



Geschichte · Verarbeitung · Anwendung

EDELSTAHL

MWE EDELSTAHLMANUFAKTUR GMBH



Geschichte · Verarbeitung · Anwendung

EDELSTAHL



Liebe Leser,

Edelstahl begegnet uns täglich in unzähligen Lebenssituationen, vom Türgriff über die Kuchengabel bis hin zum Kunstobjekt!

Ob Designer, Handwerker, Chirurg oder Verbraucher, alle schätzen und nutzen Produkte aus diesem Werkstoff, denn mit Edelstahl lassen sich Visionen umsetzen oder auch nützliche Helfer des Alltags herstellen.

Wir, als Edelstahlmanufaktur, kennen seine Eigenarten und schätzen seine Vorzüge. Viele Eigenschaften und Möglichkeiten, die dieser edle Werkstoff mit sich bringt, werden in diesem Buch beschrieben.

Beginnend mit seiner Entstehungsgeschichte – wie der Mensch aus naturgegebenen Rohstoffen ein Material entwickelte, das so viel kann und uns dabei immer wieder fasziniert – werden auch die chemischen und physikalischen Merkmale rostfreien Edelstahls hier ebenso thematisiert wie seine Verarbeitung, Veredelung und Einsatzmöglichkeiten.

Mit diesem Buch möchten wir Sie, liebe Leser, informieren und begeistern für ein Material, welches uns bei MWE schon lange infiziert hat.

Wir wünschen Ihnen somit viel Spaß und gute Unterhaltung!

Mario Wille
Geschäftsführer





01	Werkstoffkunde	
	Übersicht über die Werkstoffgruppen	10
	Die Geschichte der Werkstoffe	12
	Edelmetalle	16
	Edelstahl	26
	Passivschicht	28
	Edelstahllegierungen	29
	Übersicht über die weltweite Stahlproduktion	32
02	Vom Roheisen zum Edelstahl	
	Urzeitliche Eisengewinnung	36
	Hochofen	38
	Konverter	40
	Lichtbogenofen	42
	Vom Stahl zum Edelstahlband	44
	Profile	52
	Werksseitige Oberflächen	54
03	Bearbeitungsverfahren	
	Trennen	58
	Fügen	68
	Oberflächen	78
	Umformen	94
04	Edelstahl im Kontext	
	Alltägliches aus Edelstahl	104
	Architektur und Edelstahl	110
	Kunst aus Edelstahl	120
	Masterpieces – Handmade in Germany	130

Die Werkstoffgruppen

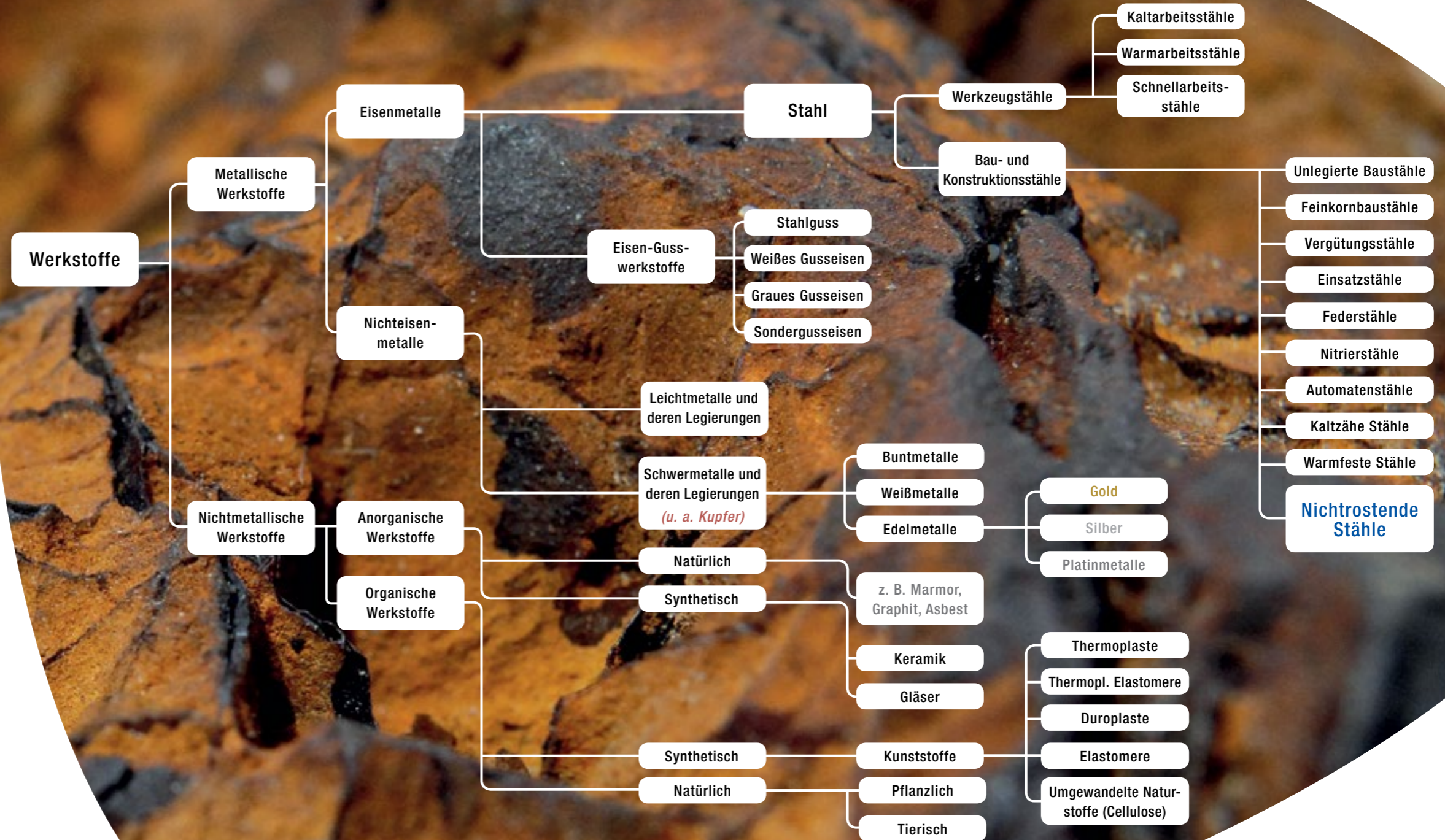
Unabhängig von verschiedenen Werkstoffgruppen und Einteilungen kann man sagen, dass es sich bei Werkstoffen um Materialien bzw. rein stoffliche Arbeitsmittel handelt, die in ein Endprodukt verwandelt oder eingebracht werden. Man spricht hier von Rohstoffen und Hilfsstoffen sowie Halbzeugen und Halbfertigprodukten.

Rohstoffe sind lediglich aus ihrer Ressourcenquelle gelöst, abgebaut und haben außer der Lagerung noch keine weitere Bearbeitung oder Manipulation erfahren. In der Verfahrens- und Fertigungstechnik finden sich auch die nicht vordergründig eingesetzten Stoffe, die nur in geringen Mengen vertreten sind. Hierbei handelt es sich um Hilfsstoffe.

Teilweise fertig produzierte Vorprodukte liegen als Halbfabrikate oder Halbfertigprodukte bei den Unternehmen auf Lager oder werden an Dritte weiterverkauft.

Bei Halbzeugen handelt es sich um vorgefertigte Rohmaterialformen aus Metall oder Kunststoff. Die Zahl der Oberflächenqualitäten und Materialeigenschaften ist dabei so vielfältig wie die Unterschiede in Form, Größe und Toleranz. Diese Unterschiede sind in Normen festgehalten.

Die häufigste Vertriebsart von Werkstoffen ist somit die der Halbzeuge. Stangen, Bleche, Coils und Rohre werden nicht so, wie sie sind, verarbeitet, sondern zugeschnitten, gepresst oder gezogen.



Die Geschichte der Werkstoffe

STEIN
KUPFER
BRONZE
EISEN

Vor ca. 2,6 Millionen Jahren kann man den Beginn der Steinzeit datieren, die wiederum in Alt-, Mittel- und Jungsteinzeit eingeteilt wird. Neben Horn, Holz und tierischen Knochen wurde hauptsächlich Stein zur Werkzeug- und Waffenproduktion genutzt.

Die Jungsteinzeit endete in West-, Mittel- und Nordeuropa etwa um 1600 v. Chr.. Je nach geografischer Lage, unterschiedlich früh und mehr oder weniger fließend, folgte darauf die Bronzezeit. Eingeleitet wurde sie bereits ca. 4000 v. Chr. von einer Epoche, in der bereits Gold, Silber und Kupfer verarbeitet wurden.

Wehrhaft und überlegen durch Bronze

Diese edlen Metalle hatten durch ihre Weichheit nur einen geringen Gebrauchswert. Logische Folgerung daraus waren mit dem Fortschritt im Bergbau die Entwicklung von Legierungen aus z. B. Kupfer und Zinn sowie neue Reinigungs- und Verhüttungstechniken.

Man kann sagen, dass die ältesten bronzezeitlichen Funde aus dem 4. Jahrtausend v. Chr. stammen. Sie wurden in ägyptischen Gräbern entdeckt.

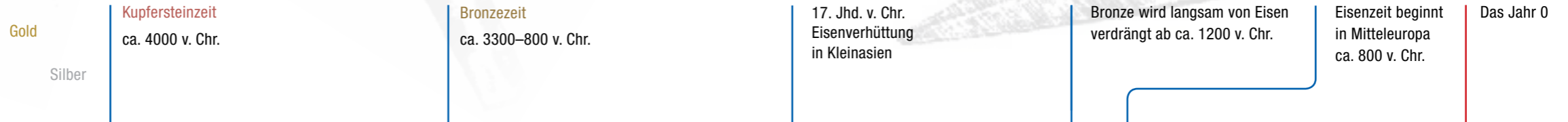
Im nord- und mitteleuropäischen Raum kam die Bronzezeit erst ab 1550 v. Chr. zur vollen Ausprägung.

