```

```
        {
            Material[] Materials4 = obg2.
            GetComponent<Renderer>().sharedMaterials;
            for (int i4 = 0; i4 < Materials4.Length; i4++)
            {
                Materials4[i4] = myMaterials[MaterialNumber];
            }
            obg2.GetComponent<Renderer>().sharedMaterials =
            Materials4;
            obg2.GetComponent<Renderer>().sharedMaterial =
            myMaterials[MaterialNumber];
        }
    }
}
```

Object

```
using UnityEngine;
using VRTK;
using System.Collections;
using UnityEngine.Networking;
using MoreTags;

public class Object : NetworkBehaviour
{

    private GameObject player = null;
    public bool onHold;
    public GameObject rightController; //für die Transform
    public GameObject RightController; //Für Funktionen
    [SyncVar(hook = "OnSetScale")] private Vector3 scale;

    void Start()
    {
        ZuweisungController();
        RightController = GameObject.Find("RightController");
        GetComponent<VRTK_InteractableObject>().InteractableObjectGrabbed +=
            new InteractableObjectEventHandler(ObjectGrabbed);
        GetComponent<VRTK_InteractableObject>().InteractableObjectUngrabbed +=
            new InteractableObjectEventHandler(ObjectUngrabbed);
        RightController.GetComponent<VRTK_ControllerEvents>().TouchpadPressed +=
            new ControllerInteractionEventHandler(onHoldClick);
    }

    private void OnSetScale(Vector3 vec)
    {
        this.scale = vec;
        this.transform.localScale = vec;
    }

    private void ObjectGrabbed(object sender, InteractableEventArgs e)
    {
        GameObject[] players = GameObject.FindGameObjectsWithTag("VRLocalPlayer");
        foreach (GameObject p in players)
        {
            if (p.GetComponent<NetworkIdentity>().isLocalPlayer)
            {
                player = p;
            }
        }
    }
}
```

```

        player.GetComponent<MP_PlayerGrab>().ObjectGrabbing = true;
        player.GetComponent<MP_PlayerGrab>().grabbedObjectID =
            this.GetComponent<NetworkIdentity>();
    }

private void ObjectUngrabbed(object sender, InteractableObjectEventArgs e)
{
    player.GetComponent<MP_PlayerGrab>().ObjectGrabbing = false;
}

public void ZuweisungController()
{
    if (GameObject.Find("Controller (right)") != null)
    {
        rightController = GameObject.Find("Controller (right)");
    }
    else
    {
        rightController = GameObject.Find("RightHand");
    }
}

public void onHoldClick (object sender, ControllerInteractionEventArgs e)
{
    if (onHold == true)
    {
        gameObject.GetComponent<Rigidbody>().useGravity = true;
        gameObject.transform.SetParent(null);
    }
}

public void Update()
{
    if(this.gameObject.transform.position.y < 0)
    {
        this.gameObject.transform.position = new Vector3(this.gameObject.
            transform.position.x, 0, this.gameObject.transform.position.z);
        // this.gameObject.transform.rotation.eulerAngles = new Vector3(0,0,0);
    }
}
}

```

ObjectTracker

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using VRTK;
using MoreTags;
using UnityEngine.UI;

public class ObjectTracker : MonoBehaviour
{
    public GameObject Objectthatgothit;
    public string Tag;
    public bool Object;

    void Update()
    {
        RaycastHit hit;
        Vector3 forward = transform.TransformDirection(Vector3.forward) * 10;
        Debug.DrawRay(transform.position, forward, Color.green);

        if (Physics.Raycast (transform.position, (forward), out hit)) {

```

```
        Objectthatgothit = hit.collider.gameObject;
        if (Objectthatgothit.transform.parent != null) {
            Tag = Objectthatgothit.transform.parent.tag;
        }
        if (Objectthatgothit.transform.parent == null) {
            Tag = Objectthatgothit.tag;
        }
    }
    else {
        Objectthatgothit = null;
    }
}
```

ObjectZwischenspeicher

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ObjektZwischenspeicher : MonoBehaviour
{
    public GameObject MenuMaterial;
    public GameObject MenuObjekte;
}
```

RenameObj

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;
using MoreTags;
using System.Text.RegularExpressions;

public class renameObj : NetworkBehaviour
{
    public float originalX, originalY, originalZ;
    public float currentX, currentY, currentZ;
    public float currentX2, currentY2, currentZ2;

    void Start()
    {
        currentX = this.gameObject.transform.localScale.x;
        currentY = this.gameObject.transform.localScale.y;
        currentZ = this.gameObject.transform.localScale.z;
        currentX2 = this.gameObject.transform.localScale.x;
        currentY2 = this.gameObject.transform.localScale.y;
        currentZ2 = this.gameObject.transform.localScale.z;
        originalX = this.transform.localScale.x;
        originalY = this.transform.localScale.y;
        originalZ = this.transform.localScale.z;
        Cmdrename ();
    }

    public void UpdateScaleX(float SizeX)
    {
        CmdUpdateScaleX(SizeX);
    }
}
```

```
[Command]
public void CmdUpdateScaleX(float SizeX1)
{
    RpcUpdateScaleX(SizeX1);
}
[ClientRpc]
public void RpcUpdateScaleX(float SizeX2)
{
    this.gameObject.transform.localScale = new Vector3(currentX * SizeX2,
    this.gameObject.transform.localScale.y, this.gameObject.transform.
    localScale.z);
    currentX2 = this.gameObject.transform.localScale.x;
    currentY2 = this.gameObject.transform.localScale.y;
    currentZ2 = this.gameObject.transform.localScale.z;
}

public void UpdateScaleY(float SizeY)
{
    CmdUpdateScaleY(SizeY);
}
[Command]
public void CmdUpdateScaleY(float SizeY1)
{
    RpcUpdateScaleY(SizeY1);
}
[ClientRpc]
public void RpcUpdateScaleY(float SizeY2)
{
    this.gameObject.transform.localScale = new Vector3(this.gameObject.
    transform.localScale.x, currentY * SizeY2, this.gameObject.transform.
    localScale.z);
    currentX2 = this.gameObject.transform.localScale.x;
    currentY2 = this.gameObject.transform.localScale.y;
    currentZ2 = this.gameObject.transform.localScale.z;
}

public void UpdateScaleZ(float SizeZ)
{
    CmdUpdateScaleZ(SizeZ);
}
[Command]
public void CmdUpdateScaleZ(float SizeZ1)
{
    RpcUpdateScaleZ(SizeZ1);
}
[ClientRpc]
public void RpcUpdateScaleZ(float SizeZ2)
{
    this.gameObject.transform.localScale = new Vector3(this.gameObject.
    transform.localScale.x, this.gameObject.transform.localScale.y,
    currentZ * SizeZ2);
    currentX2 = this.gameObject.transform.localScale.x;
    currentY2 = this.gameObject.transform.localScale.y;
    currentZ2 = this.gameObject.transform.localScale.z;
}

public void UpdateScaleXYZ(float SizeXYZ)
{
    CmdUpdateScaleXYZ(SizeXYZ);
}
[Command]
public void CmdUpdateScaleXYZ(float SizeXYZ1)
{
    RpcUpdateScaleXYZ(SizeXYZ1);
```

```
        }
        [ClientRpc]
        public void RpcUpdateScaleXYZ(float SizeXYZ2)
        {
            this.gameObject.transform.localScale = new Vector3(currentX* SizeXYZ2,
            currentY* SizeXYZ2, currentZ* SizeXYZ2);
            currentX = this.gameObject.transform.localScale.x;
            currentY = this.gameObject.transform.localScale.y;
            currentZ = this.gameObject.transform.localScale.z;
        }
        [Command]
        public void CmdOriginalScale()
        {
            RpcOriginalScale();
        }
        [ClientRpc]
        public void RpcOriginalScale()
        {
            this.transform.localScale = new Vector3 (originalX,originalY,originalZ);
        }
        [Command]
        void Cmdrename()
        {
            Rpcrename ();
        }
        [ClientRpc]
        void Rpcrename()
        {
            if (this.gameObject.tag == "Sketch")
            {
                return;
            }
            var output = Regex.Replace(this.gameObject.name, @"\d-", string.Empty);
            this.gameObject.GetComponent<Tags>().gameObject.AddTag("Destroyable123",
            output);
            this.name = "" + this.name + GetComponent<NetworkIdentity>().netId;
            this.gameObject.AddTag ("ChangeMat");
        }
    }
}
```

RenameSketch

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;
using MoreTags;

public class renamesketch : NetworkBehaviour
{

    void Start()
    {
        Cmdrename ();
    }
    [Command]
    void Cmdrename()
    {
        Rpcrename ();
    }
    [ClientRpc]
    void Rpcrename()
    {
```

```
        this.name = "" + this.name + GetComponent<NetworkIdentity> ().netId;
        this.gameObject.AddTag ("Sketch");
    }
}
```

SavePosition

```
using System;
using System.Runtime.Serialization.Formatters.Binary;

[System.Serializable]

public class SaveAmpountImprovedSketches
{
    public int AmountImprovedSketches;
    public int AmoutOfPositions;
    public float positionX;
    public float positionY;
    public float positionZ;
    public int MatImprovedSketch;
    public float WidthImprovedSketch;
}

public class SavePosition
{
    public float x;
    public float y;
    public float z;
}

public class SaveRotation
{
    public float rx;
    public float ry;
    public float rz;
    public float w;
}

public class SaveScale
{
    public float sx;
    public float sy;
    public float sz;
}

public class SaveMat
{
    public string ix;
}

public class SaveAmount
{
    public int iamount;
}

public class SaveSkybox
{
    public int isky;
}

public class SaveGround
```

```
{  
    public int igrund;  
}  
  
public class SaveVelocity  
{  
    public float vx;  
    public float vy;  
    public float vz;  
}  
  
