

# Von der Benutzerin zur Kybernautin

## Sinnliche Wahrnehmung beim Umgang mit symbolischen Maschinen

von Reinhard Keil-Slawik

Wieder einmal stehen Computer und Datenverarbeitung im Rampenlicht der Öffentlichkeit. Das Zauberwort heißt *Virtuelle Realität* oder *Cyberspace*. Eine neue Idee? Auf jeden Fall ein Medienrummel ohnegleichen: kaum eine (Fach-)Zeitschrift, Zeitung oder ein Fernsehsender, der in den letzten Monaten nicht über diese Technik berichtet hätte. Aber was ist das besondere daran? Das Wort *virtuell* betont die Sinnestäuschung, man hält die Datenwelt für die Wirklichkeit und darin liegt für viele das Faszinierende. Doch vielleicht wäre *künstlich* eine treffendere Formulierung als *virtuell*, denn das Wort *künstlich* betont die Tatsache, daß es sich hier um Modellwelten handelt, um errechnete Räume und Bilder, um eine künstliche Wirklichkeit. Eben diese Künstlichkeit ist Problem und Lösung zugleich, denn sie steht für die *Erweiterung* von Erfahrung durch die *Reduzierung* von Erfahrung. Was wird überwiegen?

Computer sind besondere Maschinen: sie dienen zum Transformieren, Übertragen und Speichern symbolischer Strukturen. Wir können ihnen diejenigen Operationen und Operationsfolgen übertragen, die wir hinreichend vollständig, eindeutig und genau als syntaktische Transformationen beschreiben können. Sie sind, wie Sybille Krämer es nennt<sup>1</sup>, *syntaktische Maschinen*, und als solche ohne Sinn und Verstand. Daher müssen sie, um ihren Nutzen entfalten zu können, in soziale Sinnzusammenhänge eingebettet sein.

Das erfordert zweierlei. Voraussetzung ist erstens, daß wir die Welt der formalen Strukturen sinnlich erschließbar, d.h. wahrnehmbar und manipulierbar machen. Erst dann können wir, zweitens, einen sinnvollen Zusammenhang zwischen der inneren Logik dieser Strukturen und dem, wofür sie stehen, herstellen.

Der Umgang mit diesen Maschinen, also das Erschließen und Verändern der Datenstrukturen ist bezüglich der Sinnesqualitäten bisher äußerst beschränkt. Der Bildschirm ist ein kleines, manchmal farbiges Loch, durch das man auf diese "Datenwelten" schaut. Der Tastendruck hat kaum eine Beziehung zum eingetippten Text, und die angeblich *direkte Manipulation*<sup>2</sup> eines Objektes reduziert sich auf das Auswählen, Verschieben und Verändern von Text-, Graphik- oder Bildelementen mithilfe eines Zeigegerätes wie der

Maus. Je abstrakter und komplexer der durch die Datenstrukturen repräsentierte Sachverhalt ist, desto anstrengender, unzuverlässiger und unbefriedigender ist dies.

Höchste Zeit für Erweiterungen und diese kommen heute unter der Bezeichnung *Virtuelle Realität* (engl. *Virtual Reality*) oder auch *kybernetischer Raum* (engl. *Cyberspace* als Zusammenziehung von *Cybernetic* und *Space*) auf uns zu. Das Wort *Cyberspace* entstammt dem 1984 erschienenen Roman *Neuromancer* von William Gibson und ist zum Synonym für jede vom Computer erzeugte Art von Realität geworden. Die Leute, die sich in diesen virtuellen Welten bewegen, sind die Kybernauten.

Nach Meyers Enzyklopädischem Lexikon heißt *virtuell* "der Kraft oder Möglichkeit nach vorhanden", also nicht wirklich da, nur so als ob - künstlich eben. Nach der *künstlichen Intelligenz* wird jetzt die *künstliche Wirklichkeit* aktuell. Zwar ist der Begriff der Wirklichkeit umfassender als der der Intelligenz, doch geht es hier eher um einen Gegensatz als um eine Erweiterung: Bei der künstlichen Wirklichkeit geht es darum, sich intelligent in einer künstlichen, d.h. von Menschenhand geschaffenen Umgebung zu verhalten; es geht um *künstliche Erfahrungsbereiche*. Bei der künstlichen Intelligenz dagegen versucht man, das Ergebnis intelligenten Verhaltens künstlich, d.h. maschinell nachzubilden. Verkürzt könnte man also sa-

gen, nicht das Verhalten wird simuliert, sondern die Verhaltensumgebung. Aus dieser Sicht scheint die Intention hinter künstlichen Wirklichkeiten sinnfälliger als die hehren Ansprüche der künstlichen Intelligenz, denn im Vordergrund steht nicht die Ersetzung intelligenten Handelns, sondern seine Unterstützung durch erweiterte Erfahrungsmöglichkeiten.

Aber sind denn künstliche Wirklichkeit und sinnliche Erfahrung nicht Gegensätze? Gewiß, von Menschenhand geschaffene Dinge - Artefakte - beinhalten, sobald sie für etwas anderes stehen sollen, eine Einschränkung der sinnlichen Wahrnehmung. Es ist schon ein gewaltiger Unterschied, ob wir nur ein Bild einer Landschaft sehen oder ob wir uns in ihr bewegen können. Auf der anderen Seite können wir uns über Bilder neue Wahrnehmungsbereiche erschließen, indem wir etwas kreieren, was es so (noch) nicht gibt oder etwas abbilden, was wir selbst nicht erreichen können; Photos von der Marsoberfläche zum Beispiel.

