



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

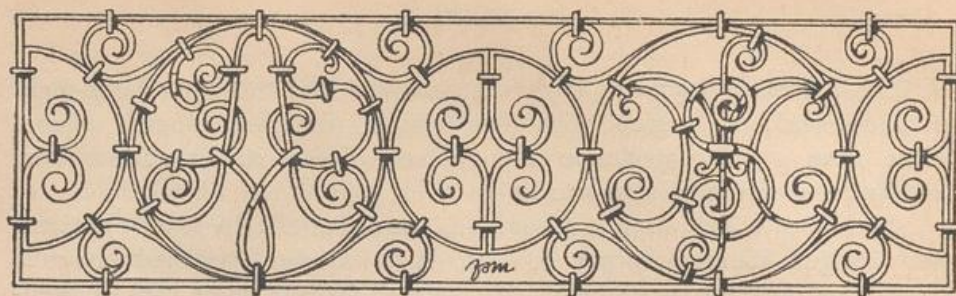
Handbuch der Schmiedekunst

Meyer, Franz Sales

Leipzig, 1893

I. Technologisches in Bezug auf das Material.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-74122](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-74122)



Erster Abschnitt.

Technologisches in Bezug auf das Material.

I. Das Eisen überhaupt.

Das Eisen (lateinisch: ferrum, französisch: fer, englisch: iron) zählt zu den sog. unedlen Metallen. Das chemisch reine Eisen ist ein Element oder Grundstoff ($\text{Fe} = 56$) und hat nur wissenschaftliches Interesse. Das in der Technik verwendete Eisen ist nicht chemisch rein, ebensowenig wie das in der Natur vorkommende. Die Eisenerze sind durchschnittlich Verbindungen des Eisens mit Sauerstoff; wird diesen Oxyden durch Glühen im Kohlenfeuer der Sauerstoff entzogen, wobei das Eisen Kohlenstoff aufnimmt, so entsteht das technische Eisen.

Der grössere oder geringere Gehalt an Kohlenstoff bedingt die technisch wichtigen Eigenschaften des Eisens, während andere Beimengungen sich nur zum Teil als nützlich erweisen, vielfach aber die Brauchbarkeit des Materials verringern oder ausschliessen. Das Roh- oder Gufseisen hat im allgemeinen den grössten Kohlengehalt, das Schmiedeseisen den geringsten; in der Mitte steht der Stahl.

Die hauptsächlich in Betracht kommenden Eisenerze sind:

1. der Magneteisenstein (Eisenoxyduloxyd mit 72% Eisengehalt), das beste und u. a. das geschätzte schwedische Eisen liefernd;
2. der Hämatit (Eisenoxyd mit 70% Eisengehalt). Seine Hauptformen sind der Eisenglanz (Schweden, Lappland, Insel Elba) und der Roteisenstein (Deutschland, Frankreich, England, Spanien, Afrika);

3. der Brauneisenstein (Eisenoxydhydrat mit 50 bis 60% Eisen-
gehalt). Eine besondere Form desselben ist das Bohnerz
(Luxemburg, Lothringen, Rheinland, Thüringen, Kärnten, Böhmen,
Belgien);
4. der Spateisenstein (kohlensaures Eisenoxydul). Er liefert nur
bis zu 48% Eisen, ist aber gut zu verhütten (Siegerland, Steyer-
mark, Thüringen). In Form von Nieren und Kugeln heißt er
Sphärosiderit. Der thonige Eisenstein und der Kohlen-
eisenstein (Blackband) sind für England und überhaupt die
meist verwendeten Eisenerze;
5. der Raseneisenstein, auch Sumpferz genannt. Dieser Oxyd-
schlamm bildet sich durch Ablagerung des Eisengehaltes mooriger
Gewässer (Norddeutsche Tiefebene, Schlesien, Holland, Ruß-
land etc.).

Das Vorkommen dieser Erze erstreckt sich auf die ganze Erd-
oberfläche. An der Verarbeitung derselben beteiligen sich gegenwärtig
vornehmlich England, Nordamerika, Deutschland, Frankreich, Belgien,
Oesterreich-Ungarn, Rußland und Schweden.*)

Nachdem die Eisenerze entsprechend zerkleinert (Pochen,
Quetschen, Walzen) und sortiert und ausgelesen sind (Handschei-
dung), welchem Verfahren gewöhnlich durch Abliegen- oder Ver-
witternlassen oder durch die Röstung (Erhitzen in freien Haufen
oder in Oefen) vorgearbeitet wird, folgt dieser mechanischen Auf-
bereitung die Gattierung und Beschickung. Als solche be-
zeichnet man das Mengen eisenreicher und eisenarmer Erze im rich-
tigen Verhältnis, beziehungsweise die Beimengung erdiger Substanzen
(taubes Gestein) zum Zwecke einer geregelten Schlackenbildung, die
für den nachfolgenden Schmelzprozess von größter Wichtigkeit ist.
Flussspat, Kalk, Thon, Quarz und Mergel sind die gebräuchlichsten
Flufsmittel. Außer den Eisenerzen dient auch altes Eisen (Alteisen)
mit zur Gewinnung von Roheisen.

Die Schmelzung der Erze geschah ursprünglich in Herden, sog.
Renn- oder Luppenfeuern vor dem Gebläse, wobei jedoch kein
Roheisen, sondern Schmiedeeisen oder stahlartiges Schmiedeeisen erzielt
wurde. Zu Ende des 15. Jahrhunderts kamen die Schmelzöfen in
Anwendung, die sich aus bescheidenen Anfängen allmählich zu den
heute allgemein gebräuchlichen Hochöfen entwickelten. Der
Schmelzprozess im Hochofen erfolgt unter Zuführung von er-

*) Die Roheisenproduktion des Jahres 1882 ergibt folgende Zahlen:

Großbritannien . . .	8 620 000 Tonnen	Rußland	463 000 Tonnen
Vereinigte Staaten . .	4 700 000 „	Schweden	399 000 „
Deutschland	3 172 000 „	Spanien	120 000 „
Frankreich	2 033 000 „	Italien	25 000 „
Belgien	717 000 „	Andere Länder . . .	102 000 „
Oesterreich-Ungarn . .	530 000 „		

hitzter Gebläseluft in ununterbrochenem Betrieb ($1\frac{1}{2}$ bis 20jährige Campagne). Durch die obere Mündung (Gicht) des Ofenschachtes werden die Erze und das Brennmaterial, sowie die Zuschläge aufgegeben; am unteren Ende wird durch das Stichloch das geschmolzene Eisen von Zeit zu Zeit abgelassen (alle 12 bis 24 Stunden).