public class SaveFreeze  
{  
    public bool fp;  
}  
  
public class SaveSitzung  
{  
    public int SitzungX;  
}  
  
public class SaveAudio  
{  
    public int iAudio;  
}  
  
public class SaveWorldAudio  
{  
    public int iAudioWorld;  
}
```

SceneManagement

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.Networking;  
  
public class SceneManagement : NetworkBehaviour  
{  
    public GameObject[] Players;  
    public GameObject Player1, Player2, Player3, Player4, Player5, Player6, Player7,  
        Player8;  
  
    public GameObject Player1Body, Player2Body, Player3Body, Player4Body, Player5Body,  
        Player6Body, Player7Body, Player8Body;  
    public GameObject Player1LeftController, Player2LeftController,  
        Player3LeftController, Player4LeftController, Player5LeftController,  
        Player6LeftController, Player7LeftController, Player8LeftController;  
    public GameObject Player1RightController, Player2RightController,  
        Player3RightController, Player4RightController, Player5RightController,  
        Player6RightController, Player7RightController, Player8RightController;  
  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged1")] public string Player1Name;  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged2")] public string Player2Name;  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged3")] public string Player3Name;  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged4")] public string Player4Name;  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged5")] public string Player5Name;  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged6")] public string Player6Name;  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged7")] public string Player7Name;  
    [SyncVar(hook = "OnNameChanged8")] public string Player8Name;
```

```
public Material Player1Colour;
public Material Player2Colour;
public Material Player3Colour;
public Material Player4Colour;
public Material Player5Colour;
public Material Player6Colour;
public Material Player7Colour;
public Material Player8Colour;

public Material red, blue, green, gray;

public GameObject localp, rechteHand, AudioBox;

[SyncVar(hook = "OnColourChanged1")] public int Color1;
[SyncVar(hook = "OnColourChanged2")] public int Color2;
[SyncVar(hook = "OnColourChanged3")] public int Color3;
[SyncVar(hook = "OnColourChanged4")] public int Color4;
[SyncVar(hook = "OnColourChanged5")] public int Color5;
[SyncVar(hook = "OnColourChanged6")] public int Color6;
[SyncVar(hook = "OnColourChanged7")] public int Color7;
[SyncVar(hook = "OnColourChanged8")] public int Color8;

[Command]
public void CmdUpdateAllPlayer()
{
    RpcUpdateAllPlayer();
}

void OnNameChanged1(string value)
{
    Player1Name = value;
    GameObject.Find("/") + Player1.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
        GetComponent<TextMesh>().text = Player1Name;
}
void OnNameChanged2(string value)
{
    Player2Name = value;
    GameObject.Find("/") + Player2.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
        GetComponent<TextMesh>().text = Player2Name;
}
void OnNameChanged3(string value)
{
    Player3Name = value;
    GameObject.Find("/") + Player3.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
        GetComponent<TextMesh>().text = Player3Name;
}
void OnNameChanged4(string value)
{
    Player4Name = value;
    GameObject.Find("/") + Player4.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
        GetComponent<TextMesh>().text = Player4Name;
}
void OnNameChanged5(string value)
{
    Player5Name = value;
    GameObject.Find("/") + Player5.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
        GetComponent<TextMesh>().text = Player5Name;
}
void OnNameChanged6(string value)
{
    Player6Name = value;
    GameObject.Find("/") + Player6.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
        GetComponent<TextMesh>().text = Player6Name;
```

```
        }
        void OnNameChanged7(string value)
        {
            Player7Name = value;
            GameObject.Find("/") + Player7.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
            GetComponent<TextMesh>().text = Player7Name;
        }
        void OnNameChanged8(string value)
        {
            Player8Name = value;
            GameObject.Find("/") + Player8.name + "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").
            GetComponent<TextMesh>().text = Player8Name;
        }

        void OnColourChanged1(int value)
        {
            if (value == 1)
            {
                Player1Colour = red;
            }
            else if (value == 2)
            {
                Player1Colour = blue;
            }
            else if (value == 3)
            {
                Player1Colour = green;
            }
            else
            {
                Player1Colour = gray;
            }

            Player1Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player1Colour;
            Player1LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player1Colour;
            Player1RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player1Colour;
        }

        void OnColourChanged2(int value)
        {
            if (value == 1)
            {
                Player2Colour = red;
            }
            else if (value == 2)
            {
                Player2Colour = blue;
            }
            else if (value == 3)
            {
                Player2Colour = green;
            }
            else
            {
                Player2Colour = gray;
            }

            Player2Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player2Colour;
            Player2LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player2Colour;
            Player2RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player2Colour;
        }

        void OnColourChanged3(int value)
```

```
{  
    if (value == 1)  
    {  
        Player3Colour = red;  
    }  
    else if (value == 2)  
    {  
        Player3Colour = blue;  
    }  
    else if (value == 3)  
    {  
        Player3Colour = green;  
    }  
    else  
    {  
        Player3Colour = gray;  
    }  
  
    Player3Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player3Colour;  
    Player3LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player3Colour;  
    Player3RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player3Colour;  
}  
  
void OnColourChanged4(int value)  
{  
    if (value == 1)  
    {  
        Player4Colour = red;  
    }  
    else if (value == 2)  
    {  
        Player4Colour = blue;  
    }  
    else if (value == 3)  
    {  
        Player4Colour = green;  
    }  
    else  
    {  
        Player4Colour = gray;  
    }  
  
    Player4Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player4Colour;  
    Player4LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player4Colour;  
    Player4RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player4Colour;  
}  
  
void OnColourChanged5(int value)  
{  
    if (value == 1)  
    {  
        Player5Colour = red;  
    }  
    else if (value == 2)  
    {  
        Player5Colour = blue;  
    }  
    else if (value == 3)  
    {  
        Player5Colour = green;  
    }  
    else  
    {  
        Player5Colour = gray;  
    }  
}
```

```
}

Player5Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player5Colour;
Player5LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player5Colour;
Player5RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player5Colour;
}

void OnColourChanged6(int value)
{
    if (value == 1)
    {
        Player6Colour = red;
    }
    else if (value == 2)
    {
        Player6Colour = blue;
    }
    else if (value == 3)
    {
        Player6Colour = green;
    }
    else
    {
        Player6Colour = gray;
    }

Player6Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player6Colour;
Player6LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player6Colour;
Player6RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player6Colour;
}

void OnColourChanged7(int value)
{
    if (value == 1)
    {
        Player7Colour = red;
    }
    else if (value == 2)
    {
        Player7Colour = blue;
    }
    else if (value == 3)
    {
        Player7Colour = green;
    }
    else
    {
        Player7Colour = gray;
    }

Player7Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player7Colour;
Player7LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player7Colour;
Player7RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player7Colour;
}

void OnColourChanged8(int value)
{
    if (value == 1)
    {
        Player8Colour = red;
    }
    else if (value == 2)
    {
        Player8Colour = blue;
```

```
        }
        else if (value == 3)
        {
            Player8Colour = green;
        }
        else
        {
            Player8Colour = gray;
        }

        Player8Body.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player8Colour;
        Player8LeftController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player8Colour;
        Player8RightController.GetComponent<MeshRenderer>().material = Player8Colour;
    }

    [ClientRpc]
    public void RpcUpdateAllPlayer()
    {
        Players = GameObject.FindGameObjectsWithTag("VRLocalPlayer");

        if(Players.Length > 0)
        {
            Player1 = Players[0];
        }
        if(Players.Length > 1)
        {
            Player2 = Players[1];
        }
        if (Players.Length > 2)
        {
            Player3 = Players[2];
        }
        if (Players.Length > 3)
        {
            Player4 = Players[3];
        }
        if (Players.Length > 4)
        {
            Player5 = Players[4];
        }
        if (Players.Length > 5)
        {
            Player6 = Players[5];
        }
        if (Players.Length > 6)
        {
            Player7 = Players[6];
        }
        if (Players.Length > 7)
        {
            Player8 = Players[7];
        }

        if (Player1 != null)
        {
            Player1Body = GameObject.Find("//" + Player1.name + "/Head");
            Player1LeftController = GameObject.Find("//" + Player1.name +
                "/LinkeHand");
            Player1RightController = GameObject.Find("//" + Player1.name +
                "/RechteHand");
            Player1Name = GameObject.Find("//" + Player1.name +
                "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
            Player1Colour = GameObject.Find("//" + Player1.name +
```

```
"/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

    if (Player1Colour.name == red.name)
    {
        Color1 = 1;
    }
    else if (Player1Colour.name == blue.name)
    {
        Color1 = 2;
    }
    else if (Player1Colour.name == green.name)
    {
        Color1 = 3;
    }
}

if (Player2 != null)
{
    Player2Body = GameObject.Find("//" + Player2.name + "/Head");
    Player2LeftController = GameObject.Find("//" + Player2.name +
        "/LinkeHand");
    Player2RightController = GameObject.Find("//" + Player2.name +
        "/RechteHand");
    Player2Name = GameObject.Find("//" + Player2.name +
        "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
    Player2Colour = GameObject.Find("//" + Player2.name +
        "/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

    if (Player2Colour.name == red.name)
    {
        Color2 = 1;
    }
    else if (Player2Colour.name == blue.name)
    {
        Color2 = 2;
    }
    else if (Player2Colour.name == green.name)
    {
        Color2 = 3;
    }
}

if (Player3 != null)
{
    Player3Body = GameObject.Find("//" + Player3.name + "/Head");
    Player3LeftController = GameObject.Find("//" + Player3.name +
        "/LinkeHand");
    Player3RightController = GameObject.Find("//" + Player3.name +
        "/RechteHand");
    Player3Name = GameObject.Find("//" + Player3.name +
        "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
    Player3Colour = GameObject.Find("//" + Player3.name +
        "/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

    if (Player3Colour.name == red.name)
    {
        Color3 = 1;
    }
    else if (Player3Colour.name == blue.name)
    {
        Color3 = 2;
    }
    else if (Player3Colour.name == green.name)
    {
```

```
        Color3 = 3;
    }

    if (Player4 != null)
    {
        Player4Body = GameObject.Find("//" + Player4.name + "/Head");
        Player4LeftController = GameObject.Find("//" + Player4.name +
            "/LinkeHand");
        Player4RightController = GameObject.Find("//" + Player4.name +
            "/RechteHand");
        Player4Name = GameObject.Find("//" + Player4.name +
            "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
        Player4Colour = GameObject.Find("//" + Player4.name +
            "/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

        if (Player4Colour.name == red.name)
        {
            Color4 = 1;
        }
        else if (Player4Colour.name == blue.name)
        {
            Color4 = 2;
        }
        else if (Player4Colour.name == green.name)
        {
            Color4 = 3;
        }
    }

    if (Player5 != null)
    {
        Player5Body = GameObject.Find("//" + Player5.name + "/Head");
        Player5LeftController = GameObject.Find("//" + Player5.name +
            "/LinkeHand");
        Player5RightController = GameObject.Find("//" + Player5.name +
            "/RechteHand");
        Player5Name = GameObject.Find("//" + Player5.name +
            "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
        Player5Colour = GameObject.Find("//" + Player5.name +
            "/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

        if (Player5Colour.name == red.name)
        {
            Color5 = 1;
        }
        else if (Player5Colour.name == blue.name)
        {
            Color5 = 2;
        }
        else if (Player5Colour.name == green.name)
        {
            Color5 = 3;
        }
    }

    if (Player6 != null)
    {
        Player6Body = GameObject.Find("//" + Player6.name + "/Head");
        Player6LeftController = GameObject.Find("//" + Player6.name +
            "/LinkeHand");
        Player6RightController = GameObject.Find("//" + Player6.name +
            "/RechteHand");
        Player6Name = GameObject.Find("//" + Player6.name +
```

```
    "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
Player6Colour = GameObject.Find("/") + Player6.name +
    "/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

    if (Player6Colour.name == red.name)
    {
        Color6 = 1;
    }
    else if (Player6Colour.name == blue.name)
    {
        Color6 = 2;
    }
    else if (Player6Colour.name == green.name)
    {
        Color6 = 3;
    }
}

if (Player7 != null)
{
    Player7Body = GameObject.Find("/") + Player7.name + "/Head");
    Player7LeftController = GameObject.Find("/") + Player7.name +
        "/LinkeHand");
    Player7RightController = GameObject.Find("/") + Player7.name +
        "/RechteHand");
    Player7Name = GameObject.Find("/") + Player7.name +
        "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
    Player7Colour = GameObject.Find("/") + Player7.name +
        "/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

    if (Player7Colour.name == red.name)
    {
        Color7 = 1;
    }
    else if (Player7Colour.name == blue.name)
    {
        Color7 = 2;
    }
    else if (Player7Colour.name == green.name)
    {
        Color7 = 3;
    }
}

if (Player8 != null)
{
    Player8Body = GameObject.Find("/") + Player8.name + "/Head");
    Player8LeftController = GameObject.Find("/") + Player8.name +
        "/LinkeHand");
    Player8RightController = GameObject.Find("/") + Player8.name +
        "/RechteHand");
    Player8Name = GameObject.Find("/") + Player8.name +
        "/PlaceHolderName/PlayerNameSpace/").GetComponent<TextMesh>().text;
    Player8Colour = GameObject.Find("/") + Player8.name +
        "/Head/").GetComponent<MeshRenderer>().material;

    if (Player8Colour.name == red.name)
    {
        Color8 = 1;
    }
    else if (Player8Colour.name == blue.name)
    {
        Color8 = 2;
    }
}
```

```
        else if (Player8Colour.name == green.name)
        {
            Color8 = 3;
        }
    }
}
```