Spannend wird es, wenn wir beides können. Und in der Tat, genau dazu dienen die meisten Artefakte; nicht als Ersatz, sondern als Vorstufe. Kaum ein Haus wird gebaut, ohne vorher eine detaillierte Zeichnung anzufertigen. Grundriß, Seitenansicht, vorne und hinten, und meist eine perspektivische Darstellung. Bei größeren Objekten werden auch Holz- oder Papiermodelle angefertigt.



Nur eine Erweiterung der "Mensch-Maschine-Schnittstelle" ? ...

Zeichnungen und Modelle sollen das, was erst noch werden soll, jetzt schon sinnlich erfahrbar machen, Fehler offenbaren, Korrekturen ermöglichen und so eine nützliche Kommunikationsgrundlage bereitstellen.

Die Modelle tun dies natürlich mit Einschränkungen, gleichwohl sehr nützlich, da sie das Reduzierte sinnlich erfahrbar machen, allerdings nicht in Echtzeit, auch nicht in Lebensgröße; man kann die Modelle und Zeichnungen nicht begehen. Und genau dies ist der Clou bei künstlichen Wirklichkeiten.

Aber wie steht es mit der Verlässlichkeit? War es denn bisher nicht so, daß wir die Frage, ob unsere Datenmodelle und Maschinenstrukturen korrekt sind, genau dadurch beurteilt haben, daß wir sie mit unserer Erfahrung von der Wirklichkeit verglichen haben? Klingt künstliche Realität oder begehbare Datenwelt nicht wie schwarzer Schimmel? Den (Fehler-)Teufel mit dem Belzebub austreiben? Umgekehrt, ist nicht jedes Datenmodell auf einem Rechner, da es für einen Teil unserer Wirklichkeit steht, bereits eine künstliche Wirklichkeit, und ist sie deshalb weniger wirklich? Schürfen wir also etwas tiefer.

### Denken - Sinn - Gedächtnis

Das Gedächtnis ist der Ausgangspunkt virtuellen Geschehens. Wir denken über die Welt und unsere Beziehung zu ihr nach und überlegen, was wir als nächstes tun. So bauen wir eine Brücke zwischen dem Vergangenen, unserer erlebten Erfahrung, und der Zukunft. Diese Brücke können wir aber nicht allein im Kopf bauen. Ohne den Austausch mit anderen Menschen, ohne Kommunikation gibt es weder (Selbst-)Bewußtsein<sup>3</sup>

noch Gewißheit<sup>4</sup>. Verständigung setzt Ausdrucksmittel voraus, Medien, die es uns erlauben, unsere Vorstellungen auszudrücken und so für die anderen sinnlich erfahrbar, d.h. wahrnehmbar zu machen. Indem wir uns auf dieselben wahrnehmbaren Phänomene beziehen, wie z.B. Bewegungen oder Geräusche, Bilder, Schriften und Gegenstände, können wir darüber unser Verhalten koordinieren und uns so verständigen.

Dabei ist die Sprache wohl unser wichtigstes Hilfsmittel. Wir drücken unsere Ge-

danken in ihr aus und ordnen so unser Handeln und unser Verhältnis zu anderen. Doch Wörter an sich haben keine Bedeutung; es sind nur Geräusche. Erst durch unser Handeln erhält das Rauschen einen Sinn, dadurch, daß wir in einer Situation ein bestimmtes Wort verwenden, und wie wir das tun. Wir benutzen Worte, um auf etwas anderes zu verweisen (denotieren), ein Erlebnis, oder einen Gegenstand. Wir setzen die Worte zu Sätzen zusammen und formen Aussagen. Auf diese Weise können wir von Ereignissen berichten und Geschichten erfinden. Wir schaffen seltsame Wirklichkeiten: eine realitätsgetreue Beschreibung mag vollkommen uninteressant sein, eine erdachte Geschichte dagegen kann uns eine tiefe Wahrheit vermitteln. Die künstliche Welt der Geschichte bewegt uns - sie wird zur Wirklichkeit.

Gleichwohl, in der Wirklichkeit orientieren wir uns mit Hilfe der Sinne. Ein Wort muß gehört, ein Zeichen gesehen und eine Blume gerochen werden, um zu wirken. Wie wir heute wissen, sind unsere Sinne nicht passive Filter für Signale, die erst später im Hirn eine Bedeutung erlangen. Einen Gegenstand wahrzunehmen, beinhaltet bereits, die physikalisch unzusammenhängenden Reize zu organisieren, eine bedeutungsvolle Form zu schaffen, eine Gestalt, wie es die Psychologen nennen. Nebeneinanderliegende Bildpunkte werden in Vorder- und Hintergrund aufgeteilt und nacheinander eintreffende Schallwellen werden zu einer Melodie geordnet. Auf diese Weise entsteht Sinn. Das Wort *sin* bedeutet noch im Mittelhochdeutschen *Weg*, das ist der durch die *Sinnesorgan* gefundene Weg.<sup>5</sup>



... Kybernaut mit Sichtgerät und Datenhandschuh.

Neu an Cyberspace ist nicht, daß mithilfe von Computern künstliche Erfahrungsbereiche geschaffen werden, sondern daß die Ein/Ausgabemedien näher an den Menschen rücken.