In früheren Zeiten bediente man sich durchgängig der Holzkohle als Brennmaterial; mit der Einführung der billigeren Steinkohle siedelten die Eisenhütten aus den holzreichen Distrikten in die Steinkohlenbezirke über. Es bieten sich demnach der Roheisenproduktion die günstigsten Vorbedingungen da, wo das natürliche Vorkommen der Eisenerze mit demjenigen der Steinkohle zusammenfällt. Aehnlich wie das Holz zu Holzkohle, so wird die Steinkohle in Koks verwandelt, um verwendet werden zu können. Auf den Zentner Roheisen rechnet man 1,3 Zentner Koks.

Wie bereits oben erwähnt, bestimmt der grössere oder geringere Kohlenstoffgehalt den Unterschied der drei Hauptarten des Eisens. Hieraus allein lassen sich jedoch die Uebergangsgrenzen nicht feststellen, weil noch andere Beimengungen des Eisens (Mangan, Phosphor, Silicium, Arsen, Schwefel) die Eigenschaften desselben bedingen. Man kann das Eisen als Schmiedeseisen bezeichnen, wenn es nach dem Ablöschen in Wasser nicht merklich an Härte zunimmt und schweißbar ist. Als Stahl kann man das schmied- und schweißbare Eisen betrachten, welches sich härten läßt und nach dem Ablöschen am Feuerstein Funken giebt. Roh- oder Gufseisen ist das nicht hämmer- und schweißbare Eisen.

Man hat bis in die neueste Zeit die verschiedenen Arten des Eisens nach diesen drei Grundformen getrennt und auseinandergehalten. Die Fortschritte auf dem Gebiete der Eisenerzeugung mit ihren neuen Verfahren haben aber eine Reihe von Zwischen- und Uebergangsformen geschaffen, so daß die alte Einteilung nicht mehr haltbar erscheint, wenngleich sie auch im gewöhnlichen Leben und Sprachgebrauch noch längere Zeit beibehalten werden wird. Bevor die verschiedenen Eisenarten zur Besprechung kommen, möge deshalb auf nebenstehender Seite ein Schema Platz finden, wie es die neuere Technik aufgestellt und allgemein angenommen hat.

2. Das Roh- oder Gufseisen.

Das Roh- oder Gufseisen (französisch: fonte crue, englisch: Pig-iron) führt den ersteren Namen in der Form unverarbeiteter Blöcke, den letzteren in der Form fertiger Gegenstände. Es hat einen Kohlenstoffgehalt von 2,3—6%; es schmilzt bei $1050-1300^{\circ}$ C. und im allgemeinen um so leichter, je grösser sein Kohlenstoffgehalt ist. Das spezifische Gewicht beträgt 6,7—7,8, im Mittel 7,25. Die Widerstandsfähigkeit in Bezug auf Druck (rückwirkende Festigkeit) ist ver-

Einteilung der verschiedenen Eisenarten.

I. Nicht schmiedbares Eisen (Roheisen).

Leichter schmelzbar,
beim Erhitzen plötzlich schmelzend.

A. Weisses Roheisen.

Kohlenstoff chemisch gebunden. (Ohne wesentlichen Graphitgehalt)

Spiegeleisen
Weisstrahl
Gewöhnliches Weisseisen

B. Graues Roheisen.

(Zu Gufswaren verwendet, Gufseisen genannt.)

Kohlenstoff größtentheils als Graphit ausgeschieden

Lichtgraues Roheisen
Dunkelgraues Roheisen

Halbirtes Roheisen (Forelleneisen, ein Gemenge von weisem und grauem Roheisen.)
Stark halbirt (Weisseisen vorwaltend)
Schwach halbirt (graues Eisen vorwaltend)

II. Schmiedbares Eisen.

Schwer schmelzbar,
beim Erhitzen allmählich erweichend.

A. Stahl.

Gut härtbar

Während der Herstellung flüssig (homogen)

1. Flusstahl (Schlackenfrei).
Bessemerstahl
Siemensstahl
Martinstahl
Uchatiusstahl
Gufsstahl, d. i. ungeschmolzener Tiegelzementstahl

2. Schweißstahl (Schlackenhaltig).
Rennstahl
Herdfrischstahl
Puddelstahl
Zementstahl
Gärbstahl

B. Schmiedeseisen.

Kaum härtbar

Während der Herstellung flüssig (homogen)

1. Flusseisen (Schlackenfrei).
Bessemereseisen
Siemenseseisen
Martineseisen
Pernoteisen

2. Schweißeseisen (Schlackenhaltig).
Renneisen
Herdfrischeisen
Puddeleisen
Geschweißtes Packeteisen

hältnismäßig groß, diejenige auf Zug (absolute Festigkeit) verhältnismäßig gering. Eine besondere Eigenart des Gufseisens ist das Quellen, die beim Erhitzen erfolgende und nach dem Erkalten verbleibende Raumvergrößerung.

Man unterscheidet weißes Roheisen oder Hartfloß (Spiegelisen, Weißstrahl und gewöhnliches Weißisen) und graues Roheisen oder Weichfloß. Halbirtes Eisen hält die Mitte; es ist stark oder schwach halbiert, je nachdem es sich mehr dem Hart- oder Weichfloß nähert. Das weiße Roheisen ist kristallinisch, spröde und spezifisch schwer und hat ein Schwindmaß d. h. eine lineare Verkürzung des Gufsstückes gegenüber der Gufßform von 2 bis 2,5⁰/₁₀. Das graue Roheisen ist von körnigem Bruch, spezifisch leichter, weicher, zäher und besser zu bearbeiten als das weiße; es ist dünnflüssiger und füllt infolge dessen beim Gießen die Form besser aus; sein Schwindmaß beträgt durchschnittlich 1,5⁰/₁₀. Das graue Eisen enthält seine Kohle zum Teil in der Form von Graphit.

3. Der Stahl.

Der Stahl (acier, steel) hat einen Kohlenstoffgehalt von 0,6 bis 2,3⁰/₁₀; er schmilzt bei 1300 bis 1800⁰ C. Sein spezifisches Gewicht beträgt 7,4 bis 8,0; im Mittel 7,7.