ScreenshotHandler

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ScreenshotHandler : MonoBehaviour
{
    private static ScreenshotHandler instance;
    private int a, b;
    private Camera myCamera;
    private bool takeScreenshotOnNextFrame;

    public void Start()
    {
        string Sg = PlayerPrefs.GetString("Sitzung");
        SaveSitzung sitzu = JsonUtility.FromJson<SaveSitzung>(Sg);
        a = sitzu.SitzungX;
        a = a + 1;
        SaveSitzung Sitz = new SaveSitzung();
        Sitz.SitzungX = a;
        string json = JsonUtility.ToJson(Sitz);
        PlayerPrefs.SetString("Sitzung", json);
    }

    public void SetBack()
    {
        SaveSitzung Sitz = new SaveSitzung();
        Sitz.SitzungX = 0;
        string json = JsonUtility.ToJson(Sitz);
        PlayerPrefs.SetString("Sitzung", json);
    }

    private void Awake()
    {
        instance = this;
        myCamera = gameObject.GetComponent<Camera>(); // hinterlegt die Camera von welcher der Screenshot ausgemacht werden soll
    }

    private void OnPostRender()
    {
        if (takeScreenshotOnNextFrame)
        {
            takeScreenshotOnNextFrame = false;
            RenderTexture renderTexture = myCamera.targetTexture;
            // Screenshotgröße gleich Größe der Kamera (Pixels)
            Texture2D renderResult = new Texture2D(renderTexture.width/2, renderTexture.height, TextureFormat.ARGB32, false); // legt Größe des Screenshots fest (Pixels)
            Rect rect = new Rect(0, 0, renderTexture.width, renderTexture.height);
            renderResult.ReadPixels(rect, 0, 0);
            byte[] byteArray = renderResult.EncodeToPNG();
            // Damit der Screenshot als PNG gespeichert wird
        }
    }
}
```

```
// System.IO.File.WriteAllBytes(Application.dataPath + "/Resources/Documentation/Screenshots/" + "CameraScreenshot" + a + "." + b + ".png", byteArray);      // legt fest wo der Screenshot gespeichert wird
        System.IO.File.WriteAllBytes("Screenshots/" + a + "." + b +
            ".png", byteArray);      // legt fest wo der Screenshot gespeichert wird
    Desktop
        Debug.Log("Saved CameraScreenshot" + a + "." + b + ".png to /Desktop/");
        b = b + 1;
        myCamera.targetTexture = null;
    }
}

private void TakeScreenshot (int width, int height)
{
    myCamera.targetTexture = RenderTexture.GetTemporary(width, height, 16);
    takeScreenshotOnNextFrame = true;
}

public static void TakeScreenshot_Static(int width, int height)
{
    if (instance != null)
    {
        instance.TakeScreenshot(width, height);
    }
}

}
```

SideMenuManager

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class SideMenuManager : MonoBehaviour
{

    public GameObject[] LeftMenu1, LeftMenu2;

    void Start ()
    {
        for (int i = 0; i < LeftMenu1.Length; i++)
        {
            LeftMenu1[i].SetActive(false);
        }
        for (int i = 0; i < LeftMenu2.Length; i++)
        {
            LeftMenu2[i].SetActive(false);
        }
    }

    public void onClickLeftMenu1 ()
    {
        for (int i = 0; i < LeftMenu1.Length; i++)
        {
            LeftMenu1[i].SetActive(false);
        }
    }

    public void onClickLeftMenu2()
    {
        for (int i = 0; i < LeftMenu2.Length; i++)
        {
```

```
        LeftMenu2[i].SetActive(false);
    }
}
}
```

Simulate

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;
using WindowsInput;

public class Simulate : MonoBehaviour
{
    InputSimulator IS;

    // Use this for initialization
    void Start()
    {
        IS = new InputSimulator();
    }

    public void ButtonPress()
    {
        Debug.Log("Start Taking a Video");
        IS.Keyboard.KeyPress(WindowsInput.Native.VirtualKeyCode.SPACE);
    }
}
```

Stopuhr

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class Stopuhr : MonoBehaviour
{

    private float Zeit, Timer, ZeitTimer;
    private float Zeitintervall;
    private bool StaStop, StaTimer;
    public GameObject Stpouhrausgabe;
    public GameObject TimerAusgabe;
    public GameObject Timerfeld;

    void Start()
    {
        Timer = 3f;
        Timerfeld.GetComponent<Text>().text = "3 min";
        Zeit = 0;
        Stpouhrausgabe.GetComponent<Text>().text = "Stopuhr: \n" + "00 min \n" +
        "00 sec";
        Zeitintervall = 1f;
    }

    public void StartStopuhr()
```

```
{  
    Zeit = 0;  
    StaStop = true;  
}  
  
public void ResetStopuhr()  
{  
    Zeit = 0;  
}  
  
public void StopStopuhr()  
{  
    StaStop = false;  
}  
  
public void ContinueStopuhr()  
{  
    StaStop = true;  
}  
  
public void BackToZero()  
{  
    Zeit = 0f;  
    Stpouhrausgabe.GetComponent<Text>().text = "Stopuhr: \n" + "00 min \n" +  
    "00 sec " ;  
}  
  
void Update()  
{  
    if (StaStop == true)  
    {  
        Zeit += Zeitintervall * Time.deltaTime;  
        int min = Mathf.FloorToInt(Zeit / 60);  
        int sec = Mathf.FloorToInt(Zeit % 60);  
        Stpouhrausgabe.GetComponent<Text>().text = "Stopuhr: \n" +  
            min.ToString("00") + " min \n" + sec.ToString("00") + " sec";  
    }  
    if (StaTimer == true)  
    {  
        ZeitTimer -= Zeitintervall * Time.deltaTime;  
        int min = Mathf.FloorToInt(ZeitTimer / 60);  
        int sec = Mathf.FloorToInt(ZeitTimer % 60);  
        TimerAusgabe.GetComponent<Text>().text = "Timer: \n" + min.ToString("00")  
            + " min \n" + sec.ToString("00") + " sec";  
        if (ZeitTimer <= 0)  
        {  
            StaTimer = false;  
            TimerAusgabe.GetComponent<Text>().text = "Timer: \n" + "00 min \n" +  
            "00 sec";  
        }  
    }  
    if (StaTimer == false)  
    {  
        TimerAusgabe.GetComponent<Text>().text = "Timer: \n" + Timer + " min \n" +  
            "00 sec";  
    }  
}  
  
public void TimerPlus()  
{  
    Timer = Timer + 1.0f;  
    Timerfeld.GetComponent<Text>().text = Timer + " min";  
}
```

```
public void TimerMinus()
{
    Timer = Timer - 1.0f;
    if (Timer == 0)
    {
        Timer = 1;
    }
    Timerfeld.GetComponent<Text>().text = Timer + " min";
}

public void StartTimer()
{
    ZeitTimer = Timer * 60;
    StaTimer = true;
}
}
```

Tastatur

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Networking;
using UnityEngine.UI;

public class Tastatur : NetworkBehaviour {

    public GameObject Head, RightArm, LeftArm;
    public Material[] scolor;
    public int icolor;

    public GameObject Text_NameSpace;
    public GameObject MenuAvatarSelection;

    public Button key1, key2, key3, key4, key5, key6, key7, key8, key9, key0;
    public Button keyq, keyw, keye, keyr, keyt, keyz, keyu, keyi, keyo, keyp, keyü;
    public Button keya, keys, keyd, keyf, keyg, keyh, keyj, keyk, keyl, keyö, keyä;
    public Button keyy, keyx, keyc, keyv, keyb, keyn, keym, keyspace;
    public Button Backspace, ShiftButton, CapsButton, Submit;
    public Button keygreen, keyred, keyblue;

    public GameObject PlayerNameSpace;

    public GameObject SceneManagementObject;

    void OnPlayerConnected(NetworkPlayer Player)
    {
        KeyHitSubmit();
    }

    private bool Shift = false;
    private bool Caps = false;

    void Start () {

        if (!isLocalPlayer)
        {
            return;
        }

        SceneManagementObject = GameObject.Find("SceneManagement");
    }
}
```

```
Submit.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.  
UnityAction) this.KeyHitSubmit);  
key1.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit1);  
key2.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit2);  
key3.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit3);  
key4.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit4);  
key5.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit5);  
key6.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit6);  
key7.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit7);  
key8.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit8);  
key9.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit9);  
key0.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHit0);  
keyspace.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.  
UnityAction) this.KeyHitspace);  
  
keyq.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitq);  
keyw.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitw);  
keye.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHite);  
keyr.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitr);  
keyt.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitt);  
keyz.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitz);  
keyu.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitu);  
keyi.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHiti);  
keyo.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHito);  
keyp.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitp);  
  
keyü.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitü);  
  
keya.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHita);  
keys.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHits);  
keyd.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitd);  
keyf.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitf);  
keyg.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitg);  
keyh.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHith);  
keyj.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitj);  
keyk.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitk);  
keyl.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitl);  
keyö.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitö);  
keyä.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitä);  
  
keyy.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHity);  
keyx.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitx);  
keyc.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitc);  
keyv.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitv);  
keyb.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitb);  
keyn.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitn);  
keym.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.KeyHitm);  
  