Erst durch die sinnliche und motorische Aktivität des Körpers wird etwas Gedachtes oder Vorgestelltes zum Faktischen und damit Kommunizierbaren. Das gilt auch für das Denken, Planen, Verwalten und für das Rechnen. Ohne Kerbholz, Abakus, Papier und Bleistift oder Rechenmaschinen kann der Mensch nicht rechnen. Ausnahme: das kleine oder große 1 x 1 - aber die sind auswendig gelernt. Und auch diesem Lernschritt ging der sinnliche Umgang mit Fingern, Kugeln oder Zeichen voraus, nicht nur in der Schule, sondern in der Geschichte der Mathematik insgesamt. Insofern kann man sagen, daß die kulturelle *Evolution unserer geistigen Fähigkeiten* im wesentlichen eine *Evolution der Ausdrucksmittel* ist.<sup>6</sup>

Wer heute geboren wird, wächst mit den heute gebräuchlichen Ausdrucksmitteln auf, mit Geschichten und Artefakten, die von unseren Vorfahren als nützlich und wertvoll erachtet worden sind und deswegen tradiert wurden. Insofern führen wir nicht nur Gespräche mit unseren Zeitgenossen, sondern einen Dialog mit dem Wissen unserer Vorfahren.<sup>7</sup> Artefakte, und vor allem die Sprache, sind unser kollektives Gedächtnis. Als Kulturwesen können wir nicht in der reinen, ursprünglichen oder natürlichen Wirklichkeit leben - es ist immer eine durch menschliche Erfahrung bereits geprägte und veränderte Wirklichkeit.

### Gedächtnistechnologien

Ohne Gedächtnis ist Lernen nicht möglich. Gedächtnis heißt, etwas aus dem Fluß der Geschehnisse herauszuschneiden, ihm einen Ort zuzuweisen, an dem wir es später wiederfinden können. Worte jedoch, wie auch Gestiken, Spiele und Rituale sind flüchtig. Verständigung mit Worten erfordert Gleichzeitigkeit und räumliche Nähe der miteinander Kommunizierenden. Erinnern bedeutet fortwährendes Wiederholen, erfordert Energie und bindet Aktivität. Hier kommt die Technik ins Spiel, indem sie uns erlaubt, das in der Zeit Gewesene in etwas Gegenständliches zu verwandeln. Die Sprache wird zur Schrift. Das Geschriebene überdauert den Akt des Schreibens oder Lesens - eine Spur des Prozesses entsteht, ein materielles Gedächtnis.

Ohne Technik können wir nicht schreiben - rechnen auch nicht. Wir plazieren und arrangieren nach festen Regeln Kugeln oder Zeichen, setzen sie miteinander in Beziehung, erzeugen neue und streichen andere. Erst diese wahrnehmbaren (Zwischen-)Ergebnisse erlauben uns, Rechenprozesse zu überprüfen sowie verschiedene Berechnungen und Berechnungsverfahren miteinander in Beziehung zu setzen. Ton, Papyrus, Papier und Griffel, sowie Kerbhölzer, Rechensteine, Abaki und schließlich Computer zeugen von der langen kulturellen Evolution unserer Geistesstechnologien - aber auch von unserer

Flucht in die künstlichen Welten, die allein den von Menschenhand geschaffenen Regelwerken gehorchen. Regelwerke, die oft auch Instrumente der Macht waren, entstanden u.a. in den mesopotamischen Hochkulturen, um Steuern einzutreiben und Untertanen zu verwalten.<sup>8</sup>

Die Schrift nimmt dem gesprochenen Wort seine Flüchtigkeit. Wieder und wieder kann es wahrgenommen werden, unabhängig vom Ort und dem Zeitpunkt seiner Entstehung. Schriften und Bilder, sowie heutzutage Tonaufzeichnungen und Filme, sind unser kollektives, externes Gedächtnis. Extern insofern, als es die psychischen und sozialen Prozesse des Erzeugens und Wahrnehmens überdauert, die jeder kommunikativen Handlung zugrunde liegen. Extern auch, weil diese Spuren nun im kollektiven Gedächtnis sind, wo sie nicht mehr der Kontrolle des sie erzeugenden Individuums unterliegen.

Doch trotz der materiellen Dauerhaftigkeit eines geknoteten, geritzten, gemeißelten, oder geschriebenen Textes bleibt der Sinngehalt oder seine Bedeutung flüchtig. Er unterliegt der fortwährenden (Re-) Interpretation der Rezipienten vor dem Hintergrund ihrer eigenen Erfahrungen und Interessen.<sup>9</sup>

Sowohl die Sprache als auch die Schrift sind also Medien zur Erzeugung virtueller Realitäten, allerdings mit gewichtigen Unterschieden, was den Grad der sinnlichen Wahrnehmung betrifft. Im mündlichen Dialog gibt es sehr viele sinnliche Eindrücke und Äußerungen, die dem direkten Kontakt mit der Umwelt, den Partnern und dem eigenen Körper entspringen. Gerade das macht ein Gespräch lebendig. Einer Geschichte zuzuhören ist meist schöner als sie zu lesen, weil beim Lesen der Erzähler nur virtuell anwesend ist und die Gleichförmigkeit der Schrift kaum sinnliche Differenzierungen zuläßt.

Die Reichhaltigkeit des unmittelbaren Erlebens läßt sich generell nicht einfrieren,



Die Schrift nimmt dem gesprochenen Wort seine Flüchtigkeit. Dadurch bilden Schriften und Bilder, sowie heutzutage Tonaufzeichnungen und Filme, unser kollektives, externes Gedächtnis.

d.h. ohne Verlust ins externe Gedächtnis bringen. Verlust an Sinnlichkeit ist der Preis für einen Gewinn an anderer Stelle: die Freiheit einen neuen Zusammenhang zu kreieren und das Kreierte vervielfältigen bzw. beliebig oft genau reproduzieren zu können. Nur durch Reduktion können wir uns aus unserer eigenen erlebten Vergangenheit befreien. Erinnern heißt nicht die Vergangenheit vollständig nacherleben. Vielmehr greifen wir Teile heraus und setzen sie zu neuen Erfahrungen in Beziehung. Ohne diese Fähigkeit zur sprachlichen (Re-)Konstruktion der Ver-

gangenheit könnten wir uns weder über ein stattgefundenes Ereignis unterhalten noch unsere Zukunft gestalten. Das produktive Element liegt eben nicht in der größtmöglichen sinnlichen Entsprechung von Erlebtem und Aufgezeichnetem, sondern in der angemessenen Selektion des Wichtigen, des Brauchbaren.