Bereits im 17. Jahrhundert vor Chr. stand die Verhüttung von Eisen in Kleinasien in voller Blüte. Mit Ausweitung nach Vorderasien und dem Mittelmeerraum endete dort das Monopol der Eisenverarbeitung (ab ca. 12. Jhd. v. Chr.).

Erst im 8. Jahrhundert begann in Mitteleuropa mit den Kelten die Eisenzeit.

Eisen macht mächtig

Steinzeit ca. 2,6 Millionen Jahre v. Chr.
Altsteinzeit in Europa ab ca. 600 000 v. Chr.
Mittelsteinzeit in Europa ab ca. 10 000 v. Chr.
Jungsteinzeit in Europa ab ca. 5 500 v. Chr.



Nutzen, was da ist ...

Die Geschichte der Menschheit ist davon geprägt, Naturgegebenes nach bestem Wissen zu nutzen. Findige Vertreter unserer Art hatten immer ein Gespür für Mangel und werden bis heute nicht müde mit Hilfe natürlicher Ressourcen nach Lösungen zu suchen.

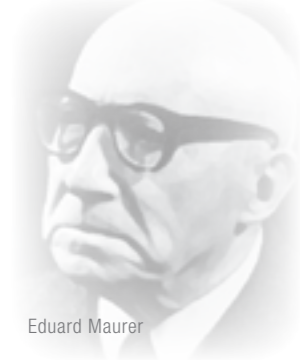
Materialien aus der Natur immer wieder neu zu bearbeiten und später ganz neue Werkstoffe zu entwickeln, ist die besondere Fähigkeit des Menschen und das, was ihn vom Tier unterscheidet.

Die ausgiebige Nutzung und die damit nötige Verarbeitung und Modifizierung bestimmter Materialgruppen ist so prägend, dass lange Phasen der humanen Entwicklungsgeschichte danach benannt wurden. Die Übergänge dieser Epochen sind natürlich immer fließend zu betrachten.



Es gibt Eisengegenstände, die offenbar aus ca. 4000 v. Chr. stammen.

Schritt für Schritt zu besserem Stahl



Eduard Maurer

ca. 1821: Erste Legierung von Stahl und Chrom, veröffentlicht von Pierre Berthier



Benno Strauss

1913: Harry Brearley entwickelt martensitischen Stahl für Bestecke

1912: Patent auf austenitische 18/8-Stähle mit „hoher Widerstandskraft gegen Korrosion“ (Maurer/Strauss)



Harry Brearley

1926: Erste künstliche Gelenke aus Edelstahl werden implantiert

1925: Tanks aus nicht-rostenden Stahlplatten zur Aufbewahrung von Salpetersäure

1928: Erste Edelstahlkessel in Brauereien



1930: Fertigstellung des Chrysler-Buildings mit einer Kuppel und Zierelementen aus rostfreiem Edelstahl



1930–35: Flugzeugteile, Luxusdampfer mit Edelstahlausstattung im Küchen- und Badebereich sowie beim Schiffsantrieb

1935: Gängige Spülbecken aus Porzellan bekommen Konkurrenz aus rostfreiem Edelstahl

Ab 1950: Immer mehr Stahlträger aus 18/8-Stahl



Wilkinson bringt die erste Rasierklinge aus rostfreiem Edelstahl heraus

Multitalent und Massenprodukt

In den 80ern wurden erstmals Auspuffanlagen aus rostfreiem Edelstahl produziert

NASA verwendet rostfreien Edelstahl in der bemannten Raumfahrt

Vermehrt Wasserleitungen aus rostfreiem Edelstahl

Weniger Korrosion

Mitte des 18. Jahrhunderts: Entdeckung wichtiger chemischer Bestandteile rostfreien Stahls und bahnbrechender Verarbeitungsmethoden.

- Tiegelguss ermöglicht erste Massenproduktionen
- Entdeckung von Nickel
- Entdeckung von Molybdän
- Entdeckung von Chrom

Bereits 1821 gab es erste Stahl-Chromlegierungen. Wenig später erkannte man, dass diese Legierungen mit zugesetztem Nickelanteil ein noch besseres Korrosionsverhalten aufweisen.

Viele Wissenschaftler – vor allem aus England und Frankreich – befassten sich zunächst wenig erfolgreich mit den verschiedenen Eisen-Chrom-Legierungen, wobei der Chromanteil stets recht gering blieb.

Erst 1872 gelang es den Engländern Clark und Woods, die Wasser- und Säurebeständigkeit einer Eisenlegierung durch 30–35 % Chrom und 2 % Wolfram deutlich zu verbessern.

Die Experimentierfreudigkeit des Franzosen Leòn Guillet ab 1904 mit dem Kohlenstoff-Anteil im Eisen ebnete den Weg für die weitere Entwicklung rostfreien Stahls.

Der rostfreie Edelstahl

Kann man die echte Geburtsstunde des rostfreien Edelstahls mit der Patentierung des sogenannten 18/8-Edelstahls auf das Jahr 1912 datieren?

Eduard Maurer und Benno Strauss mit ihrem Auftraggeber Krupp gelten mit dieser Jahreszahl als deutsche Erfinder des austenitischen Stahls mit einem Chromanteil von 18 % und einem 8%igen Nickelanteil.

Dieser Stahl wies eine besonders „hohe Widerstandskraft gegen Korrosion“ auf, war besonders zäh, aber auch gut bearbeitbar. Deutlich ausschlaggebend war dabei eine genau angepasste Einstellung der Wärmebehandlung. In England entwickelte Harry Brearley 1913 martensitische Edelstähle für Bestecke. Darauf folgte die Entwicklung/Produktion medizinischer Instrumente wie Skalpelle und Klammern.

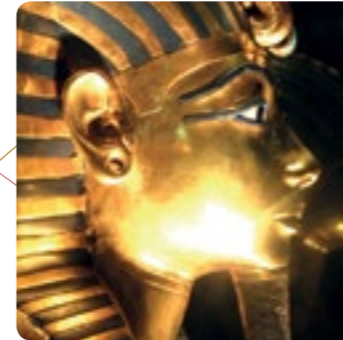
Auch medizinische Implantate aus rostfreiem Edelstahl wurden bereits Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelt und eingesetzt. Anteile von 18 % Chrom und 8 % Nickel waren hierfür ausschlaggebend.

Die Entwicklung sämtlicher Industriezweige wurde durch Tanks, Kessel und Kühlbehälter aus dem korrosionsarmen und sterilen Material vereinfacht und vorangetrieben.

Edelmetalle – die vier Bekanntesten

Die Gruppe der Edelmetalle zeichnet sich zum einen durch ein seltenes Vorkommen und zum anderen durch besondere physikalische und chemische Eigenschaften aus. Im Gegensatz zu anderen Metallen reagieren sie kaum bis gar nicht an der Luft oder mit Wasser. Sie verhalten sich also sehr korrosionsbeständig. Außerdem gehen sie nur sehr schwer chemische Verbindungen ein. Edelmetalle sind Schwermetalle. Die klassischen Edelmetalle sind: Gold, Silber und die Platinmetalle (PGM). Teilweise werden auch Kupfer und Quecksilber dieser Gruppe zugeordnet. Da die letzten beiden relativ reaktiv sind, spricht man an dieser Stelle gemeinhin auch von Halbedelmetallen.

Neben der unbegrenzten Haltbarkeit – auch bedingt durch eine hohe Korrosionsbeständigkeit – ist ihre leichte Formbarkeit ein deutlicher Vorteil. Auf Grund der herausragenden Eigenschaften stellen Gold und Silber seit der Antike den Hauptwerkstoff zur Herstellung von Schmuck und Münzen dar. Im Alten Rom gab es auch Münzen aus natürlich vorkommenden Gold-Silber-Legierungen. Schönheit und Glanz waren wohl Grund genug für den kulturellen Stellenwert, den Edelmetalle im Laufe der Menschheitsgeschichte erreichten. Innerhalb der letzten 400 Jahre entdeckte man die Platinmetalle, die eine vergleichbare Korrosionsbeständigkeit wie Gold zeigen.



Gold

Aurum – das ist der lateinische Name für Gold. Es handelt sich dabei um ein chemisches Element. Im Periodensystem findet man es mit der Ordnungszahl 79 in der Gruppe 11 (Kupfergruppe). Zusammen mit Kupfer handelt es sich bei diesem Edelmetall um eines der wenigen farbigen Metalle.



Silber

Argentum – die Assyrer nannten es „sarpu“ und „silabra“ war die wohlklingende germanische Bezeichnung für das hell schimmernde Metall. Unter der Ordnungszahl 47 wird Silber im Periodensystem mit den Buchstaben „Ag“ abgekürzt, was auf die römische Bezeichnung „argentum“ zurückgeht.



Platin

Der Name leitet sich wohl von der spanischen Benennung „Plata“ der damals unerkannten kleinen, silbrigen Kügelchen beim Silberabbau ab. Es bedeutet so viel wie „kleines Silber“. Münzen, Schmuck und Katalysatoren, das sind die Haupterzeugnisse, für die Platin genutzt wird. Mit der periodischen Ordnungszahl 78 ist es in der Regel vor Gold, aber hinter Rhodium das zweitwertvollste Edelmetall.



Kupfer

Aes cyprium – ist die altrömische Bezeichnung für Kupfer. Es bedeutet: Erz von der Insel Cypern. Dort wurde in der Antike zeitweilig das meiste Kupfer abgebaut. Daraus wurde dann Cuprum. Mit der Ordnungszahl 29 befindet sich auch Cu (Kupfer) als Übergangsmetall in der ersten Nebengruppe.