Backspace.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.  
UnityAction) this.KeyHitBackSpace);  
  
ShiftButton.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.  
UnityAction) this.KeyHitShift);  
  
CapsButton.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAc-  
tion) this.KeyHitCaps);  
  
keyblue.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.  
KeyHitBlue);  
keygreen.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.UnityAction) this.  
KeyHitGreen);
```

```
keyred.onClick.AddListener((UnityEngine.Events.  
UnityAction)this.KeyHitRed);  
  
    MenuAvatarSelection.SetActive(false);  
  
}  
  
public void KeyHit1()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "1";  
}  
public void KeyHit2()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "2";  
}  
public void KeyHit3()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "3";  
}  
public void KeyHit4()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "4";  
}  
public void KeyHit5()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "5";  
}  
public void KeyHit6()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "6";  
}  
public void KeyHit7()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "7";  
}  
public void KeyHit8()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "8";  
}  
public void KeyHit9()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "9";  
}  
public void KeyHit0()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + "0";  
}  
  
public void KeyHitspace()  
{  
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
    GetComponent<Text>().text + " ";  
}
```

```
public void KeyHitq()
{
    if(Caps == false && Shift == false)
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "q";
    }
    else
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "Q";
    }
}

Caps = false;
}
public void KeyHitw()
{
    if (Caps == false && Shift == false)
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "w";
    }
    else
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "W";
    }
    Caps = false;
}
public void KeyHite()
{
    if (Caps == false && Shift == false)
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "e";
    }
    else
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "E";
    }
    Caps = false;
}
public void KeyHitr()
{
    if (Caps == false && Shift == false)
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "r";
    }
    else
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "R";
    }
    Caps = false;
}
public void KeyHitt()
{
    if (Caps == false && Shift == false)
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "t";
    }
}
```

```
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "T";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitz()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "z";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "Z";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitu()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "u";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "U";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHiti()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "i";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "I";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHito()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "o";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "O";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitp()
```

```
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "p";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "P";  
    }  
    Caps = false;  
}  
public void KeyHitü()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "ü";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "Ü";  
    }  
    Caps = false;  
}  
  
public void KeyHita()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "a";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "A";  
    }  
    Caps = false;  
}  
public void KeyHits()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "s";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "S";  
    }  
    Caps = false;  
}  
public void KeyHitd()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "d";  
    }  
    else
```

```
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "D";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitf()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "f";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "F";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitg()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "g";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "G";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHith()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "h";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "H";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitj()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "j";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "J";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitk()
```

```
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "k";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "K";  
    }  
    Caps = false;  
}  
public void KeyHitl()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "l";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "L";  
    }  
    Caps = false;  
}  
public void KeyHitö()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "ö";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "Ö";  
    }  
    Caps = false;  
}  
public void KeyHitä()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "ä";  
    }  
    else  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "Ä";  
    }  
    Caps = false;  
}  
public void KeyHity()  
{  
    if (Caps == false && Shift == false)  
    {  
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.  
        GetComponent<Text>().text + "y";  
    }  
    else
```

```
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "Y";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitx()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "x";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "X";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitc()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "c";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "C";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitv()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "v";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "V";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitb()
    {
        if (Caps == false && Shift == false)
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "b";
        }
        else
        {
            Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
            GetComponent<Text>().text + "B";
        }
        Caps = false;
    }
    public void KeyHitn()
    {
```

```
if (Caps == false && Shift == false)
{
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
    GetComponent<Text>().text + "n";
}
else
{
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
    GetComponent<Text>().text + "N";
}
Caps = false;
}
public void KeyHitm()
{
    if (Caps == false && Shift == false)
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "m";
    }
    else
    {
        Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = Text_NameSpace.
        GetComponent<Text>().text + "M";
    }
    Caps = false;
}

public void KeyHitBackSpace()
{
    string s = Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text;
    if (s.Length == 0)
    {
        return;
    }
    s = s.Remove(s.Length - 1);
    Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text = s;
}

public void KeyHitShift()
{
    Caps = !Caps;
}

public void KeyHitCaps()
{
    Shift = !Shift;
}

public void KeyHitSubmit()
{
    PlayerNameSpace.GetComponent<TextMesh>().text = Text_NameSpace.
    GetComponent<Text>().text;

    string pnametext=Text_NameSpace.GetComponent<Text>().text;
    string pname = SceneManagementObject.GetComponent<SceneManagement>().
    localp.name;
    CmdSubmit (pnametext,pname,icolor);

    SceneManagementObject.GetComponent<SceneManagement>().
    CmdUpdateAllPlayer();
}

public void KeyHitBlue()
```

```
{  
    icolor=0;  
}  
  
public void KeyHitGreen()  
{  
    icolor=1;  
}  
  
public void KeyHitRed()  
{  
    icolor=2  
}  
  
[Command]  
public void CmdSubmit(string pnametext, string pname, int icolor)  
{  
    RpcSubmit (pnametext, pname, icolor);  
}  
[ClientRpc]  
public void RpcSubmit(string pnametext, string pname, int icolor)  
{  
    GameObject pplayer = GameObject.Find (pname);  
    pplayer.GetComponent<Tastatur>().PlayerNameSpace.gameObject.GetComponent<TextMesh>().text = pnametext;  
    pplayer.transform.Find("Head").gameObject.GetComponent<MeshRenderer>().material=scolor[icolor];  
    pplayer.transform.Find("RechteHand").gameObject.GetComponent<MeshRenderer>().material = scolor[icolor];  
    pplayer.transform.Find("LinkeHand").gameObject.GetComponent<MeshRenderer>().material = scolor[icolor];  
    return;  
}  
}  
}
```

WayPointFollower

```
using System.Collections;  
using System.Collections.Generic;  
using UnityEngine;  
using UnityEngine.Networking;  
  
public class WayPointFollower : NetworkBehaviour  
{  
  
    public List<Vector3> WayPoints = new List<Vector3>();  
    public int currentWayPoint = 0;  
    Transform targetWayPoint;  
    public float speed = 4f;  
    public bool WayPointFollwerAktive;  
    public GameObject emptyPrefab;  
  
    void Update()  
    {  
        if (WayPointFollwerAktive != true)  
        {  
            return;  
        }  
        if (currentWayPoint < this.WayPoints.Count)  
        {  
            GameObject TempPre = Instantiate(emptyPrefab,  
                new Vector3(WayPoints[currentWayPoint].x, WayPoints[currentWayPoint].y, WayPoints[currentWayPoint].z));  
            targetWayPoint = TempPre.transform;  
        }  
        else  
        {  
            targetWayPoint = null;  
        }  
        transform.position = Vector3.MoveTowards(transform.position, targetWayPoint.position, speed);  
    }  
}
```

```

        y - 1, WayPoints[currentWayPoint].z), Quaternion.identity);
        if (targetWayPoint == null)
            targetWayPoint = TempPre.transform;
        walk(TempPre);
    }
}

void walk(GameObject TempPre)
{
    transform.forward = Vector3.RotateTowards(transform.forward,
        targetWayPoint.position - transform.position, speed, 0.0f);
    transform.position = Vector3.MoveTowards(transform.position,
        targetWayPoint.position, speed);
    if (transform.position == targetWayPoint.position)
    {
        currentWayPoint++;
        targetWayPoint = TempPre.transform;
    }
    Destroy(TempPre);
}
}

```

ZwischenspeicherNetzwerk

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ZischenspeicherNetzwerk : MonoBehaviour
{
    public int Port;
    public string Address;
}

```

ZurückButton

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ZurückButton : MonoBehaviour
{
    public GameObject ParentMenu;
    public GameObject FindObjet, Scenemanagement;
    public string StringOfMenu;

    public void Start()
    {
        Scenemanagement = GameObject.Find("SceneManagement");
        FindObjet = Scenemanagement.GetComponent<SceneManagement>().localp;
    }

    public void onClick()
    {
        Destroy(ParentMenu);
        GameObject Menu = FindObjet.GetComponent<ObjektZwischenspeicher>().
            MenuMaterial;
        Menu.SetActive(true);
    }
}

```

```
}

public void onClick2()
{
    Destroy(ParentMenu);
    GameObject Menu2 = FindObjet.GetComponent<ObjektZwischenspeicher>().
        MenuObjekte;
    Menu2.SetActive(true);
}

}
```

ZwischenspeicherImprovedSketches

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class ZwischenspeicherImprovedSketches : MonoBehaviour
{

    public List<Vector3> WayPoints = new List<Vector3>();

    // Update is called once per frame
    void Update () {
    }

}
```

A3 Validierungsfragebögen

A3.1 Fragebogen vor der Durchführung des Kreativitätsworkshops

HEINZ NIXDORF INSTITUT UNIVERSITÄT PADERBORN

Bitte lesen Sie die folgenden Aussagen vor der Bearbeitung des Fragebogens

Der vorliegende Fragebogen beschäftigt sich mit der durchgeführten Kreativitätsmethode "Reizumgebungsmethode", die durch die Virtual Reality basierte Applikation "Virtual Creativity" unterstützt wird. Wir möchten gerne an Ihren Erfahrungen mit dieser Methode zur Verbesserung dieser teilhaben. Die Fragebögen sind vollständig anonymisiert. Nur Forscher der Universität Paderborn, die an strenge Datenschutzbestimmungen gebunden sind, greifen auf die Daten zu, die Sie auf den folgenden 5 Seiten eingeben. Falls Sie am Ende der Umfrage Ihre E-Mail-Adresse angeben, wird diese separat gespeichert. Die einzelnen Antworten dienen ausschließlich zur Erstellung statistischer Daten und Ableitung von Schlussfolgerungen.

Falls Sie weitere Fragen haben, zögern Sie nicht diese zu stellen:

Patrick Taplick, M.Sc.

Patrick.taplick@hni.upb.de

(+49) 5251 60 6265

Rollenbeschreibung

Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"? *

- Entwicklungsingenieur
- Validierungsingenieur
- Methodeningenieur

Alter *

- Unter 18 Jahren
- 18 bis 21 Jahren
- 22 bis 25 Jahren
- 26 bis 29 Jahren
- 30 bis 33 Jahren
- Über 33 Jahren

Studium: *

- Bachelor Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Maschinenbau
- Master Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Maschinenbau
- Bachelor Maschinenbau
- Master Maschinenbau
- Bachelor Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Elektrotechnik
- Master Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Elektrotechnik
- Bachelor Elektrotechnik
- Master Elektrotechnik
- Sonstiges: _____

Gesamtsemester *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- mehr

Geschlecht: *

- Weiblich
- Männlich

Erfahrung mit Kreativität

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit Kreativprozessen, Anregungen und Kreativitätsmethoden.

Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an? *

- Sehr oft
- Oft
- Manchmal
- Nie

Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.

Meine Antwort

Erfahrung mit Virtual Reality

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den praktischen und theoretischen Hintergrundwissen mit der Technologie Virtual Reality

Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality: *

- Ich erstelle Virtual Reality Inhalte.
- Ich habe bereits Virtual Reality Applikationen genutzt (360° Videos, Cardboard, etc.).
- Ich habe bisher nur Artikel, Bilder und Videos zur Virtual Reality Technologie gelesen und gesehen.
- Ich habe keine Vorkenntnisse.

Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt. *

- Trifft voll und ganz zu
 - Trifft teilweise zu
 - Trifft eher nicht zu
 - Trifft überhaupt nicht zu
-

Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt. *

- Trifft voll und ganz zu
 - Trifft teilweise zu
 - Trifft eher nicht zu
 - Trifft überhaupt nicht zu
-

Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt. *

- Trifft voll und ganz zu
 - Trifft teilweise zu
 - Trifft eher nicht zu
 - Trifft überhaupt nicht zu
-

Ich kann noch kreativer arbeiten durch:

Meine Antwort

A3.2 Fragebogen nach der Durchführung des Kreativitätsworkshops

HEINZ NIXDORF INSTITUT UNIVERSITÄT PADERBORN

Bitte lesen Sie die folgenden Aussagen vor der Bearbeitung des Fragebogens

Der vorliegende Fragebogen beschäftigt sich mit der durchgeführten Kreativitätsmethode "Reizumgebungs methode", die durch die Virtual Reality basierte Applikation "Virtual Creativity" unterstützt wird. Wir möchten gerne an Ihren Erfahrungen mit dieser Methode zur Verbesserung dieser teilhaben. Die Fragebögen sind vollständig anonymisiert. Nur Forscher der Universität Paderborn, die an strenge Datenschutzbestimmungen gebunden sind, greifen auf die Daten zu, die Sie auf den folgenden 8 Seiten eingeben. Falls Sie am Ende der Umfrage Ihre E-Mail-Adresse angeben, wird diese separat gespeichert. Die einzelnen Antworten dienen ausschließlich zur Erstellung statistischer Daten und Ableitung von Schlussfolgerungen.

Falls Sie weitere Fragen haben, zögern Sie nicht diese zu stellen:

Patrick Taplick, M.Sc. Patrick.taplick@hni.upb.de (+49) 5251 60 6265

Rollenbeschreibung

Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"? *

- Entwicklungsingenieur
- Validierungsingenieur
- Methodeningenieur

Alter *

- Unter 18 Jahren
- 18 bis 21 Jahren
- 22 bis 25 Jahren
- 26 bis 29 Jahren
- 30 bis 33 Jahren
- Über 33 Jahren

Studium: *

- Bachelor Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Maschinenbau
- Master Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Maschinenbau
- Bachelor Maschinenbau
- Master Maschinenbau
- Bachelor Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Elektrotechnik
- Master Wirtschaftsingieurwesen Fachrichtung Elektrotechnik
- Bachelor Elektrotechnik
- Master Elektrotechnik
- Sonstiges: _____

Gesamtsemester *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- mehr

Geschlecht: *

- Weiblich
 Männlich

Methodenvergleich

In diesem Abschnitt geht es um die Beurteilung des Einflusses der Kreativitätstechniken auf die Ideengenerierung

Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung:
(Mehrfachantwort möglich) *

- Brainstorming (in Skype)
 Reizbildtechnik (in Skype)
 Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" (Virtual Reality Applikation)

Das Brainstorming (in Skype) beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise: *

1 2 3 4

Schwach (keinen Einfluss auf die Kreativität) Stark (Signifikanten Einfluss auf die Kreativität)

Die Reizbildtechnik (in Skype) beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise: *

1 2 3 4

Schwach (keinen Einfluss auf die Kreativität) Stark (Signifikanten Einfluss auf die Kreativität)

Die Einzelsession der Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" (Virtual Reality Applikation) beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise: *

1 2 3 4

Schwach (keinen Einfluss auf die Kreativität) Stark (Signifikanten Einfluss auf die Kreativität)

Die Gruppensession der Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" (Virtual Reality Applikation) beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise: *

1 2 3 4

Schwach (keinen Einfluss auf die Kreativität) Stark (Signifikanten Einfluss auf die Kreativität)

Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern. *

Meine Antwort

Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode: *

Meine Antwort

Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode: *

Meine Antwort

Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" (VR-Applikation): *

Meine Antwort

Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich) *

- Brainstorming (in Skype)
- Reizbildtechnik (in Skype)
- Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" (Virtual Reality Applikation)
- keine

Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich) *

- Brainstorming (in Skype)
- Reizbildtechnik (in Skype)
- Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" (Virtual Reality Applikation)
- keine

Erfolgsfaktoren der Reizumgebungsmethode

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Reizumgebungsmethode.

Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.*

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Ich konnte viele Ideen generieren.*

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Ich hatte genügend Zeit.*

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Ich hatte genügend Wissen/Fakten um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.*

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Generierte Ideen mit Reizumgebungsmethode

Die folgenden Fragen behandeln die Effizienz der Reizumgebungsmethode zur Generierung von Ideen und Lösungsansätze.

Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren. *

- Trifft voll und ganz zu
- Trifft teilweise zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft überhaupt nicht zu

Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand. *

- Trifft voll und ganz zu
- Trifft teilweise zu
- Trifft eher nicht zu
- Trifft überhaupt nicht zu

Kollaboration

Die folgenden Fragen beinhalten Aspekte der Informations- und Kommunikationstechnologie, die für die Durchführungen der Kreativitätstechniken angewendet wurden.

Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich:
(Mehrfachantwort möglich) *

- Brainstorming (in Skype)
- Reizbildtechnik (in Skype)
- Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" (VR-Applikation)

Die Virtual Reality Technologie bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller Informations- und Kommunikationstechnologien. *

- Trifft voll und ganz zu
 - Trifft teilweise zu
 - Trifft eher nicht zu
 - Trifft überhaupt nicht zu
-

Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage. *

Meine Antwort

Ich fühle mich durch die Reizumgebungsmethode mit "Virtual Creativity" stärker in den Innovationsprozess eingebunden. *

- Trifft voll und ganz zu
 - Trifft teilweise zu
 - Trifft eher nicht zu
 - Trifft überhaupt nicht zu
-

Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage. *

Meine Antwort

Applikation/ VR System

In diesem Teil des Fragebogens geht es um die Gebrauchstauglichkeit des Virtual Reality Systems.

Die Erfahrung in der Virtual Reality hat mir Spaß gemacht. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des Virtual Reality Systems. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Falls Schwierigkeiten auftraten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen. *

- Ja, trifft voll und ganz zu
- Ja, trifft teilweise zu
- Nein, trifft eher nicht zu
- Nein, trifft überhaupt nicht zu

Falls Schwierigkeiten auftraten: Folgende Systeme sind betroffen. *

- Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.
- Es wurde keine virtuelle Umgebung angezeigt.
- Die virtuelle Umgebung lief nicht flüssig (Bild ruckelt).
- Ich konnte mich in den dafür vorgesehenen Umgebungen nicht bewegen und teleportieren.
- Ich konnte in den dafür vorgesehenen Umgebungen nicht mit Gegenständen interagieren.
- Funktion "Einbindung einfacher Objekte" funktioniert nicht.
- Funktion "Einbindung komplexer Objekte" funktioniert nicht.
- Funktion "Sketching Tool" funktioniert nicht.
- Funktion "Whiteboard" funktioniert nicht.
- Funktion "Material ändern" funktioniert nicht
- Ich konnte mit anderen Teilnehmern nicht kommunizieren.
- Ich konnte mit anderen Teilnehmern nicht interagieren.
- Ich bekam von der Nutzung Kopfschmerzen und Schwindelgefühl (Cyber Sickness)
- Sonstiges: _____

Feedback

Abschließend würde wir uns über Potentiale zur Verbesserung freuen.

Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?

Meine Antwort

Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?

Meine Antwort

A4

Ergebnisse der Validierungsfragebögen

"Digitale Fabrik": Fragebogen vor der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 1
Zeitstempel:		11.18.2019 22:50:10
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?		Validierungsingenieur
Alter:		22 bis 25 Jahren
Studium:		Master WI/NG Maschinenbau
Gesamstsemester:		12
Geschlecht:		Weiblich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:		Ich habe keine Vorkenntnisse.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?		Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.		Das Konzept von Über
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.		Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich bin kreativ.		Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.		Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.		Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audiointformation vorliegt.		Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:		Musik und in "neuer" Umgebung
Teilnehmer 2		Teilnehmer 2
Zeitstempel:		11.18.2019 22:54:32
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?		Entwicklungsingenieur
Alter:		26 bis 29 Jahren
Studium:		Master WI/NG Maschinenbau
Gesamstsemester:		11
Geschlecht:		Männlich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:		Ich habe bisher nur Artikel, Bilder und Videos zu VR gelesen und gesehen.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?		Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.		Nein
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.		Trifft teilweise zu
Ich bin kreativ.		Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.		Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.		Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:		

"Digitale Fabrik": Fragebogen vor der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 3
Zeitstempel	11.19.2019 8:20:08
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Entwicklungsingenieur
Alter:	22 bis 25 Jahren
Studium:	Master WING Maschinenbau
Gesamtsemester:	11
Geschlecht:	Weiblich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bereits VR Applikationen genutzt.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Trifft eher nicht zu
Ich bin kreativ.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	Direkten Austausch mit anderen
Teilnehmer 4	
Zeitstempel:	11.19.2019 8:32:43
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Methodeningenieur
Alter:	22 bis 25 Jahren
Studium:	Master WING Maschinenbau
Gesamtsemester:	11
Geschlecht:	Weiblich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bisher nur Artikel, Bilder und Videos zu VR gelesen und gesehen.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Oft
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	Ja (habe lange Zeit im Ausland gelebt/habe einen Partner aus einer fremden Kultur).
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich bin kreativ.
Ich bin kreativ.	Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Ich kann noch kreativer arbeiten durch:
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	Eine freie Umgebung ohne viel Druck