Bei der ursprünglich üblichen Eisenproduktion im Herde, in den Renn- oder Luppenfeuern und in kleinen Oefen wurde der Stahl gewissermaßen zufällig erzeugt, da das gewonnene Eisen stets einen mehr oder weniger stahlartigen Charakter hatte. (Rennstahl.) Die heute üblichen, rationellen Stahlbereitungsmethoden lassen sich der Hauptsache nach auf drei Arten zurückführen. Erstens kann der Stahl erzeugt werden, indem dem flüssigen Roheisen durch Luftzufuhr ein Teil des Kohlengehaltes entzogen wird. Dies geschieht entweder durch das Frischen oder Puddeln in Herden oder Oefen bei mäßigem Gebläse unter der abschließenden Schlackendecke (Frischstahl, Puddelstahl), oder indem man durch das flüssige, in birnförmige Retorten gefüllte Roheisen einen Luftstrom bläst, der einen Teil des Kohlenstoffs verbrennt und die unverbrennbaren Beimengungen und Schlackenteile auswirft (Bessemerstahl). Hierbei geben die Schlackenprobe und wohl auch die Spektralanalyse einen Anhalt für die jeweilige Fortschreitung des Prozesses.

Die zweite Art besteht darin, daß dem Schmiedeeisen, welches wie erwähnt den geringsten Kohlenstoffgehalt hat, durch Zufuhr des letzteren der Stahlcharakter verliehen wird. Zu diesem Zwecke werden Schmiedeeisenstäbe in geschlossenen Kasten in einer Umhüllung von Zementierpulver (stickstoffhaltige Kohle; Holzkohle, Horn- und Lederabfälle etc.) im Flammenofen solange der Weißglühhitze ausgesetzt, bis der Ueberführungsprozess vollendet ist (Zementstahl).

Eine dritte Art der Stahlerzeugung ergibt sich gewissermaßen durch Kombination der beiden vorerwähnten Methoden. Es werden Schmiedeeisen und Roheisen in einer Weise gemengt, dafs als Mittelprodukt Stahl entsteht.

Der Umstand, dafs der sog. Gärbstahl sowohl, welcher aus dem durch Frischen oder Puddeln erhaltenen Rohstahl durch Schweißen, Aushämmern und Walzen erzielt wird, sowie der Zementstahl keine zuverlässige Gleichheit im Innern sichern, hat zur Umschmelzung dieser Stahlarten zu einer blasenfreien, gleichmäßigen, homogenen Masse Veranlassung gegeben (Gufsstahl, Tiegelstahl), wobei durch gewaltige Bearbeitung des glühenden Gufsstückes unter dem Dampfhammer nachgeholfen wird.

Der Uchatiusstahl ist das Resultat der praktischen Durchführung eines schon früher aufgetauchten Versuches, Stahl durch Verschmelzung von Eisen und Eisenoxyden zu gewinnen. Der Anwendung des Verfahrens muß die Granulierung oder Körnung des Roheisens vorangehen.

Der Martinstahl entsteht, indem Roheisen durch Beigabe von Eisenspat in Schmiedeeisen verwandelt und diesem wieder Roheisen beigemengt wird.

Die Festigkeit des Stahls (absolut, relativ und rückwirkend) ist eine große; die technisch wichtigste Eigenschaft desselben ist jedoch die Veränderlichkeit seiner Härte, nach welcher er einerseits sehr elastisch, andererseits äußerst spröde sein kann. Glühender Stahl, langsam abgekühlt, wird weich und leicht bearbeitbar; rasch abgekühlt wird er hart, sogar so hart, dafs er sich pulvern läßt. Dieses merkwürdige Material läßt sich also mit Leichtigkeit durch sich selbst bearbeiten, feilen, bohren etc. Durch gelindes Erhitzen (Anlassen) wird spröder Stahl elastisch. Einen Gradmesser bilden hierbei die Anlauffarben, wie sie sich auf blankem Stahl beim Anlassen zeigen. Dieselben erscheinen in folgender Ordnung:

blafsgelb	bei 220 ⁰ C.	purpurgleichfarbig	bei 277 ⁰ C.
strohgelt	„ 230 „	hellblau	„ 288 „
braun	„ 255 „	dunkelblau	„ 297 „
purpurfleckig	„ 265 „	schwarzblau	„ 316 „

Wird die Erhitzung weiter fortgesetzt, so wiederholt sich diese Skala noch einmal weniger deutlich in rascherer Folge. Durch zu häufiges starkes Glühen (Ueberhitzen, Verbrennen) wird der Stahl schlecht und nähert sich dem Schmiedeeisen bezüglich seiner Eigenschaften.

4. Das Schmiedeeisen.

Das Schmiedeeisen (fer, fer forgé, soft-iron) hat einen Kohlenstoffgehalt von 0,05 bis 0,6⁰/₁₀₀. Es schmilzt bei 1800 bis 2250⁰ C. (Die Schmelztemperaturangaben der drei Eisenarten können blofs als relativ

und annähernd gelten, da eine exakte Messung solch hoher Temperaturen nicht möglich erscheint.) Praktisch verwendet ist Schmiedeeisen als nicht schmelzbar zu betrachten. Das spezifische Gewicht schwankt zwischen 7,3 und 8,1; als Mittelwert wird gewöhnlich 7,7 oder 7,8 gerechnet. Die Widerstandsfähigkeit auf Zug (absolute Festigkeit) ist eine große; etwas geringer sind die relative und die rückwirkende Festigkeit. In Bezug auf die beiden anderen Eisenarten ergeben sich folgende Festigkeitskoeffizienten in Kilogrammen pro Quadratcentimeter ausgedrückt:

Gufseisen	auf Druck	7000,	auf Zug	1300.
Stahl	„	6000 bis 10000,	„	6000 bis 8000.
Schmiedeeisen	„	3000,	„	4000 „ 6000.