MWE-Edelstahlgrill Diabolo
Grundkörper: Edelstahl,
PVD-Beschichtung in Kupferoptik

Edelmetalle

GOLD (Au)

indogermanisch:
ghel (glänzend, gelb)

Reichtum
Reinheit
Gott
Unsterblichkeit
Ewigkeit
Treue
Schweigen
Sonne

Neben Beständigkeit, Schönheit und Seltenheit gibt das enorme Gewicht diesem Edelmetall seinen besonderen Status. In sämtlichen Kulturen und Religionen war es mit seinem Strahlen immer wieder im rituellen Einsatz.

Gold wurde seit jeher in der Natur gefunden und ließ sich sehr gut mechanisch bearbeiten, was der Grund dafür ist, dass es eines der ersten vom Menschen genutzten Metalle ist. Es ist leicht mit zahlreichen Metallen legierbar und hat eine relativ geringe Schmelztemperatur.

Man vermutet, dass die Goldgewinnung bereits in der Kupferzeit ihren Anfang nahm. Nahe der bulgarischen Hafenstadt Warna hob man 1972 bei Bauarbeiten einen der größten und wertvollsten archäologischen Gold-Schätze aus der Vorgeschichte. Man schreibt ihm ein Alter von ca. 6500 Jahren zu.

Die berühmte Himmelsscheibe aus der Nähe der Stadt Nebra ist vor etwa 3600 Jahren entstanden und zeigt vermutlich verschlüsselte astronomische Daten. Sehr bekannt und genauso faszinierend ist der goldene Hut von Schifferstadt.

In der Antike wurde an entsprechender Stelle bei prunkvoller Ausstattung nicht gespart. So dezimierten in Oberägypten und Nubien die Ägypter sämtliche Goldvorkommen. Die Römer hingegen fanden ihr göttliches Metall in Kleinasien, Spanien, Rumänien und Germanien.

Die früheste Erwähnung findet sich in der Dokumentation der Seefahrt der griechischen Argonauten zum Goldenen Vlies nach Kolchis. Im Alten Testament ist vom Goldland Ophir oder dem Goldenen Kalb die Rede, das sich die Israeliten auf der Flucht aus Ägypten als Götzenbild schufen. Im Neuen Testament bringen die drei Weisen aus dem Morgenland u. a. Gold als ehrerbietendes Geschenk für den neugeborenen Messias.



Auf der anderen Seite der großen Meere – in Süd- und Mittelamerika – gab es schon Anfang des ersten Jahrtausends eine blühende Goldverarbeitung. Aus dieser Zeit stammen auch die Fundstücke aus der Kupfer-Gold-Legierung Tumbago.

Die Vergoldung machte den rituellen Wert eines Gegenstandes aus. Nicht selten wurden Artefakte aus mehreren Kilogramm Gold hergestellt.

Diese kulturgeschichtlich enge Verbindung von Gold und Macht war folglich Auslöser für Kriege, Eroberungszüge und Plünderungen. Mit Christoph Kolumbus als Vorreiter strömten europäische Abenteurer und Eroberer – vor allem aus Spanien – in die süd- und mittelamerikanischen Regionen, aus denen sie gallonenweise Gold nach Europa schafften. Auf diese Weise wurden die indigenen Kulturen vernichtet.

Abenteurer und Glückssucher machten sich im 19. Jahrhundert in Massenbewegungen auf verschiedensten Kontinenten und mit unterschiedlichster Ausstattung auf die Suche nach Gold. 1849 gab es den kalifornischen Goldrausch oder 1897 den Sturm auf den Klondike River in Alaska.

Das große Glück suchten die Goldgräber auch in Australien und Südafrika. Kaum einer konnte es mit seinen einfachen Mitteln in wirtschaftlich profitablen Maße finden.

Sicher ist, dass die Faszination Gold bis heute und in ferner Zukunft Bestand hat und seine Schönheit nie vergeht.

„Zufriedenheit ist der Stein der Weisen, der alles in Gold verwandelt, das er berührt.“

Benjamin Franklin



Vergoldeter
MWE-Schiebetür-
beschlag Spider

				C 6
			Al 13	S 14
		Zn 30	Ga 31	Ge 32
		Cd 48	In 49	Sn 50
Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82
Ds	Rg	Cn	Uut	Fl



Edelmetalle

SILBER (Ag)

assyrisch: *sarpu*/germanisch: *silabra*/
lateinisch: *argentum*

Silber – als chemisches Element – gehört wie Gold zu den Übergangsmetallen: Mit der Ordnungszahl 47 steht es im Periodensystem in der 5. Periode und in der Kupfergruppe.

Das sehr weiche und formbare Schwermetall erhielt sein Symbolkürzel Ag aus dem lateinischen Begriff Argentum. Außerdem zeichnet es sich dadurch aus, dass es von allen Elementen die höchste elektrische Leitfähigkeit aufweist und die beste thermische Leitfähigkeit, im Vergleich mit allen Metallen.

Silber ist das am meisten geförderte und verarbeitete Edelmetall.

Der Rohstoff lässt sich direkt aus der Natur als gediegenes Metall in körniger, kristalliner oder drahtartiger Form – ähnlich einem Gewächs – gewinnen.

Es findet sich aber auch als Silbersulfid und zusammen mit anderen Metall-Schwefel-Verbindungen.

Ein Großteil des Silbers wird beim Abbau anderer metallischer Rohstoffe, wie z. B. Blei, Zink, Kupfer und Gold, gewonnen.

Die Verarbeitung und Nutzung von Silber lässt sich auf ca. 5000 Jahre vor Christus zurückdatieren. Assyrer, Römer, Goten, aber auch Griechen, Ägypter und Germanen erkannten und nutzten den Wert des Edelmetalls. Südlich von Athen befanden sich die Minen, aus denen der Großteil des Silbers gewonnen wurde. Man spricht aber auch vom

Beginn der Silber-Förderung ca. 3000 v. Chr. in Anatolien, der heutigen Türkei, von wo aus sich Silberhandel und Silberhandwerk nach Kleinasien, in den Nahen Osten sowie nach Kreta und Griechenland erstreckten. Im Zuge der Ausbeutung spanischer Silbervorkommen weitete sich der Abbau nach Süd- und Mittelamerika aus. Die große Silberernte begann im Polosi-Distrikt in Bolivien und wurde in Peru und Mexiko fortgeführt.

Silber gewann immer mehr an Bedeutung als Zier- und Zahlungsmittel. Zunächst als Hacksilber und bald in Form von Münzen wechselte es den Besitzer. Im späten 7. Jahrhundert v. Chr. waren es die Lyder, die den Münzen eine Prägung verpassten.

Die große Dehn- und Formbarkeit von Silber machten eine Zugabe von Kupfer nötig.



Dadurch bekam das Material mit einem höheren Härtegrad eine bessere Widerstandsfähigkeit. Heute wird Silber vor allem wegen dieser Flexibilität und der thermischen Leitfähigkeit industriell genutzt.

Silber war zunächst von höherem Wert als Gold. Das änderte sich. Da im Laufe der Jahrhunderte immer größere Silbermengen im Umlauf waren, verlor es seinen dem Gold übergeordneten Status.

So kam es, dass im Jahr 1870 Silber von Gold als Währungsmetall abgelöst wurde.

Auch wenn es so seinen Rang endgültig einbüßte, gilt es nach wie vor als das hellste oder *weißeste* Edelmetall mit dem höchsten Reflexionsgrad. Aus diesem Grund und weil es relativ häufig zu finden ist, wird es zur Herstellung von Bestecken, Schmuck, Zier- und Dekorationsgegenständen genutzt.

Typisch für Silber – vor allem im alltäglichen Gebrauch – ist die dunkle Verfärbung, die

nach einiger Zeit auftritt. Zusammen mit dem in der Luft enthaltenen Schwefelwasserstoff oxidiert es sehr leicht. Die dabei entstehenden schwärzlichen Stellen lassen sich durch Putzen wieder entfernen, werden häufig aber auch gezielt eingesetzt.



Was macht Silber in der Medizin?

In extrem feiner (kolloidaler) Form entfaltet Silber seine antibakteriellen Eigenschaften. Es ist leicht toxisch und kann Bakterien mit entsprechender Silberempfindlichkeit stoppen oder auch abtöten.

Es wird in der Wundheilung unter anderem in Form von Auflagepräparaten und Desinfektionsmitteln genutzt.

i	Cu			
3	29			
d	Ag	Cd	In	
6	47	48	49	
t	Au	Hg	Tl	Pb
3	79	80	81	82
				Bi
				82

Edelmetalle

KUPFER (Cu)

lat.: *cuprum*
„von der Insel Zypern“

Das Venussymbol ist in der Alchemie das Zeichen für Kupfer. Der abstrakte Spiegel symbolisiert die Göttin und den Planeten Venus.



Seine Farbe ist sprichwörtlich. Aprikot- bis lachsfarben ist das Metall in seiner reinen, unlegierten Form – eben Kupferrot. Dabei weist es eine hohe elektrische und davon abhängig auch thermische Leitfähigkeit auf. Wie die anderen Edelmetalle ist Kupfer sehr beständig gegen Korrosion. Trinkwasser kann ihm wenig anhaben und in der Atmosphäre bildet Kupfer nach längerer Zeit eine natürliche Patina aus. Farbe und chemische Zusammensetzung der Patina ist abhängig von den atmosphärischen Begebenheiten.

Halbedelmetall oder Edelmetall? – Da das Standardpotenzial von Kupfer höher ist als das von Wasserstoff, ist es das edlere Element. Kupfer ist außerdem in der Lage, bei Korrosion Deckschichten zu bilden, die das Metall vor weiteren Veränderungen bewahrt. Dieser Effekt kann durch die Zugabe von bestimmten Legierungselementen verstärkt werden. Es ist nicht so korrosionsresistent wie Gold oder Silber, weist aber viele „edle“ Verhaltensweisen auf. So verhält es sich bei Kontakt mit nicht oxidierenden Säuren wie ein Edelmetall. Es reagiert nicht.