"Digitale Fabrik": Fragebogen vor der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 5
Zeitstempel:	11.19.2019 9:26:58
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Validierungingenieur
Alter:	22 bis 25 Jahren
Studium:	Bachelor WING Maschinenbau
Gesamtsemester:	7
Geschlecht:	Männlich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bereits VR Applikationen genutzt.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	Ich habe viele Länder bereist.
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Trifft teilweise zu
Ich bin kreativ.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	Durch keine konkrete vorgegebene Aufgabenstellung
Teilnehmer 6	
Zeitstempel:	11.19.2019 11:29:46
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Entwicklungsingenieur
Alter:	18 bis 21 Jahren
Studium:	Bachelor Maschinenbau
Gesamtsemester:	5
Geschlecht:	Männlich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bereits VR Applikationen genutzt.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Nie
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	PokemonGo
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich bin kreativ.	Trifft eher nicht zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	Inspiration durch das Umfeld

"Digitale Fabrik": Fragebogen vor der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 7
Zeitstempel:	11.19.2019 11:33:49
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Entwicklungsingenieur
Alter:	22 bis 25 Jahren
Studium:	Master WING Maschinenbau
Gesamtsemester:	8
Geschlecht:	Männlich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bereits VR Applikationen genutzt.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Trifft teilweise zu
Ich bin kreativ.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Visuelle Darstellungen in Ablaufform
Teilnehmer 8	
Zeitstempel:	11.19.2019 13:13:38
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Validierungsingenieur
Alter:	22 bis 25 Jahren
Studium:	Bachelor WING Maschinenbau
Gesamtsemester:	8
Geschlecht:	Männlich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bereits Virtual Reality Applikationen genutzt.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Oft
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	Google Glass
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich bin kreativ.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	Gute Laune

"Digitale Fabrik": Fragebogen vor der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 9
Zeitstempel:	11.19.2019 13:41:02
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Methodeningenieur
Alter:	Über 33 Jahren
Studium:	Master WING Elektrotechnik
Gesamtsemester:	mehr
Geschlecht:	Männlich
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe keine Vorkenntnisse.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	Brainstormings
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich bin kreativ.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audiodinformation vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	

Unternehmen: Fragebogen vor der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 1
Zeitstempel:	10.25.2019 5:05:19
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Produktmanager
Alter:	Zwischen 31 und 40 Jahren
Geschlecht:	Männlich
Welchen Einfluss haben Sie in Ihrer Position für die Gestaltung und Konzeption neuer Produkte?	Hoch
Ich würde gerne noch stärker in den Innovationsprozess und Innovationsprojekte eingebunden werden.	Ja
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bisher nur Artikel, Bilder und Videos zu VR gelesen und gesehen.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	-
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich habe viele Länder bereist.
Ich bin kreativ.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	Möglichst wenige Vorgaben / vorher bereits benannte Limitierungen
Teilnehmer 2	
Zeitstempel:	10.25.2019 8:18:07
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Marketing
Alter:	Zwischen 31 und 40 Jahren
Geschlecht:	Weiblich
Welchen Einfluss haben Sie in Ihrer Position für die Gestaltung und Konzeption neuer Produkte?	Niedrig
Ich würde gerne noch stärker in den Innovationsprozess und Innovationsprojekte eingebunden werden.	Nein
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe keine Vorkenntnisse.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich bin kreativ.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	

Unternehmen: Fragebogen vor der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 3
Zeitstempel:	10.25.2019 9:52:35
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Innovationsmanager
Alter:	Zwischen 41 und 50 Jahren
Geschlecht:	Männlich
Welchen Einfluss haben Sie in Ihrer Position für die Gestaltung und Konzeption neuer Produkte?	Sehr hoch
Ich würde gerne noch stärker in den Innovationsprozess und Innovationsprojekte eingebunden werden.	Ja
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bisher nur Artikel, Bilder und Videos zu VR gelesen und gesehen.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Sehr oft
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	Smart Phone
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich habe viele Länder bereist.
Ich bin kreativ.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	Team
Teilnehmer 4	
Zeitstempel:	10.25.2019 11:45:17
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Entwicklung
Alter:	Zwischen 41 und 50 Jahren
Geschlecht:	Männlich
Welchen Einfluss haben Sie in Ihrer Position für die Gestaltung und Konzeption neuer Produkte?	Hoch
Ich würde gerne noch stärker in den Innovationsprozess und Innovationsprojekte eingebunden werden.	Nein
Vorhandene Erfahrungen mit Virtual Reality:	Ich habe bisher nur Artikel, Bilder und Videos zu VR gelesen und gesehen.
Wie häufig wenden Sie Kreativitätsmethoden an?	Manchmal
Nennen Sie ein Produkt, das Ihrer Meinung nach sehr kreativ umgesetzt wurde.	CLS Pro 600
Ich habe in der Vergangenheit interkulturelle Erfahrungen gemacht.	Ich war in verschiedenen Ländern in meinem Urlaub
Ich bin kreativ.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Textform vorliegt.	Trifft teilweise zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen, wenn dieser in Bildern, Videos oder ähnlichem vorliegt.	Trifft voll und ganz zu
Mir fällt es leicht einen Sachverhalt zu verstehen der als Audioinformation vorliegt.	Trifft teilweise zu
Ich kann noch kreativer arbeiten durch:	kooperation

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 1
Zeitstempel:		11.19.2019 17:46:48
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?		Validierungsgenteur
Alter:		22 bis 25 Jahren
Studium:		Master WING Maschinenbau
Gesamtsemester:	12	
Geschlecht:	Weiblich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrachantwort möglich)		Brainstorming (in Skype), Reizbildtechnik (in Skype), Reizumgebungsmethode
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1	
Die Einzelsession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Gruppensession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungsmethode:		Ich fände es gut, wenn man zusätzlich mit Musik oder Tönen aus der Natur arbeitet. Bestimme Leitfragen hätten die Kreativität besser anregen können
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.		+ jeder assoziiert etwas anderes; Verschiedene erfahrungsschweift ab vom Thema +: wenn Teilnehmern die Anwendung nicht bekommt, kann dieser nicht teilnehmen
Diese Vor- und Nachteile habe ich jeweils in der Reizbildungsmethode:		- Reizumgebungsmethode keine
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildungsmethode:		Ja, trifft teilweise zu
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrachantwort möglich)		Ja, trifft teilweise zu
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrachantwort möglich)		Ja, trifft voll und ganz zu
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.		Ja, trifft voll und ganz zu
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.		Ja, trifft voll und ganz zu
Ich konnte viele Ideen generieren.		Ja, trifft teilweise zu
Ich hatte genügend Zeit.		Ja, trifft voll und ganz zu
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.		Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.		Ja, trifft teilweise zu
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.		Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.		Ja, trifft voll und ganz zu
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.		Ja, trifft voll und ganz zu
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen zu sehr unter Zeitdruck stand.		Ja, trifft voll und ganz zu
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich; (Mehrachantwort möglich)		Ja, trifft voll und ganz zu
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.		Ja, trifft teilweise zu
Bitte beginnen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.		Reizumgebungsmethode
Ich fühlte mich durch die Reizumgebungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.		Reizumgebungsmethode
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.		Trifft eher nicht zu
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.		Man war sehr fokussiert auf die Aufgabenstellung, sodass ich mich nicht ganz auf die Methode einlassen konnte
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.		Ja, trifft voll und ganz zu
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.		Nein, trifft eher nicht zu
		Ja, trifft voll und ganz zu
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.		Es wurde keine virtuelle Umgebung angezeigt. Ich konnte in den dafür vorgesehenen Umgebungen nicht mit Gegenständen interagieren., Funktion "Whiteboard" funktioniert nicht., Ich bekam von der Nutzung Kopfschmerzen und Schwindelgefühl (Cyber Sickness), Stift ließ sich nicht "abschalten"
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?		Kam man beim Starten des Programms wie eine Einleitung einbinden, wo man quasi verschiedene Aufgaben durchläuft und so die Befehle dem Nutzer beigebracht werden können Dies kann man spielerisch gestalten - sodass man ein Ziel erreichen muss Beispielsweise wie bei der PlayStation kann man einzelne Funktionen durchspielen
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?		Kam das Whiteboard vor einem erscheinen und nicht hinter einem. Das ist sehr verwirrend und bei der kollaborativen Session waren ztg Whiteboards in der Umgebung - ohne, dass jemand diese genutzt hat

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 2
Zeitstempel:	11.22.2019 10:15:56
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Entwicklungsingenieur
Alter:	26 bis 29 Jahren
Studi um:	Master WING Maschinenbau
Gesamtsemester:	11
Geschlecht:	Männlich
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrfachantwort möglich)	Reizumgebungs methode
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2
Die Einzelsession der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2
Die Gruppen session der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Nein
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Hohe Flexibilität ist ein Vorteil. Wenig externe Unterstützung ist ein Nachteil.
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungs methode:	Bilder haben viele Facetten. Manche Bilder sind sehr abstrakt
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Ideen generieren können. (Mehrfachantwort möglich)	Durch hohe Dynamik der Umgebungen unterschiedliche Perspektiven. Hoher Aufwand für die Durchführung
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte. (Mehrfachantwort möglich)	keine
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Reizumgebungs methode
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Ja, trifft voll und ganz zu
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft teilweise zu
Ich hatte genügend Zeit.	Ja, trifft voll und ganz zu
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Nein, trifft eher nicht zu
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Trifft voll und ganz zu
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft überhaupt nicht zu
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitäts technik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Reizumgebungs methode
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Trifft teilweise zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Das Arbeiten mit anderen Personen fühlt sich realer an.
Ich fühle mich durch die Reizumgebungs methode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft teilweise zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Ich denke, dass man durch das gemeinsame Gestalten ein gemeinsames Bild entwickelt.
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft voll und ganz zu
Ich habe Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Nein, trifft eher nicht zu
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 3
Zeitstempel:	11.19.2019 17:32:01	
Welche Position haben Sie im Projektabor "Digitale Fabrik"?	Entwicklungsingenieur	
Alter:	22 bis 25 Jahren	
Studium:	Master WING Maschinenbau	
Gesamtsemester:	11	
Geschlecht:	Weiblich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung: (Mehrfachantwort möglich)	Reizbildtechnik (in Skype)	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Gruppenession der Reizungsbildungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.		
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:		
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizungsbildungsmethode:		
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich)		
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)		
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.		
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.		
Ich konnte viele Ideen generieren.		
Ich hatte genügend Zeit.		
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.		
Die Möglichkeit (Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.		
Die Möglichkeit (Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.		
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.		
Die Möglichkeit (Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.		
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.		
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.		
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätshilftechnik hilfreich. (Mehrfachantwort möglich)		
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.		
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.		
Ich fühlte mich durch die Reizungsbildungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.		
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.		
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.		
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.		
Falls Schwierigkeiten auftraten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.		
Falls Schwierigkeiten auftraten: Folgende Systeme sind betroffen.		
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?		
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?		