Das Schmiedeeisen ist weicher als Gufseisen und Stahl und läßt sich am leichtesten bearbeiten; man kann es kalt biegen und hämmern. Es hat eine körnige oder faserige Textur (Feinkorneisen, sehniges Eisen). Durch fortgesetzte Erschütterungen kann die Textur sich ändern und die Festigkeit sich vermindern. Durch Ablöschen in kaltem Wasser wird Schmiedeeisen nur unbedeutend härter. Durch Hämmern, Ziehen und ähnliche Prozeduren wird es härter und elastischer; durch Ausglühen wird es wieder weich und geschmeidig. Während des Glühens durchläuft es mit steigender Hitze verschiedene Stadien; es wird erst rot-, dann weißglühend, wobei die Farbe vom dunkeln Rot bis zum blendendsten Weiß sich steigert. In der Weißglühhitze wird das Schmiedeeisen derart erweicht, daß es mit Leichtigkeit gebogen, gestreckt und anderweitig bearbeitet werden kann; es wird schweißbar, d. h. es können getrennte Eisenstücke in eines zusammengeschlagen werden. Diese Schweißbarkeit ist eine der hervorragendsten Eigenschaften für die technische Verwendbarkeit. Während des Glühens oxydiert die Oberfläche des Schmiedeeisens; es bildet sich der abfallende Glühspan oder Hammer Schlag; der hiermit verbundene Materialverlust heißt Abbrand.

Was die Erzeugung des Schmiedeeisens betrifft, so ist zunächst der früher üblichen Renn- oder Luppenarbeit Erwähnung zu thun. Die im Holzkohlenfeuer unter Einwirkung der Gebläseluft direkt aus den Eisenerzen gewonnenen teigigen Eisenklumpen heißen Luppen und werden mit dem Hammer weiter ausgeschmiedet. Da diese Methode wenig ausgiebig ist und einen großen Kohlenverbrauch bedingt, so ist sie nahezu außer Gebrauch gekommen und durch die verschiedenen Arten der Frisch- oder Puddelarbeit ersetzt, durch die Ueberführung von weißem oder grauem Roheisen in Schmiedeeisen.

Das Frischen geschieht in sog. Frischherden. Das Roheisen schmilzt bei lebhaftem Holzkohlenfeuer tropfenweise ab, fällt durch die Gebläseluft, wird hierbei entkohlt und sammelt sich am Boden in teigigen Klumpen, die durch mechanisches Zerteilen, Umwenden etc. wiederholt der Gebläseluft ausgesetzt werden. Durch den Frisch-

prozess erfährt das Material gleichzeitig eine Reinigung und Befreiung von fremden Beimengungen. Bei Anwendung von vorzüglichem Rohmaterial führt der Prozess auf das erste Mal zum Ziele (Einmalschmelzerei oder Schwalarbeit). Bei weniger gutem Material wird das Eisen nur halbgar; dem erstmaligen Feinen folgt ein zweites Frischen (Zweimalschmelzerei, Wallonenschmiede). Wird bei dreimaligem Frischen das Material erst gefeint, das zweite Mal stahlartig gemacht und erst zum drittenmal zu Schmiedeeisen gargefrischt, so kommt die Dreimalschmelzerei in Anwendung. (Deutsche Frischarbeit, Aufbruchschmiede.)

Die Ueberführung des Roheisens in Schmiedeeisen vermittelt des Puddelns erfolgt bei Steinkohlenfeuer in Puddelöfen, wobei die Kohlen ihres Schwefelgehaltes wegen mit dem Eisen nicht in Berührung kommen dürfen. Das Rohmaterial wird in einem vom Feuer getrennten Raum eingeschmolzen und durch kleine Oeffnungen hindurch oder durch Rotation des ganzen Raumes unter mäfsiger Luftzufuhr solange mechanisch behandelt, bis es sich in die teigartige Luppe verwandelt.

Die Luppen, seien sie durch Frischen oder Puddeln erzielt, werden in glühendem Zustande gezängt, zerschnitten, zusammengeschweifst, paketiirt, in prismatische Form gebracht, zu Stäben gewalzt u. s. w. und hierbei von den Schlacken gereinigt. Der früher übliche durch ein Wasserrad getriebene „Schwanzhammer“ ist neuerdings durch den vorteilhafteren Dampfhammer ersetzt. Durchschnittlich ist das gefrischte Eisen reiner, dichter und zäher als das gepuddelte; dagegen ist der Puddelprozess der billigere und insofern allgemeinere, als er ein weniger gutes Roheisen voraussetzt, als die Herdfrischerei.

Neuerdings erwächst dem durch Puddeln erzielten Schmiedeeisen eine gewaltige Konkurrenz durch das sog. Flusseisen (Bessemer-eisen etc.), welches ähnlich erzeugt wird wie die gleichnamigen Stahlarten, indem man die betreffenden Prozesse weiterfortschreiten läßt.

Durch das Raffinieren, als welches man das wiederholte Glühen, Aushämmern und Auswalzen bezeichnet, wird das Material zähe und biegsam, die körnige Textur geht in die faserige und hackenbrüchige über.

Indem man das erzielte Eisen der Reihe nach durch verschiedene Walzwerke laufen läßt, wird das Material gedichtet und in die für die Technik brauchbare Form des Stabeisens, des Bleches, des Drahtes oder Rohres gebracht. Wie beim Auswalzen dem grösseren Profile nach und nach kleinere mit verengertem Querschnitt folgen, so wird beim Drahtziehen das Material durch konische Stahlplattenlöcher von verschiedenem Querschnitt gezogen, was bei öfterem Ausziehen durch Ausglühen und Abscheuern unterbrochen werden muß. Da der verschiedenen Formen des in den Handel, resp. in die

Werkstätte kommenden Schmiedeisens weiter unten besonders gedacht werden wird, so mögen hier diese Andeutungen genügen.

Das in den Handel kommende Schmiedeisens kann, wie sich aus dem Vorhergehenden von selbst ergibt, sehr verschiedener Qualität sein. Dieselbe ist bedingt durch das zu Grunde liegende Rohmaterial, die Art der Herstellung und den Gehalt an fremden Beimengungen. Man unterscheidet weiches und sehniges, weiches und sprödes, weiches und brüchiges Eisen, und andererseits hartes und zähes, hartes und sprödes, sowie hartes und brüchiges Eisen.