Als ältester metallischer Werkstoff ist Kupfer schon seit der Steinzeit für den Menschen von besonderer Wichtigkeit. Der lateinische Name *cuprum* – früher: „*aes cyprium*“ – deutet auf die reichen Kupfervorkommen auf Zypern hin, die bereits in der Antike ausgebeutet wurden. Kupfer war schon in der Steinzeit der Werkstoff für Behälter und Schmuck, aber auch für Waffen und Verteidigungsmittel.

Eine kleine Homestory: Im Zuge der „jungsteinzeitlichen Revolution“ entstanden in Westfalen nicht nur Ackerbau und Viehzucht, sondern auch die ersten Bemühungen in der Metallverarbeitung. Es gibt Anhaltspunkte dafür, dass der Rohstoff für diese Entwicklung im Sauerland zu finden war.

Wie die meisten Metalle ist Kupfer nur selten in der Reinform zu finden. Um es also weiterverarbeiten zu können, muss es zunächst verhüttet werden. Heutzutage wird Kupfer aus produktionstechnischen Gründen als Legierung verwendet. Die Legierung aus Kupfer und Zinn ist wohl die bekannteste: Bronze ist leichter zu verarbeiten, da es zum Schmelzen nicht so hoch erhitzt werden muss wie Kupfer.

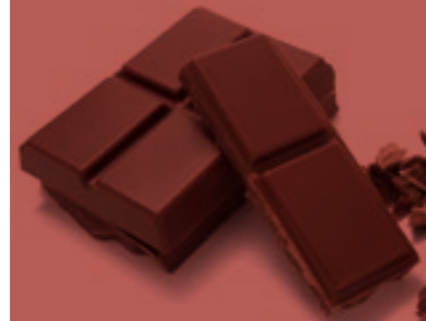
Heute erlebt Kupfer einen regelrechten Hype. Es findet vielseitig Verwendung. Als Legierung, aber auch oft in Reinform kommt es zum Einsatz. Es ist der ideale Werkstoff in der Elektro- und Halbleitertechnik. Aber auch in der Chemie und der Bauindustrie ist Kupfer ein beliebter Werkstoff mit überzeugenden physikalischen und chemischen Vorteilen.

Weil Kupfer weich und gleichzeitig zäh und dehnbar ist, wird es häufig zur Herstellung von Drähten genutzt. Die bereits erwähnte Korrosionsbeständigkeit und die gute Wärmeleitfähigkeit führen zur vermehrten Nutzung in der Heiz- und Kühltechnik.



MWE-Schachspiel, Bicolour-Optik

Neben Eisen und Zink ist Kupfer für den menschlichen Stoffwechsel ein essenzielles Spurenelement. Vollkornprodukte, Nüsse, Leber, Niere, Fisch oder Krustentiere, sowie Champignons und Kartoffeln zählen zu den Top-Kupferlieferanten.



Wie schön, dass ausgerechnet Schokolade den größten Anteil an Kupfer aufweist (1,25 pro 100 mg).

Ni 28	Cu 29	Zn 30		
Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	
Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	
Ds 110	Rg 111	Cn 112	Uut 113	Fl 114

Edelmetalle

PLATIN (Pt)

abgeleitet von der spanischen Benennung „Plata“



Wertvoller als Gold und Silber ...



Grau wie Stahl oder silberweiß – zu den Platinmetallen (Platinoide) zählen die „leichten“ wie Ruthenium, Rhodium, Palladium und die „schweren“ wie Osmium, Iridium, Platin. Es handelt sich bei all diesen Elementen um Edelmetalle.

Platin ist sehr selten. Man findet es hauptsächlich in Legierungen oder vergesellschaftet mit anderen Metallen oder Platinmetallen. Noch seltener gibt es Platin in gediegener Form von Nuggets. Platinmetalle bleiben bei der Nickel- oder auch Kupfergewinnung als Nebenprodukt übrig.

Die Geschmeidigkeit von Platin ist wohl mit der von Gold zu vergleichen.

In einem 3:1-Gemisch aus Salzsäure-Salpetersäure-Konzentrat – dem sogenannten Königswasser – löst es sich auf.

Man kann heute wohl Kanada, Alaska, Südafrika, Russland und Kolumbien als die fünf Hauptfundorte bezeichnen.

Schon ca. 3000 v. Chr. waren es die Ägypter, die das Edelmetall verarbeiteten. So wurde es 1895 in kleinstmengen in altägyptischem Schmuck entdeckt.

Die indianischen Völker Südamerikas verarbeiteten ebenfalls Platin, das als Begleitmaterial bei der Goldstaubgewinnung vorkam.

Ohne den wahren Grund zu kennen, nutzten die damaligen Schmiede die durch die Platin-körnchen und bestimmte Erhitzungsverfahren erreichte gute Verschweißbarkeit von Gold.

Wurde das Metallgemisch nochmals erhitzt oder verschmiedet, entstand eine Metalllegierung, die in Hitze verformbar war, aber nicht mehr geschmolzen werden konnte. Es war damit ähnlich beständig wie Gold.

Reines Platin war zu der damaligen Zeit allerdings noch nicht bekannt. Durch die häufigere Verwechslung mit Silber hat der Name Platin seinen Ursprung fälschlicherweise in dem spanischen Wort für Silber: „Platina“.

Als „unreifes“ Gold war es im 17. Jahrhundert bei den spanischen Goldsuchern in den Kolonien verschrien. Da das Verfälschen von Gold mit Platinanteilen unerkantet möglich war und somit verhindert werden musste, wurde es

in Ecuadors Flüssen versenkt und von den spanischen Regierenden geradezu geächtet.

Hochmotiviert, dem Metall auf den Grund zu kommen, gelang es 1748 dem spanischen Gelehrten und hochrangigen Militär Antonio de Ulloa, die Eigenschaften von Platin zu spezifizieren und einen umfassenden Bericht zu verfassen.

Der englische Arzt William Browning konnte sich zwei Jahre später die erfolgreiche Herstellung gereinigten Platinpulvers auf die Fahnen schreiben. 1783 erfand der französische Politiker und Chemiker Louis Bernard Guyton de Morveau ein Verfahren, die Platingewinnung zu industrialisieren.

Heute wird ein großer Teil der Vorkommen zur Herstellung von Katalysatoren in der Autoindustrie verarbeitet. Auch in der Schmuckgestaltung z. B. von Eheringen spielt Platin eine besondere Rolle, da es Langlebigkeit garantiert. Alles, was einer stärkeren Beanspruchung ausgesetzt ist oder besonders fein und genau verarbeitet sein muss, wird gern aus Platin gemacht.

Im Gegensatz zu Gold und Silber richtet sich der Platinpreis weniger nach Kauf oder Verkauf. Ausschlaggebend sind vielmehr das Angebot aus Recycling sowie Minenproduktion und die Nachfrage aus der Industrie.

Im Moment erzielt Platin auf dem Markt Höchstpreise.

*Kostbares
Sinnbild für
Beständigkeit*



			Cu 29	Zn 30		
		Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	
		Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	
Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Uut 113	Fl 114

Nickel **Phosphor** **Molybdän**
Mangan
Schwefel **Kohlenstoff**

Edelstahlkunde – Rostfreier Edelstahl

Da wir uns hier in besonderem Maße für den rostfreien Edelstahl interessieren, müssten die Unterschiede zunächst einmal verdeutlicht werden.

Stahl als solcher wird durch seinen besonderen Reinheitsgrad zum Edelstahl. Es handelt sich sowohl um legierte als auch um unlegierte Stähle, die z. B. einen geringen Wert an sogenannten Eisenbegleitern aufweisen.

Der Phosphor- und Schwefelgehalt darf für die Bezeichnung *Edelstahl* die 0,020 % nicht überschreiten. Darüber hinaus werden weitere Anforderungen gestellt.

Was macht eigentlich diesen rostfreien Stahl aus? In der Regel enthält die rostfreie Eisenlegierung einen Chromanteil von mehr als 10,5 %. Wenn dieser Chromanteil zusammen mit Nickel und Molybdän oder allein in der Legierung gelöst ist, kann sich eine schützende und dichte Passivschicht aus Chromoxid an der Oberfläche bilden.

Sie ist in der Lage, sich bei Korrosion selbst zu regenerieren. Damit der Werkstoff nicht zu spröde wird, darf der Anteil von Kohlenstoff 1,2 % nicht überschreiten.

Edelstahl muss also nicht rostfrei sein, genauso ist rostfreier Stahl nicht unbedingt Edelstahl.

Eindeutig ist jedoch die Definition der Anteile aller Legierungselemente zu den verschiedenen Edelstahl-Sorten (niedrig- oder hochlegiert). Zur Optimierung der Korrosionsbeständigkeit bzw. Verbesserung des mechanischen Verhaltens kann rostfreier Edelstahl außerdem Legierungsbestandteile wie Nickel, Molybdän, Mangan und Niob enthalten.

Schon in den Anfängen der Edelstahlproduktion gab es unterschiedliche Bezeichnungen für nichtrostenden Stahl – hierbei handelte es sich durchaus um bekannte Namen . . .

V2A* 1912 Friedrich Krupp AG – Versuchsschmelze 2 Austenit Austenitische Chrom-Nickel-Stähle ohne Molybdän

V4A Wie V2A, aber – durch die 2%ige Zugabe von Molybdän in der Legierung – mit höherer Korrosionsbeständigkeit in chloridhaltiger Umgebung (Salzwasser, Chemieindustrie)

NIROSTA Thyssen Krupp

Cromargan WMF

REMANIT Thyssen

***** Die heutige Legierung X5CrNi18-10 mit der Werkstoffnummer: 1.4301 und der Aufschrift 18/10 (Chrom/Nickel-Anteil) V2A belegt 33 % der Produktion rostfreier Stähle. Es handelt sich um einen relativ weichen, **nicht magnetischen** Austenitstahl.