Bezüglich der Schrift und anderer Gedächtnistechnologien ist die Freiheit der Bedeutungszuordnung ein entscheidendes Kriterium für ihren effektiven Gebrauch. Bedeutungszuordnung meint die Verbindung von Form und Bedeutung, also festzuhalten, wofür die Form steht. Weder in der Sprache noch in der Mathematik finden wir ein hohes Maß an Ikonizität, an Ähnlichkeit zwischen Form und Bedeutung.<sup>10</sup> Ikonizität zementiert sozusagen die Bedeutungszuordnung. Ikonische Sprachelemente, wie z.B. das Wort Kuckuck, lassen sich daher schwer kombinieren, z.B. um Oberbegriffe zu schaffen. Wie sollte man denn den Begriff Vogel oder Fahrzeug ikonisch ausdrücken? Um so mehr gilt dies für die Schrift. Um eine größtmögliche Flexibilität zur Konstruktion von Bedeutungen zu ermöglichen, sind die Zeichen unseres Alphabetes bedeutungsfrei; sie sind willkürlich gewählt (arbiträr). Zwar gibt es ideographische Schriften wie sie von den Ägyptern, den Mayas oder heute noch von den Chinesen verwendet werden, doch waren und sind sie bereits eine Mischung aus Ideogrammen und Lautschrift. In der Entwicklungsgeschichte solcher Schriftsysteme sind die sogenannten Ideogramme fortschreitend weniger ikonisch (abbildend), dafür aber, wie John Lyons schreibt, semantisch effizienter geworden; sie stehen für oder entsprechen den Formen oder Lexemen der gesprochenen Sprache. Letztere haben aber mit der Bedeutung des Wortes nichts zu tun.

Vergleichbares finden wir in der Mathematik. Zahlen, die analog zu der Größe, die sie repräsentieren, wachsen, werden schnell unhandlich.<sup>11</sup> Mit dem Übergang von Rechensteinen zum Abakus und schließlich zum indischen Stellenwertsystem wird die unmittelbare Entsprechung von Rechenelement und der dadurch repräsentierten Anzahl zunehmend aufgeweicht. Mit der Algebra haben wir das Buchstabenrechnen eingeführt, den formalen Umgang mit willkürlich gewählten Zeichen. Diese Ablösung vom Zahlbegriff markiert den Wechsel vom Rechnen mit Zahlen zum Rechnen mit Strukturen. Damit ist der Weg frei zum Leibniz'schen Kalkülbegriff: jedes Zeichen eines Kalküls kann durch fortwährende Anwendung der Operationen aus den Grundzeichen gewonnen werden. Die Erzeugbarkeit der Zeichen ist entscheidend, nicht ihr Aussehen. Eines der mächtigsten formalen Hilfsmittel unserer Zeit, die Turing-Maschine, verlangt nur noch ein festes Alphabet von Zeichen - endlich, aber arbiträr - und eine Menge von Operationen, um diese Zeichen

an den entsprechenden Positionen eines beliebig langen Bandes lesen und schreiben zu können. Dadurch, daß die Zeichen der Turing-Maschine selbst nichts ausdrücken, können sie für alles stehen. So wird sie zum mächtigsten 'Ausdrucksmittel' der Informatik, der universellen Turing-Maschine - Modell des Berechenbaren schlechthin.

## Sinneswelten und Datenräume

Was wir an Denkleistungen vollbringen, vollziehen wir über unsere Sinne. Je weniger wir die Differenziertheit unserer Sinne nutzen können, desto schwächer sind folglich unsere kognitiven Leistungen bzw. desto größer ist der Lernaufwand, den wir spendieren müssen, um mit den Geräten umgehen zu können. Das erklärt auch, warum graphische Benutzungsoberflächen einen so großen Erfolg haben. Mußte man zuvor die Kommandos und ihre Syntax auswendig kennen, wählt man jetzt aus einem Menue aus. Der Bildschirm zeigt in seinem räumlichen Aufbau, was der Rechner im System hat. Veränderungen sind in einem zweidimensionalen Raum sinnlich erfahrbar - Aktion und Rückmeldung sind, zumindest im Idealfall, unmittelbar miteinander gekoppelt.

Genau hier greifen künstliche Wirklichkeiten ein, erweitern das Aktions- und Bewegungsfeld um eine weitere Dimension. Schon mit der herkömmlichen Technik (Bildschirm, Maus und Tastatur) können allein durch die dreidimensionale Aufbereitung von Datenstrukturen enorme Verbesserungen erzielt werden. Mit dem Information Visualizer, entwickelt bei Xerox PARC, können Baumstrukturen mit etwa 600 Verzeichnissen und 10.000 Dateien dargestellt und effektiv bearbeitet werden.<sup>12</sup> Der Mensch schaut nicht mehr auf eine Datenwelt, sondern scheint sich in ihr zu bewegen.