Ein gutes Schmiedeisens soll folgende Eigenschaften haben: es soll im Bruch bei heller Farbe einen matten Glanz, bei dunkler Farbe einen starken Glanz haben. Ist der Bruch weiß und glänzend oder grau und matt, so deutet dies auf geringe Qualität. Es soll nicht überhitzt und verbrannt sein, ein gleichmäßiges Gefüge haben und frei sein von eingesprengten Schlackenteilen und unganzen Stellen, Rissen und Höhlungen. Geschmiedetes Eisen zeigt unter sonst gleichen Umständen einen mehr körnigen, gewalztes einen mehr sehnigen Bruch. Das äußere Aussehen des Walzeisens soll blau- bis schwarzgrau sein, da die rote Farbe auf kalte Walzung und geringere Festigkeit hinweist. Geschmiedetes Eisen dagegen ist fast immer rot, weil dessen Bearbeitung bis zu niedrigeren Temperaturen fortgesetzt wird.

Die meist vorkommenden Fehler des Schmiedeisens sind unganze Stellen und Aschenlöcher, Schiefer (beim Walzen aus unganzen Stellen entstanden), Langrisse (Folge mangelhafter Schweißung), Kantenrisse (Folge fehlerhafter Walzung), Adern (Stellen von ungleichmäßigem Härtegrad), die Faulbrüchigkeit, die Kalt- und Rotbrüchigkeit (Folgen zu großer Beimengungen von Silicium, Phosphor und Schwefel.)

Zur Erkennung der Qualität dienen außer der Besichtigung der Bruchfläche folgende Proben: 1. die Wurfprobe, bei welcher der zu prüfende Eisenstab aus bestimmter Höhe auf einen kantigen Block oder Ambos geworfen wird; hierbei darf kein Bruch erfolgen; 2. die Fallprobe, bei welcher man ein Gewicht auf den freiliegenden Stab fallen läßt; 3. die Biegprobe, wobei der eingespannte Stab mehrmals hin- und hergebogen wird, bis er bricht; die Anzahl der hierzu erforderlichen Durchbiegungen läßt auf die Qualität schließen; hartes Eisen knistert beim Biegen, weiches nicht; 4. die Ausschmiedeprobe; das Eisen wird glühend ausgehämmert und muß bei guter Qualität eine messerartige Schneide ermöglichen; 5. die Feil- und Aetzprobe; das Eisen wird blank gefeilt und mit verdünnter Säure angeätzt, wobei Adern und Risse deutlich zu Tage treten. Außerdem geben Festigkeitsbestimmungen durch Belastung sowie die unbeschnittenen Enden der Stäbe einen Anhalt für die Qualität. Der praktische Schlosser verläßt sich übrigens meist auf das „richtige Gefühl“ —

unter Umständen eine genügende, ebenso oft wohl auch eine unzuverlässige Schätzung. In Bezug auf die Dimensionen und die Richtigkeit des gewünschten Profils überzeugt man sich durch Abmessen mit dem Kalibermass, durch Ueberstreifen von Schablonen etc.

5. Das schmiedbare Gufseisen.

Während beim Herdfrischen und Puddeln das Roheisen in geschmolzenem Zustande entkohlt wird, so kann ein ähnlicher Vorgang in Bezug auf den festen Aggregatzustand durch das Glühfrischen oder Tempern erzielt werden. Der für die Praxis in Betracht kommende Prozess ist folgender: Kleine Gufsstücke aus halbiertem Gufseisen mit Schmiedeisenzusatz werden in kubischen oder zylindrischen Kasten aus Eisen mit sauerstoffhaltigen Körpern (gewöhnlich wird ein pulverisiertes Eisenoxyd oder auch Hammerschlag verwendet) langsam geglüht und abgekühlt, wobei dem Gufseisen ein Teil des Kohlenstoffes durch den Sauerstoff entzogen wird. Mit der chemischen Veränderung scheint eine physikalische Hand in Hand zu gehen, ähnlich wie beim Anlassen des Stahls die Sprödigkeit sich mindert. Die entkohlten Gufsstücke, fertige Gegenstände, Geländer- und Beschlägteile etc. sind eine Art Mittelding zwischen Gufs- und Schmiedeisen und lassen sich dementsprechend bearbeiten. Das Verfahren ist nicht neu, obgleich erst neuerdings ein gröfserer Gebrauch von demselben gemacht wird. Die Veränderung erstreckt sich hauptsächlich auf die Oberfläche und geht nicht weit in das Innere, weshalb nur kleinere Stücke dem Verfahren unterliegen können.

Da dem Glühfrischen und dem Tempern hauptsächlich Schlofs- und Beschlägteile, Lanzen spitzen und ähnlicher Aufputz für Gitter und Geländer unterworfen werden, so ist der schmiedbare Eisengufs dem Kunstschlosser längst eine bekannte Erscheinung und mußte hier erwähnt werden.

6. Das für die Kunstschlosserei in Betracht kommende Handelseisen.

Das unverarbeitete Schmiedeisen kommt in den Handel in der Form von Stab- oder Stangeneisen, von Façon- oder Mustereisen, von Blech, von Draht und von Rohr. Die in der Kunstschlosserei am meisten vorkommende Form ist diejenige des Stab- und Façoneisens. Man unterscheidet Holzkohlen- und Kokeisen, geschmiedetes und gewalztes Eisen und bezeichnet es entweder nach seiner späteren Verwendung (Nietstabeisen, Gittereisen, Radreifeisen etc.) oder nach Mass und Gewicht (Feineisen, Grobeisen), oder nach der Qualität (Extracisen, Handelseisen etc.); die gebräuchliche Benennung ist jedoch diejenige nach dem Querschnitt.