Verwendung: Küchengeräte wie Töpfe, Pfannen, Essbestecke Spülbecken, Auspuffanlagen, Beschläge ...



Allein die Bezeichnung „Edelstahl“ ist nicht aussagekräftig genug. Immer sollte auch der Zusatz „Rostfrei“ angefügt sein, um Missverständnisse zu vermeiden.

Die Stahlgruppen wie Werkzeugstahl, Edelbaustahl, Wälzlagerstahl, Schnellarbeitsstahl gehören zu den Edelstählen. Allerdings werden sie in anderen kommerziellen oder industriellen Kontexten als der „allgemein“ rostfreie Edelstahl eingesetzt.

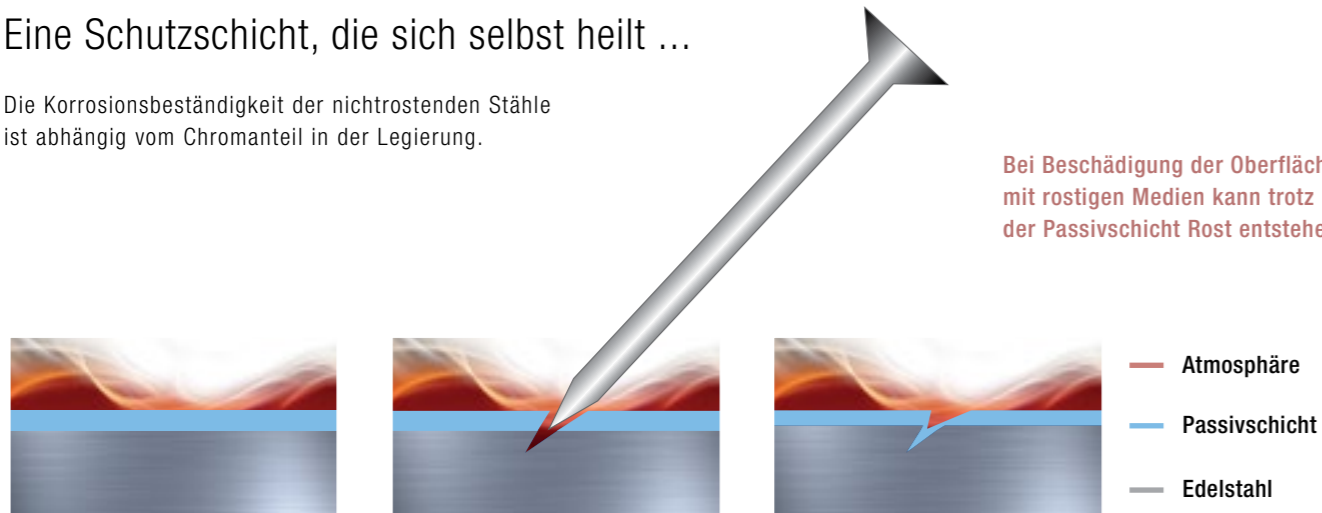
Die Passivschicht

Ohne eine Passivschicht entsteht Rost.
Hier durchaus gewollt:
Ein Türblatt in Rostoptik mit dem
MWE-Schiebetürbeschlag Duplex



Eine Schutzschicht, die sich selbst heilt ...

Die Korrosionsbeständigkeit der nichtrostenden Stähle ist abhängig vom Chromanteil in der Legierung.



Die Oxidschicht von Stahl – bekannt als Rost – ist nicht in der Lage, sich selbst zu rekonstruieren, und deswegen von keinem erhaltendem Wert für den Werkstoff. Der Chromanteil in der Oberfläche rostfreien Edelstahls hingegen reagiert mit Sauerstoff zur sogenannten Passivschicht. Je höher der Chromanteil, desto widerstandsfähiger ist die Oxidschicht auf der Oberfläche der Legierung.

Die Passivschicht ist durchgehend und undurchlässig. Sie schützt die Legierung vor äußeren Einflüssen und verhindert – abhängig vom vorherrschenden Umgebungszustand – eine ungewollte Korrosion. Sollte die Oberfläche eine mechanische Verletzung erlebt haben, ist sie in der

Lage, sich selbst wiederherzustellen (Repassivierung). Dieser Vorgang kann durch die Zugabe von Nickel deutlich stabilisiert und verstärkt werden, während andere Legierungselemente die Wirkung des Chroms lediglich leicht beeinflussen können.

Gehört Molybdän zu den Legierungselementen, erreicht man ein besonders stabiles Werkstoffverhalten in neutralen oder sauren, chloridhaltigen Umgebungen, wie z. B. im Schwimmbad- oder Saunabereich.

Die vier Wichtigsten:

- Kohlenstoff = C
- Chrom = Cr
- Nickel = Ni
- Molybdän = Mo

Die Legierungen

Legierungselemente: Ihre Wirkung und Einsatzbereiche

Zur physikalischen und chemischen Verbesserung des Stahls, der in seinem Rohzustand bereits vielfältige Verwendung in der Industrie findet, werden ihm sogenannte Stahlveredler zugesetzt.

Chrom

- erhöht:**
- Härtegrad und Verschleißfestigkeit
 - Zugfestigkeit
 - Zunderbeständigkeit
 - Hitze-, Rost- und Chemikalienbeständigkeit

- senkt:**
- kritische Abkühlgeschwindigkeit, wirkt ferritstabilisierend
 - Wärme- und elektrische Leitfähigkeit

Nachteile: verringert die Schweißbarkeit und Kerbschlagarbeit

Nickel

- erhöht:**
- Rostbeständigkeit
 - Dehnbarkeit
 - Zähigkeit
 - elektrischen Widerstand
- wirkt ferritstabilisierend

Molybdän

- erhöht:**
- Warmfestigkeit
 - Härbarkeit
 - Rost- und Korrosionsbeständigkeit
- verbessert Schweißbarkeit

Nachteile: verringert Dehnbarkeit und Schmiedbarkeit

Kohlenstoff

Anteil von 0,01 %–2,06 % C ausschlaggebend für die Bezeichnung: Stahl

- senkt den Schmelzpunkt

erhöht:

- Härte
- Zugfestigkeit

ab 0,22 % C lässt sich Stahl härten

Nachteile:

- erhöht Sprödigkeit
- senkt die Schmiedbarkeit, Schweißbarkeit und Bruchdehnung

Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28
Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46
		Ir 77	Pt 78	Au 79
			Hg 80	

C
6

N
7

P
15

Austenitische Stähle belegen ca. 70 % der weltweiten Edelstahlproduktion

Es gibt ca. 100 Sorten rostfreien Edelstahl, aufgeteilt in 4 Hauptgruppen:

WÄRMERESISTENT **KORROSIONSBESTÄNDIG**
LEITFÄHIG **LANGLEBIG**
WIRTSCHAFTLICH **HYGIENISCH**
WARTUNGSARM
SCHWEISSBAR

Die wichtigste Gruppe der nichtrostenden Stähle

MARTENSITISCHE

ab 0,1 % C
12–18 % Cr

Teile der Fertigungstechnik, Schneidwerkzeuge, Federn, Auspuffanlagen, Rasierklingen

Hohe Verschleißfestigkeit und Schneidhaltigkeit durch hohen Härtegrad, aber schneller porös, gute Umformbarkeit

AUSTENITISCHE

0,015–0,1 % C
16–26 % Cr
6–26 % Ni
bis 7 % Mo

Medizinischer Stahl

Höherer Korrosionswiderstand, bessere Duktilität durch Ni, dadurch sehr gute Warm- und Kaltverformbarkeit, nicht härtbar, durch Kaltverfestigung aber härter, verbesserter Korrosionswiderstand im sauren Medium durch Mo, anfällig für Spannungsrisskorrosion, nicht magnetisierbar, gut schweißbar, niedrige Wärmeleitfähigkeit

AUSTENITISCHE MIT GERINGEM NICKELANTEIL
Chrom-Mangan-Stähle mit weniger als 5 % Ni

AUSTENITISCHE FEUERFESTE
bis 0,2 % C
20–25 % Cr
10–20 % Ni

FERRITISCHE

0,02–0,1 % C
10,5–29 % Cr
bis 2,5 % Mo

Innenausbau, Verkleidungen, Konstruktionselemente, Waschmaschinenröhrchen

weniger duktil als austenitische Stähle, gute Warm- und Kaltumformbarkeit, Härtegrad erhöht sich nicht durch Wärmebehandlung, magnetisch, hohe Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion verursacht durch Chloride

FERRITISCHE STABILISIERTE
stabilisiert durch Titan, Zirkonium, Niob

AUSTENITISCH-FERRITISCHE

(mögliche Mischung)
0,02 % C
22–25 % Cr
bis 4 % Mo
3–8 % Ni

Chemie und Apparatebau, Meeres- und Offshore-Technik

günstig durch den höheren Chrom- und geringeren Nickelanteil, höhere Zugfestigkeit als austenitischer Edelstahl, gute Dauerschwingfestigkeit, gute Umformbarkeit, gute Schweißbarkeit, beständiger gegen Spannungsrisskorrosion verursacht durch Chloride

Deutliche Vorteile austenitischer Stähle

Diese Cr-Ni-Stähle überzeugen durch das günstige Zusammenspiel von mechanischen Vorteilen, guter Verarbeitbarkeit und einer hervorragenden Korrosionsbeständigkeit. Durch den Anstieg der Chrom- und Molybdänanteile erhöht sich die Beständigkeit gegen Korrosion. Ein Vorteil von austenitischem Stahl ist die gute Umformbarkeit, weswegen seine Verwendung in Industrie und bei Haushaltsgegenständen besonders häufig ist.