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 4
Zeitstempel:	11.11.2019 6:51:07	
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Methodeningenieur	
Alter:	22 bis 25 Jahren	
Studi um:	Master WING Maschinenbau	
Gesamtsemester:	11	
Geschlecht:	Weiblich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming (in Skype), Reizbildtechnik (in Skype)	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Einzelsession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1	
Die Gruppensession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Nein	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	Freies Nachdenken, Impulse durch die Gedanken anderer	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Nachteil: Bilder können stark lenkend sein	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungsmethode:	Nachteil: technische Affinität muss hoch sein, Erfahrung mit VR stark empfohlen	
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können. (Mehrfachantwort möglich)	keine	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte. (Mehrfachantwort möglich)	keine	
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Nein, trifft überhaupt nicht zu	
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte genügend Zeit.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich hatte genugend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Nein, trifft eher nicht zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Nein, trifft eher nicht zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft überhaupt nicht zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming (in Skype)	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Trifft eher nicht zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Nur, wenn den Teilnehmern gewünscht ist	
Ich fühle mich durch die Reizumgebungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft überhaupt nicht zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Es hilft mir persönlich nicht	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich habe Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Nein, trifft eher nicht zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Ich bekam von der Nutzung Kopfschmerzen und Schwindelgefühl (Cyber Sickness)	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?		
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?		

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 5
Zeitstempel:		11.19.2019 17:12:27
Welche Position haben Sie im Projektkabor "Digitale Fabrik"?		Validierungsgenieur
Alter:		22 bis 25 Jahren
Studium:		Bachelor WING Maschinenbau
Gesamtsemester:		7
Geschlecht:		Männlich
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrfachantwort möglich)		Brainstorming (in Skype)
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:		4
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:		4
Die Einzelsession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:		3
Die Gruppenession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:		3
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.		Freiheit
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:		Viele Ideen, aber auch viele schlechtere
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:		Ganz neue Themenbereich, manchmal sehr abstrakt
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungsmethode:		Sehr gross aber schön um 3d zu visualisieren
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich)		Reizbildtechnik (in Skype)
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)		Brainstorming (in Skype), Reizbildtechnik (in Skype), Reizumgebungsmethode
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.		Ja, trifft voll und ganz zu
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.		Ja, trifft teilweise zu
Ich konnte viele Ideen generieren.		Ja, trifft voll und ganz zu
Ich hatte genügend Zeit.		Ja, trifft teilweise zu
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.		Ja, trifft teilweise zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.		Nein, trifft eher nicht zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.		Ja, trifft teilweise zu
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.		Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisierten würde ich als hilfreich empfinden.		Ja, trifft voll und ganz zu
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.		Trifft voll und ganz zu
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.		Trifft überhaupt nicht zu
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)		Reizumgebungsmethode
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.		Trifft voll und ganz zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.		Bessere Visualisierung
Ich fühle mich durch die Reizumgebungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.		Trifft voll und ganz zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.		Auftreten egal
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.		Ja, trifft teilweise zu
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.		Nein, trifft eher nicht zu
Falls Schwierigkeiten aufraten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.		Ja, trifft voll und ganz zu
Falls Schwierigkeiten aufraten: Folgende Systeme sind betroffen.		Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?		Ich bekam von der Nutzung Kopfschmerzen und Schwindelgefühl (Cyber Sickness)
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?		

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 6
Zeitstempel:	11.19.2019 17:16:05	
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Entwicklungsingenieur	
Alter:	18 bis 21 Jahren	
Studi um:	Bachelor Maschinenbau	
Gesamtsemester:	5	
Geschlecht:	Männlich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming (in Skype), Reizbildtechnik (in Skype)	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Einzelsession der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Gruppen session der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Nein	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	Ausgelassene Kreativität	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Neue ungedachte Impulse	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungs methode:	Mehr Freiheiten	
Bei folgender Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)	Reizbildtechnik (in Skype)	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Ja, trifft teilweise zu	
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Nein, trifft eher nicht zu	
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte genügend Zeit.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Nein, trifft überhaupt nicht zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft teilweise zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Trifft überhaupt nicht zu	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Reizumgebungs methode	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Trifft teilweise zu	
Ich fühle mich durch die Reizumgebungs methode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Größere Entwicklung von ungewöhnlichen nicht allgemein verfügbaren Komponenten (Roboter,...)	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Trifft voll und ganz zu	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Mehrere Orte, eine Vision	
Ich habe Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Ja, trifft teilweise zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Nein, trifft eher nicht zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	Performance, Auflösung, Arbeitsraum	

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 7
Zeitstempel:	11.19.2019 17:23:09	
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Entwicklungsingenieur	
Alter:	22 bis 25 Jahren	
Studi um:	Master WING Maschinenbau	
Gesamtsemester:	3	
Geschlecht:	Männlich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming (in Skype), Reizumgebungs methode	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Einzelsession der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Gruppen session der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	X	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	VT: alle werden abgeholt und jeder kann sich äußern	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbilmethode:	VT: Vorlagen zur Ideenfindung	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungs methode:	VT: 3D- Darstellung	
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können. (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming (in Skype)	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte. (Mehrfachantwort möglich)	Reizbildtechnik (in Skype)	
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Ja, trifft teilweise zu	
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich hatte genügend Zeit.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft teilweise zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Reizumgebungs methode	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Trifft voll und ganz zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	3D Darstellung der Ideen im freien Raum	
Ich fühle mich durch die Reizumgebungs methode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Jede Meinung zählt	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich habe Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Ja, trifft teilweise zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?		
Gibt es Verbesserungspotentiale für das technische Umsetzung? Wenn ja, welche?		

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 8
Zeitstempel:	11.22.2019 11:36:58	
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Validierungsposten	
Alter:	22 bis 25 Jahren	
Studi um:	Bachelor WING Maschinenbau	
Gesamtsemester:	3	
Geschlecht:	Männlich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrfaachantwort möglich)	Reizumgebungsmethode	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1	
Die Einzelsession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Gruppensession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	ein hoher Grad an Inspiration hilft weiter	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	Geignet, um diese zwischendurch einzusetzen. Alleine komme ich nicht über meine Ideen hinaus.	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Bilder zeigen einem eine andere Perspektive. Die Reize sind auf die Anzahl der Bilder limitiert.	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungsmethode:	Große Vielfalt durch Variation der Umgebung möglich. Umgebungen sollten einen Bezug zum Thema haben.	
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Ideen generieren können. (Mehrfaachantwort möglich)	Brainstorming (in Skype), Reizumgebungsmethode	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte.		
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.		
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.		
Ich konnte viele Ideen generieren.		
Ich hatte genügend Zeit.		
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Nein, trifft überhaupt nicht zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft überhaupt nicht zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich: (Mehrfaachantwort möglich)	Reizumgebungsmethode	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Trifft voll und ganz zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Die Skizzen führen zu einem schnellen Verständnis der Ideen anderer	
Ich fühle mich durch die Reizumgebungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Die Zusammenarbeit mit Kollegen wird erleichtert.	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich habe Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Nein, trifft überhaupt nicht zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?		
Gibt es Verbesserungspotentiale für das technische Umsetzung? Wenn ja, welche?		

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 9
Zeitstempel:	11.19.2019 21:51:06
Welche Position haben Sie im Projektabor "Digitale Fabrik"?	Methodeingenieur
Alter:	Über 33 Jahren
Studium:	Master WING Elektrotechnik
Gesamensemester:	mehr
Geschlecht:	Männlich
Die Methode unterstützte mich in meiner kreativen Ideenfindung: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming (in Skype), Reizbildtechnik (in Skype), Reizumgebungs methode
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1
Die Einzel session der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1
Die Gruppensession der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Damit diese Methode mehr Erfolg und Kreativität bringt, hätte man das vorher mal üben müssen. "Learning by doing"
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungs methode:	Noch nie genutzt
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Noch nie genutzt
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich)	Vorteil: Es eröffnet neue Ideen und Möglichkeiten. Nachteil ??? Man möchte es öfter nutzen.
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)	keine
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hätte.	Reizumgebungs methode
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Ja, trifft teilweise zu
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft voll und ganz zu
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft teilweise zu
Die Möglichkeit (Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit (Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Ja, trifft teilweise zu
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Trifft eher nicht zu
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft teilweise zu
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitäts technik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Reizumgebungs methode
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Trifft teilweise zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Es eröffnet neue Ideen
Ich fühle mich durch die Reizumgebungs methode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft teilweise zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Das Wir-Gefühl wird gefördert
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft voll und ganz zu
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Ja, trifft voll und ganz zu
Falls Schwierigkeiten aufraten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu
Falls Schwierigkeiten aufraten: Folgende Systeme sind betroffen.	Es gab keine Probleme vom Tool, die Probleme war die Handhabung des Nutzers.
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	Die fehlende Erfahrung auch mit PlayStation oder X-Box
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	Es sollte eine eingeschränkte Funktionalität, quasi einen Anfänger-Modus geben.
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	Die Bildliche Auflösung durch Benutzerführung und Training.
	Dennoch steckt in Ihr das Potential, die Arbeitswelt und die Arbeitsplätze der Zukunft zum Besseren zu verändern.

"Digitale Fabrik": Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 10
Zeitstempel:	11.22.2019 10:21:53	
Welche Position haben Sie im Projektlabor "Digitale Fabrik"?	Methodeningenieur	
Alter:	22 bis 25 Jahren	
Studi um:	Master WING Maschinenbau	
Gesamtsemester:	11	
Geschlecht:	Weiblich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung: (Mehrfrachantwort möglich)	Reizumgebungs methode	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Einzelsession der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Gruppen session der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Nein	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Hohe Flexibilität ist ein Vorteil. Wenig externe Unterstützung ist ein Nachteil.	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	Bilder haben viele Facetten. Manche Bilder sind sehr abstrakt	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungs methode:	Durch hohe Dynamik der Umgebungen unterschiedliche Perspektiven. Hoher Aufwand für die Durchführung	
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Ideen generieren können: (Mehrfrachantwort möglich)	keine	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfrachantwort möglich)	Reizumgebungs methode	
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte genügend Zeit.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Trifft voll und ganz zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft überhaupt nicht zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitäts technik hilfreich: (Mehrfrachantwort möglich)	Reizumgebungs methode	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Das Arbeiten mit anderen Personen fühlt sich realer an.	
Ich fühle mich durch die Reizumgebungs methode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Ich denke, dass man durch das gemeinsame Gestalten ein gemeinsames Bild entwickelt.	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich habe Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Nein, trifft eher nicht zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?		
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?		