Zunächst aber dürfte ein Wort über die Erzeugung am Platze sein. Während das Quadrat- und Flacheisen nicht nur auf dem Wege der Walzung, sondern auch durch Schmiedung (Knoppereisen, Zaineisen) oder durch Abtrennung von Blechen (Schneideisen) erzielt werden können, so wird das Façoneisen ausschließlich durch Walzung hergestellt. Die Walzvorrichtung besteht im wesentlichen aus zwei Walzen aus Gußeisen oder Stahl, die durch eine Kraftmaschine in entgegengesetzte Drehung versetzt werden. Die Walzen liegen mit ihren Axen parallel in eisernen Rahmen oder Walzenständern, so daß zwischen beiden ein Zwischenraum in Form des zu walzenden Profils verbleibt. Für Bleche sind die Walzen gewöhnliche Zylinder, für façonierte Profile nimmt die Oberfläche dieser Rotationskörper eine dementsprechende Gestalt an. Wird der glühende Stab in die Öffnung eingeführt, so wird er von den Walzen erfaßt, durchgeschoben und im Querschnitt entsprechend geändert. Da ein Stich, d. h. ein Durchgang zur Fertigstellung für gewöhnlich nicht genügt, so muß er die Walzen mehrmals durchlaufen und zwischen hinein wieder geglüht werden, wenn er erkaltet ist. Da die Formveränderung von der Rohschiene bis zum fertigen Profil nur allmählich erfolgen kann, so erhalten die Walzen eine entsprechende Kalibrierung, d. h. eine Anzahl von Uebergangsprofilen, die das Eisen der Reihe nach durchlaufen muß. Wo das einzelne Walzenpaar hierbei nicht ausreicht, werden zwei oder mehrere Walzengerüste zu einer Walzenstraße vereinigt. Kehrwalzwerke heißen solche, bei denen das Arbeitsstück abwechselnd von der einen und anderen Seite eingeführt wird, während beim gewöhnlichen Walzwerk das Stück zurückgegeben und wieder von derselben Seite eingeführt werden mußte. Da die Walzen des Kehrwerkes einmal nach der einen, das andere Mal nach der entgegengesetzten Seite sich drehen müssen, so hat eine jeweilige Umsteuerung der Maschine zu erfolgen. Zweckmäßiger noch sind die Triolwalzwerke mit drei Walzen. Die Unter- und Mittelwalze ziehen das Eisen nach der einen Seite, die Mittel- und Oberwalze nach der anderen, wobei die Arbeit beschleunigt wird, abgesehen von anderen Vorteilen.

Das **Rundeisen** (fer rond, rod-iron) hat kreisförmigen Querschnitt. Es wird in Stärken von 5 mm ab aufwärts geliefert. Die Durchmesser steigen von 5 bis 30 von mm zu mm, von 30 bis 80 von 2 zu 2 mm, über 80 von 5 zu 5 mm. Die hauptsächlichsten Fehler sind: un rundes Profil und Streifen auf der Oberfläche (meist an zwei gegenüberliegenden Stellen, von eingewalzten Bärten herrührend).

Das **Quadratischeisen** (fer carré, square-iron) hat quadratischen Querschnitt. Die Stärken und Maßzunahmen sind ähnlich wie beim Rundeisen. Als Fehler treten auf: fehlerhafter Querschnitt, verdrehte, windschiefe Längsrichtung, eingesunkene Seiten-

flächen, stumpfe Kanten, Streifen und eingewalzte Bärte auf der Oberfläche und besonders auf den Kanten.

Flacheisen (fer plat, flat-iron) ist im weiteren Sinne jedes Stabeisen mit rechteckigem Querschnitt; im engeren Sinne nennt man Flacheisen dasjenige, dessen Dicke nicht unter 3, dessen Breite nicht über 150 mm geht. Bei einer Stärke unter 3 mm heißt das Eisen

Bandeisen (fer feuillard, hoop-iron). Die Fehler des Flach- und Bandeisens sind ähnlich wie beim Rund- und Quadrateisen, aber weniger häufig. Die Dicken nehmen beim Bandeisen von $\frac{1}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ mm, bei Flacheisen um je 1 mm zu; die Breiten steigen erst millimeterweise, dann von 2 zu 2 und weiter von 5 zu 5 mm. Eine allgemein gültige Bestimmung giebt es zur Zeit hierüber nicht, wie überhaupt im ganzen nicht. Bandeisen wird häufig als einfach, als $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2fach bezeichnet, d. h. die Breite beträgt das 10-, $12\frac{1}{2}$ -, 15-, $17\frac{1}{2}$ - oder 20fache der Dicke.

Bei einer Breite von über 150 mm heißt das Eisen Breitereisen (Universal-eisen) und wird gewöhnlich wie Bleche berechnet.

Zu den **Façoneisen** rechnet man allgemein hin alle übrigen Stangeneisen mit bestimmten Querschnittprofilen für bestimmte Zwecke. Es giebt deren eine große Anzahl, es sei hier nur auf einige wenige hingewiesen, da dieselben in der Kunstschlosserei nur ausnahmsweise Verwendung finden: das Sechs- und Achtkanteisen (a b c), das Einviertel-, Halb- und Dreiviertel-Rundeisen (d e f), das Hohlhalbrundeisen, das Oval- und Halbovaleisen (g h i), das Fenster- rahmen- (k) und Deckleisteneisen (l m), das Karnieseisen (n), dann das gleichschenklige und ungleichschenklige Winkeleisen (o p), das niedrigfußige und hochstegige T-Eisen (q r), das Doppel-T- oder H-Eisen (s), das U-Eisen (t), das \perp -Eisen (u) und das in Amerika viel verwendete Quadranteisen (v). (Vergleiche Fig. 1.)

Man bezeichnet die Façoneisen je nach Art und Verwendung als Ziereisen oder als Baueisen. Bezüglich der letzteren sind neuerdings sog. Normalprofile festgesetzt.

Die schwächeren Eisensorten gewöhnlicher Art, wie Rund- und Bandeisen, werden in Gebinden oder Buschen von bestimmter Länge,

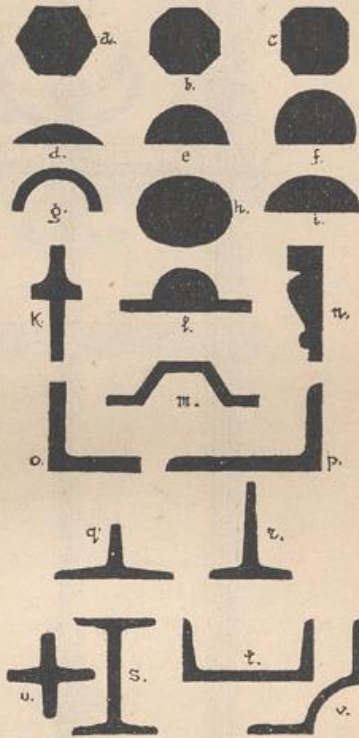


Fig. 1. Façoneisen-Profile.