Dieses Attribut plus das eines unschlagbaren Hygieneverhaltens machen diesen Werkstoff auch für die Medizin, Lebensmittelindustrie und Pharmazie zu einem der wichtigsten. Hier lässt sich das Edelstahlprodukt durch Behandlung mit Dampf sterilisieren. Auch die Langlebigkeit des rostfreien Stahls und die Wiederverwertbarkeit sind klare Pluspunkte nicht zuletzt für die Umwelt.

Genormt und gelistet

In Europa sind die nichtrostenden Stähle in der EN 10088-1 bis 5 genormt. Die Bezeichnungen jeder einzelnen der über 100 Stahlsorten enthalten Angaben über die wichtigsten Legierungselemente und deren Konzentrationen. Außerdem enthalten sie auch Werkstoffnummern: eindeutige Materialangaben in Plänen und Ausschreibungen. „V2A“ und „V4A“ sind die gelegentlich verwendeten Synonyme. Ursprünglich als Markennamen gedacht, stehen sie jetzt allgemein-gültig für die Stähle mit den Werkstoffnummern 1.4301 (V2A) und 1.4401/1.4404/1.4571 (V4A).

Die Einsatzorte für Edelstahl sind in der Regel sehr unterschiedlich. Belastungen durch Meerwasser, Niederschläge oder industrielle bzw. kulturelle Emissionen sind überall anders. Deshalb gibt es vier verschiedene Widerstandsklassen, in welche die Edelstähle eingeordnet sind.

**Wichtige Stahlproduzenten
2011 neben China:**
Japan: 107,6 Mio. Tonnen
die USA: 86,2 Mio. Tonnen
Indien: 72,2 Mio. Tonnen
Russland: 68,7 Mio. Tonnen

Verteilung der weltweiten Stahlproduktion

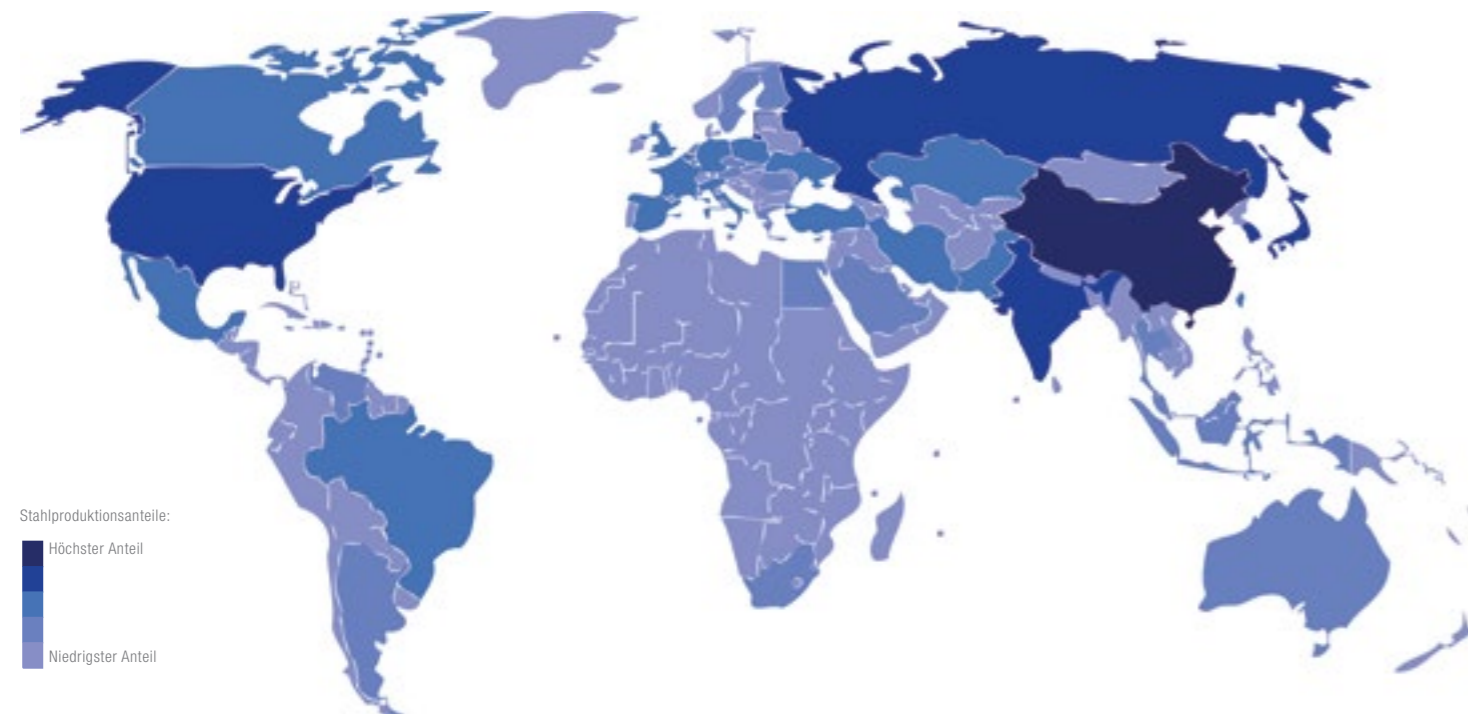
Interessenvertreter der Stahlproduzenten weltweit ist der Branchenverband *Worldsteel*. Laut seiner Angaben wurden im Jahre 2011 weltweit insgesamt 1514,7 Mio. Tonnen Stahl erzeugt. Das ergibt ca. 96 Mio. Tonnen, also 6,8 % mehr als im Jahr davor.

2011 produzierte Deutschland 44,3 Mio. Tonnen und verzeichnete damit einen Anstieg von 1,1 % zum Vorjahr. Die Volksrepublik China trägt mit 683,3 Mio. Tonnen (2010: 626,7 Mio. Tonnen) den Bärenanteil zur weltweiten Stahlproduktion.

Mit einer Steigerung um 9,0 % zum Vorjahr ergab das einen Anteil von 45,1 % an der Gesamtproduktion weltweit.

Wenn man China außer Acht lässt, betrug die Stahlproduktion der restlichen Welt 831,4 Mio. Tonnen im Gegensatz zu 792,0 Mio. Tonnen im Jahr davor. Das ist ein Anstieg von 5,0 %.

Während die Stahlproduktion in den 27 Staaten der EU 2010 bei 172,6 Mio. Tonnen lag, steigerte man sich bis 2011 auf 177,4 Mio. Tonnen, also um 2,8 %. In Europa sind auch die Ukraine, Italien, Frankreich und Spanien bedeutende Stahlproduzenten.



Die Entwicklung der weltweiten Stahlproduktion der letzten 40 Jahre

Rang 2011	Land	1970	1980	1990	2000	2007	2008	2009	2010	2011
1.	China	18.144	37.121	66.349	128.500	489.288	500.312	573.567	626.654	683.265
2.	Japan	93.322	111.395	110.339	106.444	120.203	118.739	87.534	109.599	107.595
3.	USA	119.307	101.456	89.726	101.803	98.102	91.350	58.196	80.495	86.247
4.	Indien	6.276	9.514	12.963	26.924	53.468	57.791	63.527	68.321	72.200
5.	Russland	65.835	84.040	87.735	59.136	72.387	68.510	60.011	66.942	68.743
6.	Südkorea	481	8.558	23.125	43.107	51.517	53.625	48.572	58.363	68.471
7.	Deutschland	50.466	51.146	43.980	46.376	48.550	45.833	32.670	43.830	44.288
8.	Ukraine	41.012	52.353	54.655	31.767	42.830	37.279	29.855	33.432	35.332
9.	Brasilien	5.390	15.337	20.567	27.865	33.782	33.716	26.506	32.928	35.162
10.	Türkei	1.312	2.536	9.443	14.325	25.754	26.806	25.304	29.143	34.103
11.	Italien	17.277	26.501	25.467	26.759	31.553	30.590	19.848	25.750	28.662
12.	Taiwan	350	3.417	9.748	16.895	20.903	19.882	15.873	19.755	22.660
13.	Mexiko	3.881	7.156	8.734	15.631	17.573	17.209	14.132	16.710	18.145
14.	Frankreich	23.774	23.176	19.016	20.954	19.250	17.879	12.840	15.414	15.777
15.	Spanien	7.394	12.643	12.936	15.874	18.999	18.640	14.358	16.343	15.591
16.	Kanada	11.200	15.901	12.281	16.595	15.572	14.845	9.286	13.013	13.090
17.	Iran	0	1.180	1.584	6.615	10.051	9.964	10.908	11.995	13.040
18.	Großbritannien	27.833	11.227	17.841	15.155	14.317	13.521	10.079	9.709	9.481
19.	Polen	11.750	19.485	13.633	10.498	10.632	9.728	7.128	7.993	8.794
20.	Belgien	12.607	12.607	11.453	11.636	10.692	10.673	5.635	7.973	8.114
21.	Österreich	4.079	4.623	4.291	5.707	7.578	7.594	5.662	7.206	7.474
22.	Niederlande	5.042	5.272	5.412	5.666	7.368	6.853	5.194	6.651	6.937
23.	Südafrika	4.757	9.067	8.619	8.481	9.098	8.246	7.484	7.617	6.650
24.	Ägypten	450	882	2.240	2.838	6.224	6.198	5.541	6.676	6.486
...										



Vom Roheisen zum Edelstahl

Alles Handarbeit – urzeitliche Eisengewinnung

Die ersten Rennöfen gab es ca. 1500 v. Chr..

Im Laufe der technischen Entwicklung der Menschheit gab es viele verschiedene Methoden, Eisen zu gewinnen. In den Anfängen wurde das Eisen den Eisen-Nickel-Verbindungen aus Meteoriten oder dem besonders ergiebigen Raseneisenstein entnommen.