In dieser Hinsicht sind künstliche Erfahrungsbereiche auch nicht neu. Mit Flugsimulatoren schaffen wir künstliche Welten, die mittlerweile sogar so 'real' sind, daß die Piloten auf ihnen ihr Flugstundensoll ableisten, weil sie im "Normalflug" meist den Autopiloten eingeschaltet haben müssen, um Treibstoff zu sparen. Neu ist also nicht, daß mit Hilfe von Computern künstliche Erfahrungsbereiche geschaffen werden, sondern daß die Ein-/Ausgabemedien näher an den Menschen rücken. Beispielsweise in Form von Bildschirmgeräten, die in einem Helm unmittelbar vor den Augen untergebracht sind (head mounted display), um eine stereoskopische Sicht zu ermöglichen. Oder Datenhandschuhe (data gloves), mit denen man die sichtbaren Objekte quasi 'greifen' kann, sowie Datenanzüge (data suits), die, ebenso wie der Datenhandschuh, die räumliche Bewegung des Kyberneten an den Computer übermitteln.<sup>13</sup> Das Drehen des Kopfes verändert das stereoskopische Bild - zur Orien-

tierung gibt es jetzt nicht nur oben/unten und rechts/links, sondern auch vorne/hinten. Der Kybernetiker kann so zur Interaktion eine Fähigkeit nutzen, die er ohnehin schon besitzt und nicht erst mühsam erlernen muß: die Orientierung im dreidimensionalen Raum. Hinzu kommt, daß teilweise bisher nicht genutzte Wahrnehmungskanäle angesprochen werden, z.B. durch taktile Rückmeldungen (tactile feedback).<sup>14</sup> Der Flaschenhals der Wahrnehmung, bedingt durch Mattscheibe und Tastatur, wird erweitert.

Mehr Sinnlichkeit bringt mehr Sicherheit und mehr Informationen, denn künstliche Wirklichkeiten, ebenso wie andere, flache Datenwelten, verkörpern nicht nur ein externes Gedächtnis, sondern sie geben uns auch Antworten auf ganz spezielle Fragen und auf die spezifische Art und Weise, wie wir sie stellen. Differentialgleichungssysteme können uns allgemein Auskunft darüber geben, ob ein Tragflügel genügend Auftrieb entwickelt wird, aber sie liefern nur Näherungen und Rechenfehler sind schwer zu erkennen. Ein Modell im Windtunnel dagegen zeigt uns die genauen Strömungsverhältnisse, aber nur für einen speziellen Fall, bzw. das spezielle Modell. Im Prinzip weiß man, wie es zu sein hat, doch ob das im aktuellen Fall auch so zutrifft, bedarf der Überprüfung. Mit künstlichen Wirklichkeiten soll vor allem das, was bereits rechnerisch bekannt oder symbolisch spezifizierbar ist, dreidimensional erfahrbar und damit gewissermaßen überprüfbar werden; so werden neue Sichten gewonnen und damit neue Einsichten. Es geht darum, Häuser, die noch nicht gebaut, aber schon detailliert geplant sind, 'begehbar' zu machen, oder Molekülkräfte, die bisher nur rechnerisch 'erfahrbar' waren, als tatsächliche Kräfte über einen Handmanipulator der Wahrnehmung zu erschließen. Es geht weniger um neue Wirklichkeiten als vielmehr um neue Wahrnehmungsperspektiven auf bereits prinzipiell Bekanntes. Denn nur für etwas Bekanntes können die Entwickler künstlicher Wirklichkeiten die möglichen Effekte und Reaktionen des Systems im Vorhinein festlegen, können sie entscheiden, ob die zugrundegelegten Regeln und Formeln stimmig und dem Gegenstandsbereich angemessen sind.

Wir haben gelernt, Landkarten anzufertigen, künstliche Landschaften. Sie ersetzen nicht das Territorium, das sie repräsentieren, und sie sind flach. Nicht so ist eine 'begehbare' Landkarte, die zwar ebenso künstlich ist und genauso wenig das Territorium ersetzt, dafür aber ganz andere Erkundungsmöglichkeiten anbietet. Mit der dreidimensionalen Erschließung von Datenwelten gibt es eine ungeheure Fülle von neuen Ausdrucks- und Handlungsmöglichkeiten in der Raum-Zeit-Koordination. Man denke nur daran, eine Datenbank zu erwandern, sich Zahlengebilde anzusehen, oder Lagerbestandsdaten zu überprüfen. Gegenüber einer flachen, zweidimensionalen Anordnung von

Objekten kann man hier eventuell tatsächlich direkt manipulieren.

Diese Beispiele sind nicht allzuweit entfernt von einem anderen Anwendungsbe- reich und zugleich einem Vorläufer von künstlichen Wirklichkeiten, der Fernsteuerung von technischen Systemen und Gerä- ten. Eine typische Konfiguration sieht so aus, daß der Mensch das Bild einer auf einer Maschine oder einem Roboter montierten Kamera auf einem Fernseh- schirm betrachtet und über Steuergeräte (z.B. Hebel, Knöpfe, Schieber oder Tasten) entsprechende Operationen veranlaßt. Er sieht gewissermaßen mit den Augen des Ge- rätes, und vielfach werden seine eigenen Be- wegungen direkt in analoge Bewegungen der Maschine umgesetzt. Es gibt einen eigen- en Fachbegriff, Telepresence (Fernanwesenheit), obwohl anzumerken ist, daß die Begriffe Telepresence und Cyberspace oft synonym verwendet werden.<sup>15</sup> Das macht auch Sinn, denn sowohl reale, aber weit ent- fernte, als auch simulierte Objekte können mit derselben Interaktionstechnik manipu- liert und wahrgenommen werden. Diesbe- züglich macht es keinen Unterschied, ob der Ort des Geschehens tatsächlich existiert oder nur errechnet, d.h. simuliert ist.