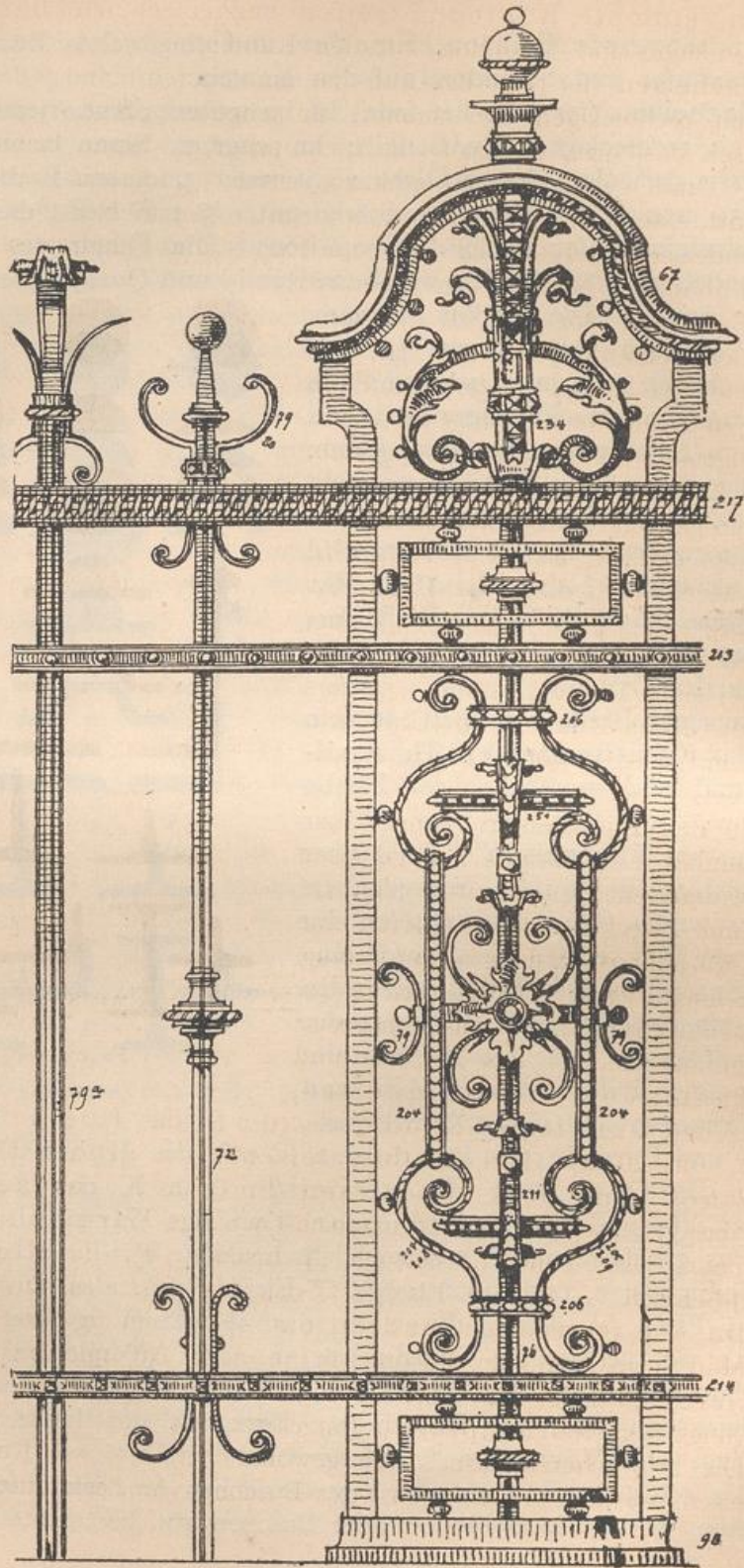


Fig. 2. Gitterbildung aus Mannstaedt-Eisen.

stärkere und Façoneisen werden in einzelnen Stangen nach dem Gewichte verkauft.

Die Preise der aufgeführten Eisensorten normieren sich derart, daß zu dem der Schwankung unterworfenen Grundpreise ein festbleibender Zuschlag für bestimmte Dimensionen, für Façon, bessere Qualität etc. bezahlt wird. Diese Ueberpreisskalen sind für die einzelnen Fabrikationsdistrikte und Eisenwerke verschieden und würde es zu weit führen, hier eine eingehende Darstellung darüber geben zu wollen.

Das geschmiedete Eisen spielt dem gewalzten gegenüber nur für gewisse Zwecke eine Rolle und ist durch das letztere größtenteils verdrängt. Nur Oesterreich-Ungarn liefert noch geschmiedetes Eisen in größeren Mengen.

Die Bezugsquellen sind je nach Art, Zweck und Gegend verschieden. In dieser Beziehung ist es üblich, das Eisen nach dem Erzeugungsdistrikte zu benennen (lothringisches, westfälisches, steirisches, oberschlesisches Eisen) oder es unmittelbar nach der betreffenden Hütte oder deren Besitzer zu benennen (Burbacher Eisen, Stumm'sches Eisen).

Seit einigen Jahren bringt das Walzwerk L. Mannstaedt & Co. in Kalk bei Köln a. Rh. verschiedene Ziereisen in den Handel, die für die Kunstschlosserei von nicht zu unterschätzendem Werte sind. Die hübsch profilierten, glatten oder mit Mäandern, Flechtbändern, Blattwellen etc. geschmückten Stäbe werden glühend gewalzt und sind ein Façoneisen höherer Art. Die Herstellung gestattet naturgemäß keine Unterschneidungen der Modellierung, ergibt aber ein viel schärferes Relief als der Eisenguß. Dabei lassen sich die Stäbe biegen, winden und aufschlitzen nach Bedarf, so daß das Mannstaedt'sche Ziereisen in jeder Hinsicht den früher üblichen Gußleisten vorzuziehen ist, um so mehr, als der Preis ein mäßiger ist. Die Figur 2 giebt eine Gitterpartie, welche nach dem Entwurf von H. Seeling in dem genannten Materiale ausgeführt wurde.

Die **Bleche** (tôles, sheets) sind entweder geschmiedet oder gewalzt. Das Ausschmieden und Auswalzen aus dem sog. Sturz geschieht entweder einzeln oder indem mehrere übereinander liegende, durch einen Lehmanstrich getrennte Lagen gleichzeitig bearbeitet werden. Nachdem die Bleche beschnitten, ausgeglüht, gereinigt und geebnet sind, kommen dieselben einzeln oder in Gebinden oder Buschen zum Verkauf. Für gewöhnliche Dimensionen und Qualitäten ist ein Einheitspreis angenommen; für genaues Maß, größere Formate, bessere Qualität und bestimmte Façon werden Ueberpreise zugeschlagen.