Rösten des Erzes



Das mühsam gewonnene Eisenerz wurde als Erstes geröstet und dann von Hand zerkleinert. Dieser Vorgang auf einem Röstbett oder in einem Röstofen reinigte die Erze durch die Verdampfung von Wasser und Schwefelbestandteilen. Hierzu erhitze man das Erz bis kurz vor dem Schmelzpunkt.

Zerkleinern des gerösteten Erzes



Schlackegrube



In den ersten Röstöfen wurde unter großer Hitze das Raseneisenerz in Eisenoxid umgewandelt. Nach dem Rösten wurde das Erz zur Weiterverarbeitung zerkleinert (Pochen).

Roheisen



Ausbrennen des Ofens



Für den Ofen hob man zunächst eine Schlackegrube aus. Über dem mit Ästen und Zweigen gefüllten Loch modellierte man einen Lehm-schacht. Dieser musste vor dem Reduktionsprozess vorgebrannt werden.

Zerschlagen des Ofens



Der brennende Ofen wurde nun mit dem zerkleinerten Eisenerz und zuvor gelagerter Holzkohle schichtweise aufgefüllt (Beschicken). Im Ofen fand nun bei 1200 bis 1300 °C die Reduktion statt.

Belüften mit Blasebalg



Dabei floss die eisenarme Schlacke in die Grube (Rinnen/Rennen). Ein schlackehaltiger Eisenklumpen blieb im zentralen Bereich der Grube übrig. Um an das Eisen zu kommen, zerschlug man den Ofen. Die sogenannte Luppe (Eisen) wurde nun herausgehoben, weiter erhitzt und ausgeschmiedet.

Ausschmieden des Eisens



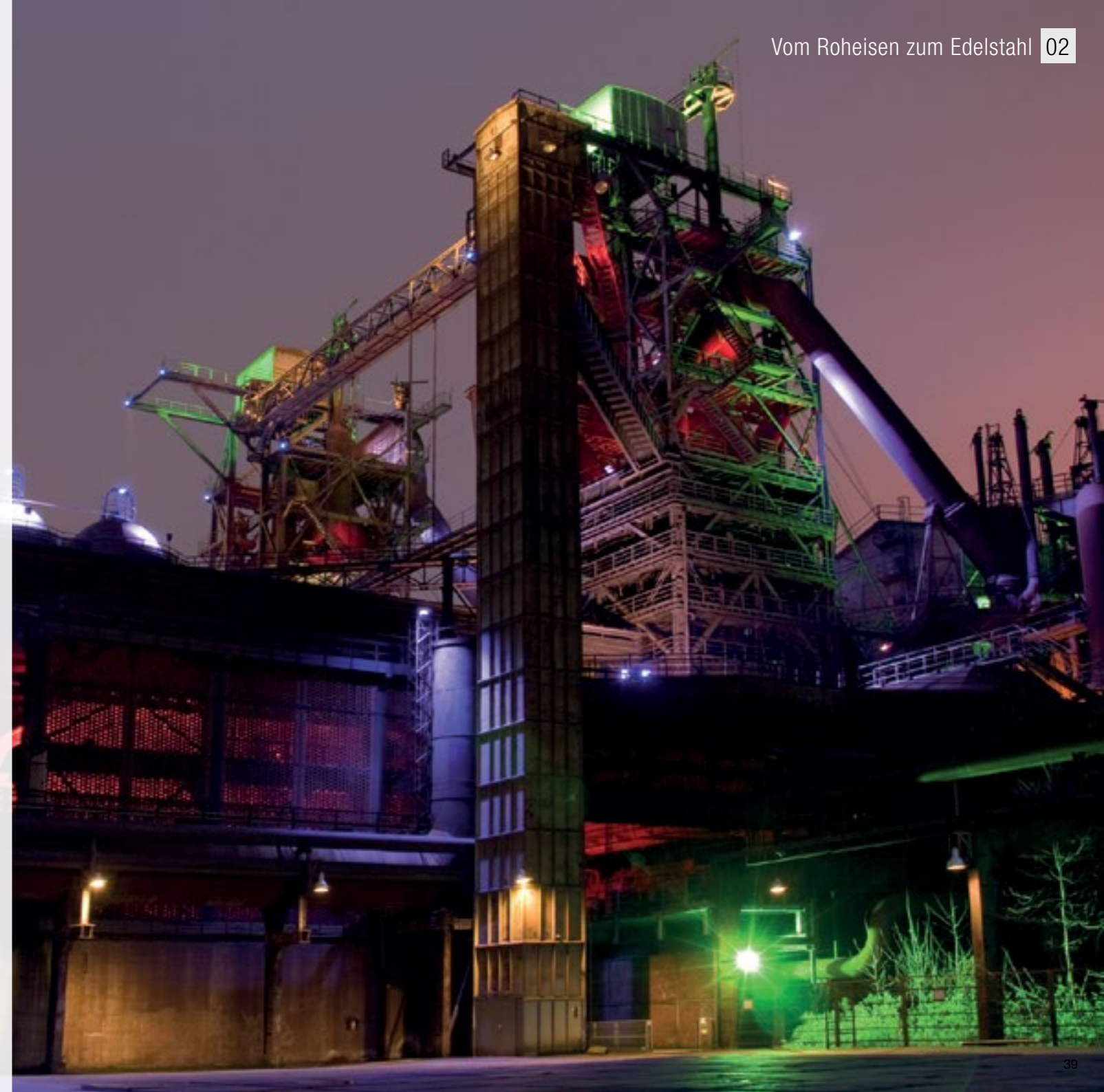
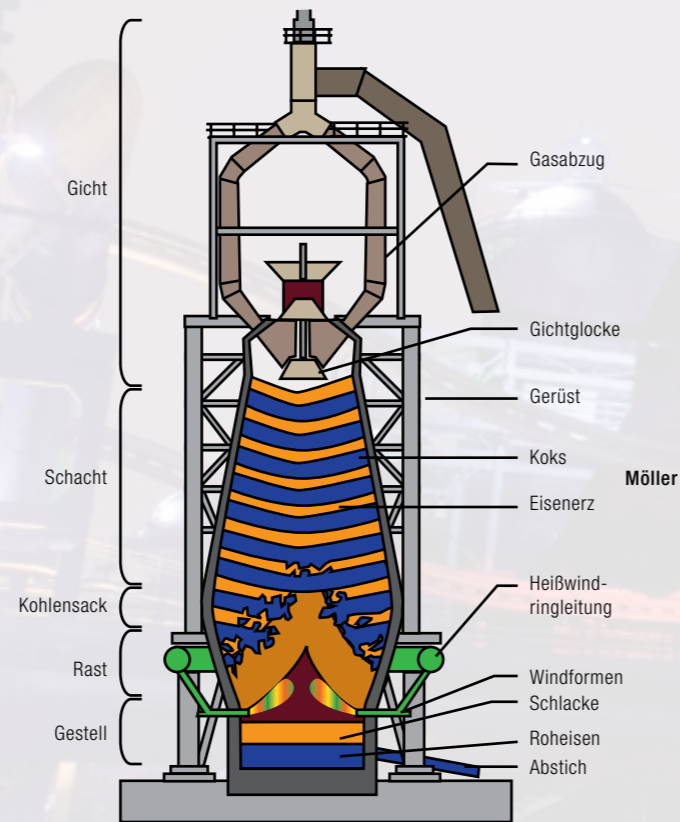
Neuzeitliche Eisengewinnung: Der Hochofen

Um den Prozess der Stahlgewinnung zu verstehen, wird an dieser Stelle die Phase der neuzeitlichen Roheisengewinnung angerissen.

Der Hochofen, ein sogenannter Schachtofen, wird abwechselnd mit Möller und Koks beschickt. Der Möller ist ein Gemisch aus Eisenerzen, Zuschlagstoffen und kohlenstoffhaltigen Materialien. Bei der Beschickung eines Hochofens folgt je eine Schicht aus Koks auf eine Schicht aus Möller. Der Koks dient im Hochofen als Reduktionsmittel des Erzes und auch als Brennstoff.

Im unteren Teil des Ofens wird durch die Windformen ca. 1200 °C heiße Luft eingeblasen. Dabei verbrennt ein Teil des im Koks enthaltenen Kohlenstoffs zu Kohlendioxid CO_2 , welches mit dem restlichen Kohlenstoff des glühenden Kokes das für die Reduktion wichtige Kohlenmonoxid CO bildet. Das ca. 2000 °C heiße Prozessgas durchströmt die Möllersäule, reduziert die Eisenoxide und bringt das entstandene Roheisen zum Schmelzen.

Unten treten das neu gewonnene, flüssige Roheisen und die Schlacke als Endprodukte aus.



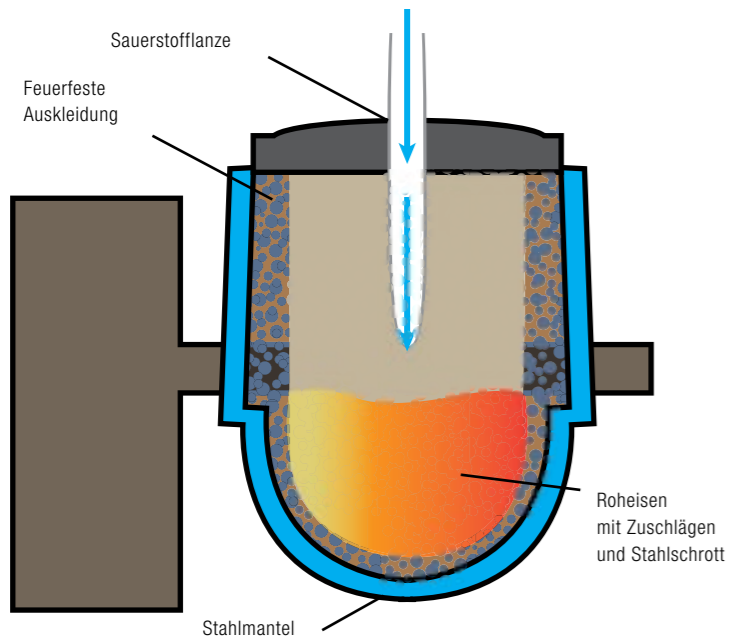
Stahlgewinnung: Der Konverter



Thomasbirne
von ca. 1900

Da das Roheisen noch zu viel Kohlenstoff sowie weitere Verunreinigungen enthält, muss es weitere Prozessschritte durchlaufen. Beim Frischen werden – vereinfacht formuliert – alle unerwünschten Bestandteile in der Schlacke gebunden oder in Abgase (C zu CO und CO₂) umgewandelt. Dadurch gelangt man zu flüssigem Stahl, der durch pfannenmetallurgische Behandlung weiter veredelt werden kann.