Unternehmen: Fragebogen nach der Durchführung des Workshops	
	Teilnehmer 1
Zeistempel:	10.25.2019 15:22:14
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Produktmanager
Alter:	Zwischen 31 und 40 Jahren
Geschlecht:	Männlich
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2
Die Einzelssession der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1
Die Gruppensession der Reizumgebungs methode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Mehr Details, intuitivere, leichtere und präzisere Steuerung. --> Gut wären echte Modelle des Unternehmens wenn es konkreter wird
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	Out of the box thinking (top): Gestik, Minik fehlt (top)
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Bestehende Gedanken werden verstärkt (top)
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungs methode:	"Bilder" zu grob. Gutes Gemeinschaftsgefühl
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype, Reizbildtechnik in Skype
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Nein, trifft überhaupt nicht zu
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Nein, trifft überhaupt nicht zu
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft teilweise zu
Ich hatte genügend Zeit.	Nein, trifft eher nicht zu
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Nein, trifft eher nicht zu
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Trifft eher nicht zu
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Trifft teilweise zu
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätsmethode hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollektiven Generierung von Ideen gegenüber konventioneller KT.	Trifft eher nicht zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Gezeigte Umgebung unterdrückt eigene Phantasie
Ich fühle mich durch die Reizumgebungs methode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft teilweise zu
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Prinzipiell ja
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft teilweise zu
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Ja, trifft teilweise zu
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Die virtuelle Umgebung lief nicht flüssig (Bild ruckelt), Ich konnte in dem dafür vorgesehenen Umgebungen nicht mit Gegenständen interagieren.
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	Mehr Details in VR, reale Objekte (Kundenspezifisch), einfach ein VR-Tisch um zusammenzusitzen.
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	Besseres Tracking, einfache Bedienung auf simple Grundfunktionen

Unternehmen: Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 2
Zeitstempel:	10.28.2019 10:37:53	
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Marketing	
Alter:	Zwischen 31 und 40 Jahren	
Geschlecht:	Weiblich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung. (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Einzelsession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	2	
Die Gruppensession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Mehr Unterstützung durch Gruppendynamik, flexibel da auf anderen Ideen aufgebaut werden kann, Quantität	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	Nachteile: eine Gruppe kann ggf. nicht immer realisiert werden, nicht immer zielführend, nicht immer gewünscht Qualität	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildmethode:	Vorteile: auf Assoziationen folgen Ideen auf die man ggf. sonst nicht gekommen wäre, Nachteile: auf Bilder festgelegt, wird "von außen" beeinflusst	
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich)	Vorteile: Interaktion zwischen den Gruppenmitgliedern, Malen/Zeichnen/Notieren, Nachteile: Ablenkung von Z.B. Gegenständen, die nichts mit dem Thema zu tun haben/ von der Umgebung (z.B. Golden Gate Bridge)	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype	
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Ja, trifft teilweise zu	
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich konnte viele Ideen generieren.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich hatte genügend Zeit.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Nein, trifft eher nicht zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Ja, trifft teilweise zu	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Ja, trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Malen/Zeichnen/Notieren, diverse Gegenstände die zur Ideenfindung anregen, Interaktion mit Gruppe, Diskussion über Dinge/Gegenstände/Zeichnungen etc. die alle sehen können	
Ich fühle mich durch die Reizumgebungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Gruppengedanke wird gestärkt und man fühlt sich zugehörig	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Ja, trifft teilweise zu	
Falls Schwierigkeiten aufraten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Falls Schwierigkeiten aufraten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ich konnte mich in den dafür vorgesehenen Umgebungen nicht bewegen und teleportieren., Funktion "Whiteboard" funktioniert nicht.	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	keine aufs Thema angepasst Gegenstände zur Ideenfindung, Avatare individueller gestalten	

Unternehmen: Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 3
Zeitstempel:	10.25.2019 15:10:33	
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Innovationsmanager	
Alter:	Zwischen 41 und 50 Jahren	
Geschlecht:	Männlich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype, Reizbildtechnik in Skype, Reizumgebungsmethode	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	4	
Die Einzelssession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Gruppensession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	In der Gruppe möchte ich auf Objekte zeigen, Dokumentation ohne Tastatur zu langwierig, Kopplung an das Internet --> Bildimport! Detailreichere Bilder mit Tiefe (versteckte Informationen).	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizbildungsmethode:	In der Gruppe super!	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungsmethode:	Toll ist es in der gemeinsamen Umgebung gemeinsam an Objekten arbeiten zu können.	
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich)	Reizbildtechnik in Skype, Reizumgebungsmethode	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)	Reizbildtechnik in Skype, Reizumgebungsmethode	
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Ja, trifft teilweise zu	
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich konnte viele Ideen generieren.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich hatte genügend Zeit.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätsfachtechnik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Ja, trifft teilweise zu	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Ja, trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich fühlte mich durch die Reizumgebungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Ja, trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Ja, trifft eher nicht zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft voll und ganz zu	
Falls Schwierigkeiten auftreten: Folgende Systeme sind betroffen.	Es sind keine Schwierigkeiten aufgetreten.	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	Nein! Das methodische Vorgehen war ganz vorbildlich!	
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	Nein! Herzlichen Dank für die Bereitstellung des wirklich beeindruckenden Equipments mit den vielen passenden Funktionalitäten.	

Unternehmen: Fragebogen nach der Durchführung des Workshops		Teilnehmer 4
Zeitstempel:	10.25.2019 15:43:15	
Welche Position haben Sie bei dem Unternehmen?	Entwickler	
Alter:	Zwischen 41 und 50 Jahren	
Geschlecht:	Männlich	
Diese Methode unterstützt mich in meiner kreativen Ideenfindung: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype, Reizbildtechnik in Skype	
Das Brainstorming in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:		
Die Reizbildtechnik in Skype beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:		
Die Einzelsession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	3	
Die Gruppensession der Reizumgebungsmethode beeinflusst die Kreativität zur Ideengenerierung auf folgende Art und Weise:	1	
Ich benötige mehr Unterstützung oder mehr Freiheiten, um kreativer zu sein. Falls zutreffend, bitte kurz erläutern.	Ich finde konkretere Aufgabenstellungen hilfreich	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Brainstorming Methode:	hab ich mich nicht mit beschäftigt - ich empfände es als ergebnissfördernd	
Diese Vor- und Nachteile sehe ich jeweils in der Reizumgebungsmethode:	kannte ich nicht - aber sicher hängt die Auswahl der Bilder stark mit dem Ergebnis zusammen.	
Bei folgender Methode hätte ich mit mehr Zeit noch mehr Ideen generieren können: (Mehrfachantwort möglich)	Reizumgebung zu dominant, Equipment erzeugt Stress: Eher Hindernisch für unkonkrete Kreativität	
Folgende Methode hat mich auf Ideen gebracht, an die ich vermutlich sonst nicht gedacht hätte: (Mehrfachantwort möglich)	Brainstorming in Skype, Reizbildtechnik in Skype	
Die virtuellen Umgebungen haben mich auf Ideen gebracht, an die ich vorher nicht gedacht hatte.	Reizbildtechnik in Skype	
Die VR-Technologie erzeugt bei mir intrinsische Motivation bei der Ideengenerierung.	Nein, trifft überhaupt nicht zu	
Ich konnte viele Ideen generieren.	Nein, trifft überhaupt nicht zu	
Ich hatte genügend Zeit.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich hatte genügend Wissen/Fakten, um die Aufgabe zu lösen bzw. bearbeiten zu können.	Nein, trifft eher nicht zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Skizzen) visualisierten zu können ist sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Möglichkeit Ideen in der VR-Applikation (bspw. durch Screenshots) dokumentieren zu können ist sehr hilfreich.	Nein, trifft eher nicht zu	
Die Anleitung durch den Moderator war sehr hilfreich.	Ja, trifft teilweise zu	
Die Möglichkeit Ideen zu anonymisieren würde ich als hilfreich empfinden.	Nein, trifft eher nicht zu	
Ich konnte in der vorgegebenen Zeit viele Ideen generieren.	Ja, trifft teilweise zu	
Ich konnte keine (oder kaum) Ideen entwickeln, da ich zu sehr unter Zeitdruck stand.	Nein, trifft eher nicht zu	
Die Kollaboration war für die Nutzung der Kreativitätstechnik hilfreich: (Mehrfachantwort möglich)	Nein, trifft eher nicht zu	
VR bietet einen signifikanten Mehrwert zur Kollaborativen Generierung von Ideen gegenüber konventioneller IKT.	Ja, trifft teilweise zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Nein, trifft überhaupt nicht zu	
Ich fühlte mich durch die Reizumgebungsmethode stärker in den Innovationsprozess eingebunden.	Trifft überhaupt nicht zu	
Bitte begründen Sie Ihre Antwort in der vorherigen Frage.	Technik nicht reif genug - evtl. mit intuitiver 3D Modellierung	
Die Erfahrung in VR hat mir Spaß gemacht.	Trifft überhaupt nicht zu	
Ich hatte Schwierigkeiten mit der Bedienung des VR Systems.	Ich fühlte mich die die VR Umgebung eher blockiert.	
Falls Schwierigkeiten aufraten: Der Moderator war in der Lage mir dabei zu helfen.	Ja, trifft teilweise zu	
Falls Schwierigkeiten aufraten: Folgende Systeme sind betroffen.	Ja, trifft teilweise zu	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	Ich bekam von der Nutzung Kopfschmerzen und Schwindelgefühl (Cyber Sickness)	
Gibt es Verbesserungspotentiale für das methodische Vorgehen? Wenn ja, welche?	Eine auf die Aufgabenstellung angepasste inspirierende Umgebung und passende Objekte in der VR Welt, wären sicher förderlich	
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	Weniger ist mehr. Stärker Fokus auf die menschliche Interaktion (Gesten, Mimik), dafür weniger Bewegungsfreiheit.	
Gibt es Verbesserungspotentiale für die technische Umsetzung? Wenn ja, welche?	Alle sitzen im virtuellen Raum an einem Tisch, in der Mitte wird gemeinsam an einem 3D Modell gearbeitet. Feinere Werkzeuge.	

Erklärung zur Zitation von Inhalten aus studentischen Arbeiten

In Ergänzung zu meinem Antrag auf Zulassung zur Promotion in der Fakultät für Maschinenbau der Universität Paderborn erkläre ich gemäß §11 der Promotionsordnung und unter Beachtung der Regelung zur Zitation studentischer Arbeiten:

Die von mir vorgelegte Dissertation habe ich selbstständig verfasst, und ich habe keine anderen als die dort angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt. Es sind Inhalte studentischen Ursprungs (studentische Arbeiten) in dieser Dissertation enthalten. Ich habe die verwendeten Arbeiten entsprechend der Regelung „Zitation aus studentischen Arbeiten in Dissertationen“ zitiert.

Paderborn, 18.12.2020



Patrick Taplick