Nicht in der Simulation, sondern in der Interaktion liegt das entscheidende Quali- tätsmerkmal dieser Technik. Insofern steht Telepresence für einen Trend, der vor allem im Bereich der künstlichen Intelligenz er- kennbar ist: interaktive Unterstützung statt Ersetzung, weg von sogenannten "intelligen- ten" Maschinen bzw. "autonomen" Robo- tern, hin zu Expertenunterstützungssyste- men und Teleoperatoren, d.h. Geräten, die vom Menschen kontrolliert, gesteuert und punktuell gezielt eingesetzt werden.<sup>16</sup> Die Steuerung von Teleoperatoren geschieht durchweg in Echtzeit und erfordert meist unmittelbare taktile und kinästhetische Rückkopplung, um z.B. physisch vorhande- ne Objekte auch sicher greifen und bewegen oder ein Flugobjekt zuverlässig steuern zu können. Das muß aber nicht immer so sein.

In einer virtuellen Welt sind nicht nur die Objekte, sondern auch die ausgelösten Ak- tionen errechnet. Ein eiförmiges Gebilde beispielsweise, gegriffen mit dem Daten- handschuh, hat man fest im Griff, sobald die Finger es sichtbar berühren. Nun liefert ein Datenhandschuh keine taktile Rückmeldung und sensorisch erfaßt wird nur die Krüm- mung der Finger, nicht der Druck, den sie ausüben. Größerer Druck bleibt wirkungs- los, denn das optisch-geometrische Kriteri- um für Berühren ist davon ebenso unabhän- gig wie von einer weiteren Krümmung der Finger. Beim Teleoperator gilt dagegen ein physikalisches Kriterium für Greifen, das durch Gewicht, Reibungskoeffizienten und Druck bestimmt wird. Wird der Druck zu stark, platzt das Ei, ist er zu schwach, fällt es trotz Berührung zu Boden.

Im Cyberspace ist eine voll- ständige, alle Sinneskanäle an- sprechende Rückmeldung meist nicht erforderlich oder sogar stö- rend. Doch selbst in der Welt des Telepresence steht die Vollstän- digkeit der Rückmeldung nicht im Vordergrund. Beispielsweise sind sich die Experten nicht sicher, ob das Gefühl, wirklich am Ort des Geschehens zu sein, be- züglich der Zuverlässigkeit, Ge- nauigkeit, oder Schnelligkeit von Steueranweisungen über- haupt eine Verbesserung bringt. Skepsis ist verbreitet. Sicher ist nur, daß man auf keinen Fall die genauen Umgebungsbedingun- gen (z.B. Hitze, Radioaktivität, Schüttelbewegungen, etc.) nachbilden will.

Doch nicht nur Objekte und physikalische Phänomene gibt es in virtuellen Welten, sondern alles, was mit dem Rechner ver- arbeitet werden kann. Eine inter- essante Frage bei der Gestaltung künstlicher Wirklichkeiten ist deshalb die nach dem Zu- sammenwirken von Wort und Bild, von Be- wegen und Sprechen. Im Vordergrund steht bisher die Bewegung in einem sichtbaren Raum. Aber kann man in einer künstlichen Wirklichkeit auch über diese Wirklichkeit sprechen? Wohl kaum, denn bis auf die sich heute bereits abzeichnenden technischen Möglichkeiten der Spracherkennung und -synthese wird jede vernünftige Unterhaltung über das, was in diesen virtuellen Welten geschieht, unweigerlich an den bekannten Grenzen künstlicher Intelligenz scheitern.

Spannend jedoch ist die andere Rich- tung. Nicht Sprachverstehen durch die Ma- schine, sondern eine neue Art der Spracher- fahrung durch den Menschen: die Gramma- tik als ein sinnlich erfahrbares Kraftfeld bei- spielsweise, oder eine Geschichte als ein zu erwanderndes Netz von Worten und Bildern, ein Hyper-Comic. Wie auch immer, bisher haben die meisten von uns einen Text nur gesprochen oder geschrieben, vielleicht auch getippt. Bei modernen Textsystemen schauen wir bereits durch ein sogenanntes Fenster und bewegen dieses über die Texte. Wir spalten sie auf und vervielfältigen sie durch Knopfdruck. Wir verändern die Zei- chen (Fonts), markieren Textteile und setzen Referenzen, ebenso wie wir Text- und Licht- marken positionieren und verschieben. Wir tippen nicht mehr nur Worte, sondern wir fangen an, sie zu verformen, verschieben, zerschneiden, mischen, gestalten, drehen, bebildern, vergrößern usw. Die möglichen Konsequenzen dieser Verschmelzung des Diskreten, Sequentiellen mit dem Analogem, Räumlichen, des Textuellen mit dem Bildli- chen sind bisher nicht mal ansatzweise durchdrungen; ebensowenig die Frage, was es wirklich nützt.



Ohne Kerbholz, Abakus, Papier und Blei- stift oder Rechenmaschinen kann der Mensch nicht rechnen. Ausnahme: das kleine oder große 1 x 1 - aber die sind aus- wendig gelernt. Die Abbildung zeigt ein zum Rechnen benutztes "Linienbrett" im 16. Jahrhundert.