In Bezug auf die Dicke unterscheidet man schwere, Mittel- und Feibleche. Zur ersteren Art gehören die Panzer- und Schiffsbleche, die Kesselbleche, Reservoirbleche; die Mittel- und Feibleche sind entweder Schwarzbleche (Sturzbleche) oder

Weißbleche (verzinnete, verzinkte, verbleite Bleche). Man bezeichnet sie häufig nicht nach ihrer Dicke in mm, sondern nach Zeichen oder den Nummern irgend einer Lehre. So hat die deutsche Lehre 26 Nummern. No. 1 hat eine Dicke von 5,5 mm, No. 26 eine solche von 0,375 mm; die Dicke der dazwischen liegenden Nummern steigt nicht gleichmäßig, sondern bei dünnen Blechen mit kleineren Differenzen als bei den dickeren. (Vergleiche Tabelle im Anhang.)

Für die Kunstschlosserei kommen außer den gewöhnlichen Blechen (Schloßbleche, Dachbleche, Rohrbleche etc.) wohl nur noch in Betracht die gelochten oder perforierten Bleche, die teils zu technischen Zwecken, teils zu dekorativer Verwendung mit hübschen Mustern fabrikmäßig hergestellt werden.

Die Fehler der Bleche sind Schalen, Blasen, Schiefer, Splitter und Doppelblech (unganzes Innere infolge mangelhafter Schweissung). Unganze Stellen verraten sich beim Anklopfen mit dem Hammer durch den dumpfen Ton. Im übrigen ergibt sich die Qualität durch die Biegprobe, wozu hier noch bemerkt sein mag, daß die Festigkeit in der Richtung des Walzens eine größere ist als quer zu derselben.

Der **Draht**, wie die Bleche sowohl aus Schmiedeeisen als aus Stahl hergestellt (fil de fer, fil d'acier; iron-wire, steel-wire), wird erst gewalzt und dann gezogen, indem er der Reihe nach enger und enger werdende, konische Stahldurchlochungen durchläuft und dabei in ringförmige Gebinde aufgehaspelt wird. Der Draht ist blank, wenn er nach der letzten Durchziehung nicht ausgeglüht wird, und dabei elastischer als der ausgeglühte, schwarze Draht. Außerdem findet auch wohl eine Verzinkung, Verzinnung, Verkupferung oder Vernickelung statt. Fehlerloser Draht soll unveränderten Querschnitt, keine Schieferungen auf der Oberfläche und keine Risse im Innern haben. Das gewöhnliche Profil des Drahtes ist das kreisrunde. Für bestimmte Zwecke werden auch andere Querschnitte zu Grunde gelegt. Nebenbei sei hier erwähnt, daß die Chinesen und Japaner den rechteckigen Querschnitt mit Vorliebe verwenden.

Die Benennung der verschiedenen Drahtsorten geschieht häufig nach der Verwendung (Drahtstiftendraht, Kesseldraht, Klavierdraht, Kartätschendraht, Blumendraht) oder nach eingebürgerten, technischen Ausdrücken (Ketten, Schleppen, Rinken, Malgen, Memel, 1 Band, 2 Band etc.) oder nach den Nummern irgend einer der in Übung befindlichen Lehren. Die deutsche oder Kraft'sche Lehre hat 100 Nummern und einige weitere Zwischennummern. Teilt man die Nummer durch 10, so ergibt sich die Dicke, in mm ausgedrückt. No. 100 hat demnach eine Dicke von 10 mm; No. 24 eine solche von 0,24 mm. Für die Kunstschlosserei kommt der Draht nur in seinen stärkeren Dimensionen in Betracht.

Die **Rohre** werden entweder gegossen, was hauptsächlich für gröfsere Dimensionen gilt, oder in Schmiedeisen oder Stahl gewalzt, wobei bei kleinen Durchmessern ein stumpfes Gegeneinanderschweißen, bei grofsen ein Uebereinanderschweißen der Fugen erfolgt. Die Fabrikation wird hauptsächlich in Deutschland und England betrieben. Der Preis ist gewöhnlich ein fixierter; die jeweilige Eisenkonjunktur wird durch Rabattsätze berücksichtigt. Zu den Rohren werden auch die passenden Verbindungsstücke geliefert (Muffen, Knie-, Kreuz-, T- und Bogenstücke). Die Abstufung der Dimensionen erfolgt nach dem innern Durchmesser in englischen Zollen von $\frac{1}{8}$ zu $\frac{1}{8}$ steigend. Bezüglich der Umrechnung in mm, sowie der Wandstärken und äufseren Durchmesser vergleiche die betreffende Tabelle im Anhang.

Die Rohre werden ausschließlichs zu technischen Zwecken, als Gas- und Wasserleitungsrohre, Siedrohre etc. angefertigt; die Kunstschlosserei kommt aber öfters in die Lage, für ihre Erzeugnisse derartige Rohre zu verwenden, so z. B. für Hängeleuchter, Wandarme und Gitter.

Die Rohrerzeugung steht zur Zeit vor einer bedeutenden Umwälzung. Den Gebrüdern Mannesmann ist es gelungen, durch Erfindung einer neuen Walzvorrichtung mit kegelförmigen Walzen Stabeisen direkt in Rohr zu verwandeln. Da hierbei nur bestes Material verwendet werden kann und infolge Wegfalls der Schweißung eine gröfsere Widerstandsfähigkeit erzielt wird, so wird das Mannesmannrohr berufen sein, die seither üblichen Rohrarten zu verdrängen. Auch für die Kunstschlosserei ist dieses Rohr von Bedeutung, da durch Aufschlitzen, Biegen etc. Rosetten- und Rankenteile hergestellt werden können. In München gemachte Versuche dieser Art haben ein überraschend günstiges Ergebnis gehabt. (Vergleiche die Zeitschrift des Bayer. Kunstgewerbevereins, Jahrgang 1892, S. 13 ff.)

Die in diesem Abschnitt niedergelegten Bemerkungen in Verbindung mit den einschlägigen Tabellen des Anhanges dürften genügen, um den Bauschlosser sowohl als den entwerfenden Künstler und den Belehrung suchenden Laien über das Technologische des Materials zu orientieren, so dafs hiermit zum zweiten Abschnitt übergegangen werden kann, welcher von den Werkzeugen und der Bearbeitung handelt.