### Zwischen Wahn und Wirklichkeit

Künstliche Wirklichkeiten sind weder künstlicher noch wirklicher als all die ande- ren Artefakte, die sich der Mensch im Laufe seiner kulturellen Entwicklung geschaffen hat. Nicht neue Wirklichkeiten, sondern neue Perspektiven auf die Wirklichkeit gilt es zu erkunden. Sinnlich erfahrbar soll dabei vor allem das werden, was ohnehin schon ein Modell, eine Zeichnung oder eine symboli- sche Beschreibung der Wirklichkeit verkör- pert, nicht die Wirklichkeit per se. Vorrangig geht es um das interaktive Erschließen von und Navigieren in dreidimensionalen Daten- räumen. Die besondere Qualität besteht dar- in, daß wir Daten nicht mehr nur als lange Zeichenketten aus Ziffern und Buchstaben erleben, sondern in einer Form, die dem, wofür sie stehen, recht nahe kommen kann. Einen Kreis zu sehen und zu verändern, hat eine andere Qualität, als ihn durch Angabe von Mittelpunkt und Radius mathematisch zu definieren. Speziell bei dynamischen Vor- gängen, z.B. Bewegungen, sind wir in ho- hem Maße auf unsere sinnliche Wahrneh- mung angewiesen. Aber das eine kann das andere nicht ersetzen - der Gewinn besteht darin, beides zu haben: Es geht um die sinn- liche Erweiterung unserer Erfahrungswelt durch die Schaffung reduzierter Wirklich- keiten. Nicht die Reduktion ist das Problem

bei künstlichen Wirklichkeiten, sondern daß sie zum Ersatz für andere Erfahrungen werden könnten, weil wir ihnen mehr Zeit widmen als den drängenden Problemen dieses Planeten. Bereits ein Zoo ist solch eine künstliche Realität, eine fragwürdige Sammlung von Lebewesen, eingezwängt in eine künstliche Umgebung, ursprünglich mit dem Ziel, auch armen Großstadtkindern eine exotische Tierwelt zu erschließen. Ein Besuch im Zoo vermittelt uns keinen Eindruck von der natürlichen Umgebung dieser Tiere noch von der Bedrohung und Zerstörung dieser Umwelt durch den Menschen und damit einhergehend von der Ausrottung ganzer Tiergattungen. Um Geld zu sparen, ersucht nun der Briten John Sunderland aus Leicester seine Regierung um Unterstützung für ein Worldlife Centre: ein Zoo, in dem der Besucher das einzige Lebewesen ist. Mit Datenhandschuhen und stereoskopischen Bildern soll er die Welt aus der Sicht der Tiere erleben und mit einer umfangreichen Bibliothek auf CD's sein Wissen computergestützt vertiefen können. Ob das den Tieren langfristig helfen wird?

Künstliche Wirklichkeiten nicht als Ersatz für Erfahrung, sondern als eine zusätzliche Erfahrung muß die Devise lauten. Denn Reduktion als Verlust an Sinnlichkeit geht mit einem Qualitätsverlust, einer Leistungs-minderung einher. Sinnverlust ist Entscheidungsverlust, nicht nur bei künstlichen Wirklichkeiten. Wer nur Personaldaten kennt aber keine Personen, kann nicht zum Nutzen aller verwalten. Und wer nur in Datenräumen lebt, auch wenn sie dreidimensional und bunt erscheinen, wird nicht an Erfahrung gewinnen, sondern verlieren.

Nicht die Künstlichkeit per se ist somit entscheidend, sondern wie diese künstlichen Welten in Beziehung zu der Einsatzumgebung stehen, in welchem Maße sie gegen äußere Einflüsse abgeschlossen sind und über welchen Zeitraum. Bezüglich der Interaktion mit künstlichen Wirklichkeiten, die für die Qualität eines Arbeitsplatzes entscheidend ist, gibt es zwei Arten der Abgeschlossenheit, eine technische und eine soziale. Der Grad der technischen Abgeschlossenheit ergibt sich daraus, inwieweit die auf eine Handlung erfolgende Rückmeldung errechnet worden ist. Ein System ist technisch vollständig abgeschlossen, wenn es keine Ereignisse oder Veränderungen gibt, die nicht von den Entwicklern des Systems antizipiert oder vorausberechnet worden sind. Teleoperatoren sind in diesem Sinne offen, denn die Verbindung von Operation und sensorischer Rückmeldung wird nicht vermittelt einer Berechnung hergestellt, sondern durch die physisch ablaufenden Prozesse.

Daneben gibt es eine soziale Abgeschlossenheit. Die Frage dabei ist, inwieweit das Arbeiten mit künstlichen Wirklichkeiten einen in sich abgeschlossenen Handlungsraum bedingt, d.h. nur die Personen, die sich in der künstlichen Welt befinden, miteinander

agieren. Bei einer einzelnen Person mag dies oft der Fall sein, aber nicht notwendigerweise. Wenn nämlich die Interaktion mit der künstlichen Wirklichkeit nur zeitlich und sensorisch punktuell erfolgt, die sensorische Rückmeldung also nicht den ganzen Wahrnehmungsraum ausfüllt und die motorischen Fähigkeiten des Menschen nicht vollständig von der Eingabe bzw. Steuerung des Systems absorbiert werden, bestehen Möglichkeiten zur Kommunikation mit anderen Personen. Diese Offenheit ist bereits auf der Ebene eines einzelnen Wahrnehmungskanals möglich. Beispielsweise muß, auch wenn die Technik heute noch kaum praktikable Alternativen zuläßt, die dreidimensionale Darstellung einer künstlichen Welt nicht unbedingt die Qualität eines hochauflösenden photographischen Abbildes haben und auch nicht notwendigerweise das gesamte visuelle Feld ausfüllen.

Das produktive Moment künstlicher Wirklichkeiten besteht weder im vollständigen Simulieren von Wirklichkeit, das schafft keine neuen Einsichten, noch im Erzeugen vollkommen neuartiger Erfahrungen. Virtuelle Theaterstücke beispielsweise, bei denen der Kybernaute selbst in Shakespeare's Hamlet eingreifen und mitspielen könnte, sind absurd. Entweder müßte jeder von uns ein Shakespeare sein, um das Stück gemäß der neu entstehenden Szenen entsprechend umschreiben zu können, was zwar sehr interessant, aber unrealistisch ist. Oder aber die Entwickler künstlicher Welten müßten bereits im Vorhinein all die Probleme bedacht und gelöst haben, die durch die Kybernaute erst noch kreiert werden, was noch unrealistischer ist. Es sei denn, es gäbe im Vorhinein feststehende Handlungsmuster. Unter diesen Umständen würde Hamlet wohl zu einem kommerziellen Serienhelden in einem Action-Video verkommen - sehr uninteressant, weil sattem bekannt; und mit Shakespeare hätte es auch nicht mehr viel zu tun. Nun denn, da wir Menschen sind, läßt sich auch mit Absurditäten Geld verdienen, oder Angst erzeugen oder Euphorie; zumindest eine Zeit lang.

Was ist nun das Fazit? Führen uns künstliche Wirklichkeiten in eine Welt neuer Erfahrungen, bereichern sie unsere Lebenswelt oder werden wir am Ende eher zu Sklaven, die sich an den Apparaten ihrer sinnlichen Lust verlieren? Technik-Pessimisten und -Optimisten werden entgegengesetzte Antworten finden. Recht haben sie zum Teil beide, doch gemäß der hier geschilderten Sichtweise überwiegt für mich der potentielle Nutzen, vor allem, wenn ich die Ziele und Ansprüche hinter künstlichen Wirklichkeiten mit denen der künstlichen Intelligenz vergleiche. Nutzen ist aber ein problematischer Begriff, schließt er doch nicht aus, daß wir die falschen Probleme sinnlich erschließbar machen. Wie in fast allen Bereichen, spielt z.B. auch hier das Militär eine nicht unerhebliche Rolle. Telepresence auf

dem atomar und chemisch verseuchten Schlachtfeld, effizienter vernichten in 3-D und Stereosound - Welch grandiose Entwicklung des menschliche Geistes. Allerdings gibt es Berichte, denen zufolge sich die führende Firma auf diesem Gebiet, die von Cyberspace-Guru und Datenhandschuh Erfinder Jerome Lanier gegründete VPL Research Inc, weigern soll, militärische Aufträge anzunehmen. Weiter so, Kybernaute.

Reinhard Keil-Slawik ist seit dem 1. 9. 92 Hochschullehrer für Informatik und Gesellschaft an der Universität - GSH - Paderborn. Von 1979-92 arbeitete er an der TU Berlin als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Hochschulassistent in der Forschungsgruppe Softwaretechnik. Er ist Mitbegründer des Wissenschaftsclubs Berlin e.V. und des Forums InformatikerInnen für Frieden und gesellschaftliche Verantwortung FIFF e.V.

#### Anmerkungen:

- 1 Krämer, S.: Geistes-Technologie. Über syntaktische Maschinen und typographische Schriften. In: Rammer, W., Bechmann, G. (Hg.): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 5, Campus: Frankfurt a.M. 1989
- 2 Marktübliches Schlagwort zur Charakterisierung graphischer Benutzungsoberflächen.
- 3 "Realität = Gemeinschaft": v. Foerster, H.: Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie. Vieweg: Braunschweig Wiesbaden 1985, S.41
- 4 Habermas, J.: Theorie des kommunikativen Handelns. Band 2; Suhrkamp: Frankfurt a.M. 1982, S.34
- 5 Diesen Hinweis verdanke ich dem Sprachwissenschaftler Hartmut Sörgel.
- 6 Siehe Leroi-Gourhan, A.: Hand und Wort. Über die Evolution von Technik, Sprache und Kunst. Suhrkamp: Frankfurt a.M. 1988
- 7 Vgl. Elias, N.: Über die Zeit. Suhrkamp: Frankfurt a.M. 1988
- 8 Vgl. die Studien in: Damerow, P., LeVèvre, W. (Hg.): Rechenstein, Experiment, Sprache. Historische Fallstudien zur Entstehung der exakten Wissenschaften. Klett-Cotta: Stuttgart 1981
- 9 Vortrefflich dargestellt in: Foucault, M.: Archäologie des Wissens. Suhrkamp: Frankfurt a.M. 1981
- 10 Siehe dazu: Lyons, J.: Semantik. C.H. Beck: München 1980, S.115ff
- 11 Beispiele für solche additiven Zahlensysteme finden sich in: Ifrah, G.: Universalgeschichte der Zahlen. Campus: Frankfurt a.M. 1986
- 12 Clarkson, M.A.: An Easier Interface. Byte, Vol. 16 No. 2, February 1991.
- 13 Siehe:
  - Foley, J.D.: Neuartige Schnittstellen zwischen Mensch und Computer. Spektrum der Wissenschaft, Dezember 1987
  - Teilo, E.R.: Between Man and Machine. New advances in user interface technology could change the way we interact with our computers. Byte, Vol. 13 No. 9, September 1988
  - Fisher, S.S., Tazelaar, J.M.: Living in a Virtual World. Stereoscopic
- 14 Vgl. Rheingold, H.: Travels in Virtual Reality. Whole Earth Review, Summer 1990
- 15 Siehe z.B.: Fisher, S.S.: Wenn das Interface im Virtuellen verschwindet. In: Waffender, M. (Hg.): CYBERSPACE. Aufsätze in virtuelle Wirklichkeiten. Rowohlt: Reinbek b. Hamburg 1991. Vision lets you enter 360-degree 3-D virtual environments - and do real work there. Byte, Vol. 15 No. 7, July 1990
- 16 Utal, W.R.: Teleoperators. Scientific American, December 1989