Durch Aluminium- und Silizium kann man z. B. den in der Schmelze gelösten Sauerstoff binden. Man *beruhigt* den Stahl. Hierdurch wird die Entstehung von Hohlräumen verhindert. Dieser Stahl kann direkt in Strangform oder anders vergossen werden.



Die dabei angewandte Technik ist ausschlaggebend für die Qualität des daraus entstehenden Halbzeugs. Die Reduzierung des Kohlenstoffanteils findet in der Regel in einem Konverter statt. Nachdem man ihn mit Stahlschrott beschickt hat, gibt man das flüssige Roheisen dazu. Reiner Sauerstoff wird auf das Roheisen-Schrott-Gemisch aufgeblasen, was einen Oxidationsprozess in Gang setzt, der ohne Wärmequelle von außen große Hitze erzeugt (Frischen).

Mittlerweile überholt sind die Bodenblas-Verfahren in der Bessemer- oder Thomasbirne. Heutige Konverter arbeiten überwiegend nach dem Linz-Donawitz-Verfahren:

Die Masse aus flüssigem Roheisen, Stahlschrott und Schlackebildnern wird über eine „Lanze“ mit Sauerstoff versorgt. Unerwünschte Bestandteile des Stahls wie Schwefel, Phosphor und vor allem Kohlenstoff verbrennen oder werden in der Schlacke gebunden. Die enorme Hitze, die bei diesen exothermen Prozessen erzeugt wird, bringt auch den Schrott zum Schmelzen.

Beim *Sauerstoffdurchblas-Verfahren* wird Sauerstoff durch Düsen im Boden in den Konverter eingeblasen, gegebenenfalls zusätzlich zur Sauerstofflanze.



Abhängig von den Legierungsanteilen ist der Stahl zwischen 1400–1530 °C aufgeschmolzen.

Der Lichtbogenofen

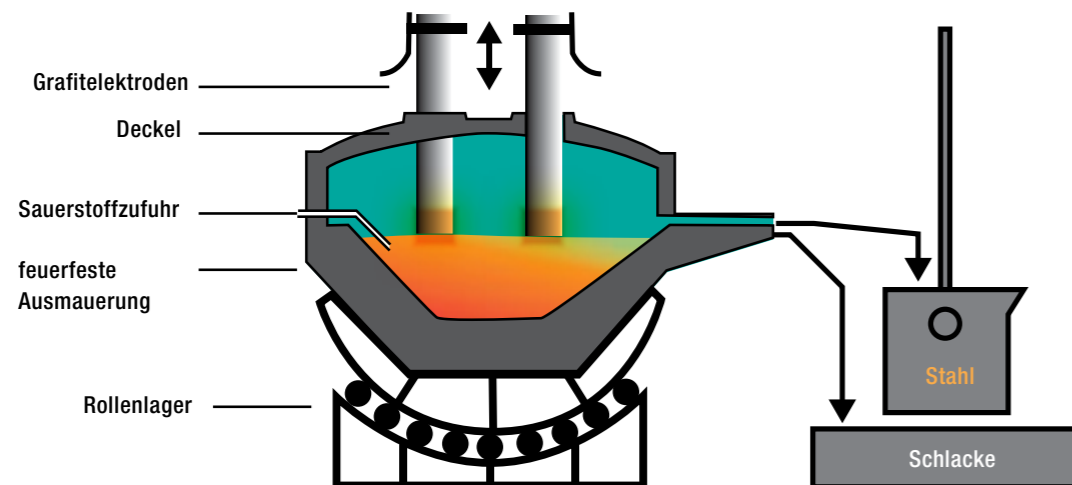
Die zum Schmelzen erforderliche Hitze kann auch durch einen Lichtbogen bzw. Induktion erzeugt werden. Beim Elektrostahlverfahren beschickt man den Lichtbogenofen hauptsächlich mit Schrott, aber auch mit Eisenschwamm und Roheisen.

Dazu kommen noch schlackebildende und reduktionsfördernde Mittel.

Die Lichtbögen zwischen dem Einsatzgut (bzw. der Schmelze) und den Elektroden spitzen der (i. d. R. drei) Grafitelektroden erzeugen Temperaturen von bis zu 3500 °C. Das Einschmelzen besonders hartnäckiger Ferrolegierungen wird so möglich gemacht. Die zum Frischen notwendige Sauerstoffzufuhr erfolgt über Sauerstofflanzen.

Mit einem Lichtbogenofen läßt sich also nicht nur jegliche Stahlsorte erschmelzen, sondern es lassen sich auch vielfältigste Produktergebnisse erzeugen.

Angewandt wird diese Methode hauptsächlich zur Herstellung von Edelstählen und Qualitätsstählen, da sie höhere Kosten erzeugt als andere Schmelztechniken.



Über 1,5 Milliarden Tonnen Rohstahl werden heutzutage weltweit erzeugt.

60 % durch das Sauerstoffaufblas-Verfahren, 33 % als Elektrostahl ...

Im Schnelldurchlauf zum Edelstahl

Am Anfang steht der Abbau von Eisenerz.

Im Hochofen wird anschließend das Eisenerz mit Hilfe von Koks zugaben zu Roheisen verarbeitet.

Nun verfügt man zwar über ein hartes (Kohlenstoff ca. 5 %) aber gleichzeitig sprödes Material.

Dieser Kohlenstoff und andere unerwünschte Eisenbegleiter werden durch verschiedene Verfahren aus dem Roheisen entfernt und damit Stahl erzeugt. Die Stahlerzeugung erfolgt in Konvertern und/oder Lichtbogenöfen durch Aufblasen von Sauerstoff sowie durch enorme Hitze.

Der nun gewonnene Stahl verfügt nur noch über weniger als 2,06 % Kohlenstoffanteil: Stähle mit niedrigem Kohlenstoffgehalt lassen sich leichter verformen, während Stähle mit hohem Kohlenstoffgehalt härter sind.

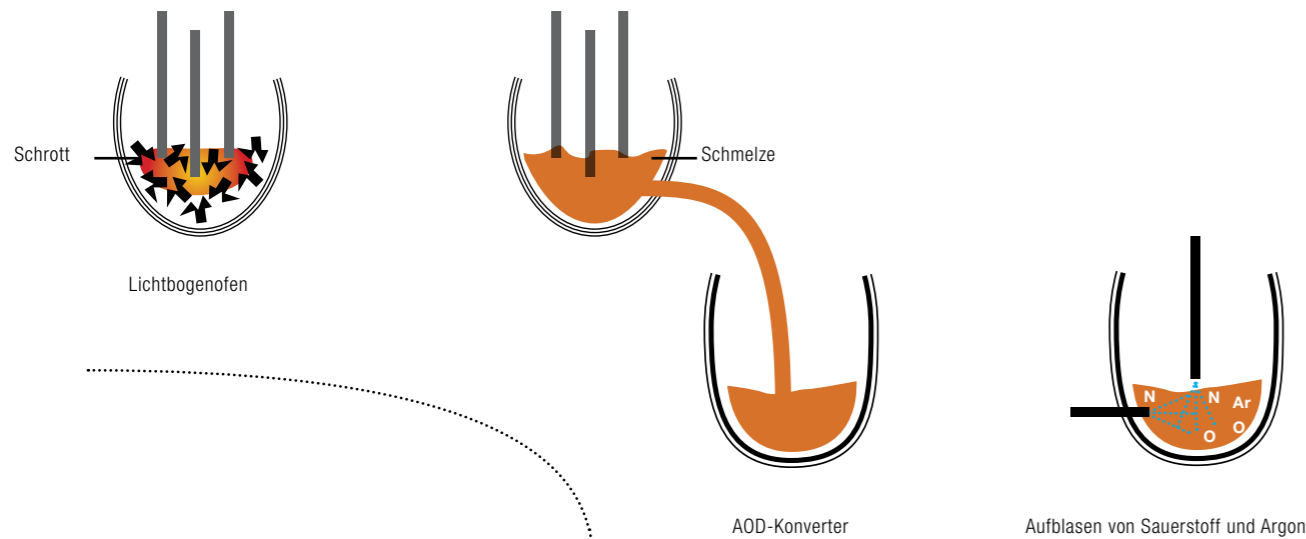
Wenn die Schwefel- und Phosphorgehalte jeweils unter 0,020 % liegen, handelt es sich um Edelstahl.

Zum legierten Edelstahl wird der Werkstoff durch Zufügen von Legierungsmetallen während der Stahlschmelze. Die chemische Zusammensetzung der Zugaben fällt je nach gewünschtem Werkstoff unterschiedlich aus.

Hierrauf können noch weitere Veredelungsschritte folgen.



Stahlverarbeitung: Am Beispiel Edelstahlband



Früher konnte man den Stahl nach dem Frischen im Konverter oder Lichtbogenofen als fertig bezeichnen und vergießen. Der Anspruch an den Stahl ist jedoch gestiegen. Eine höhere Qualität der Stahlsorten wird durch eine Nachbehandlung erreicht, die sogenannte Sekundärmetallurgie.

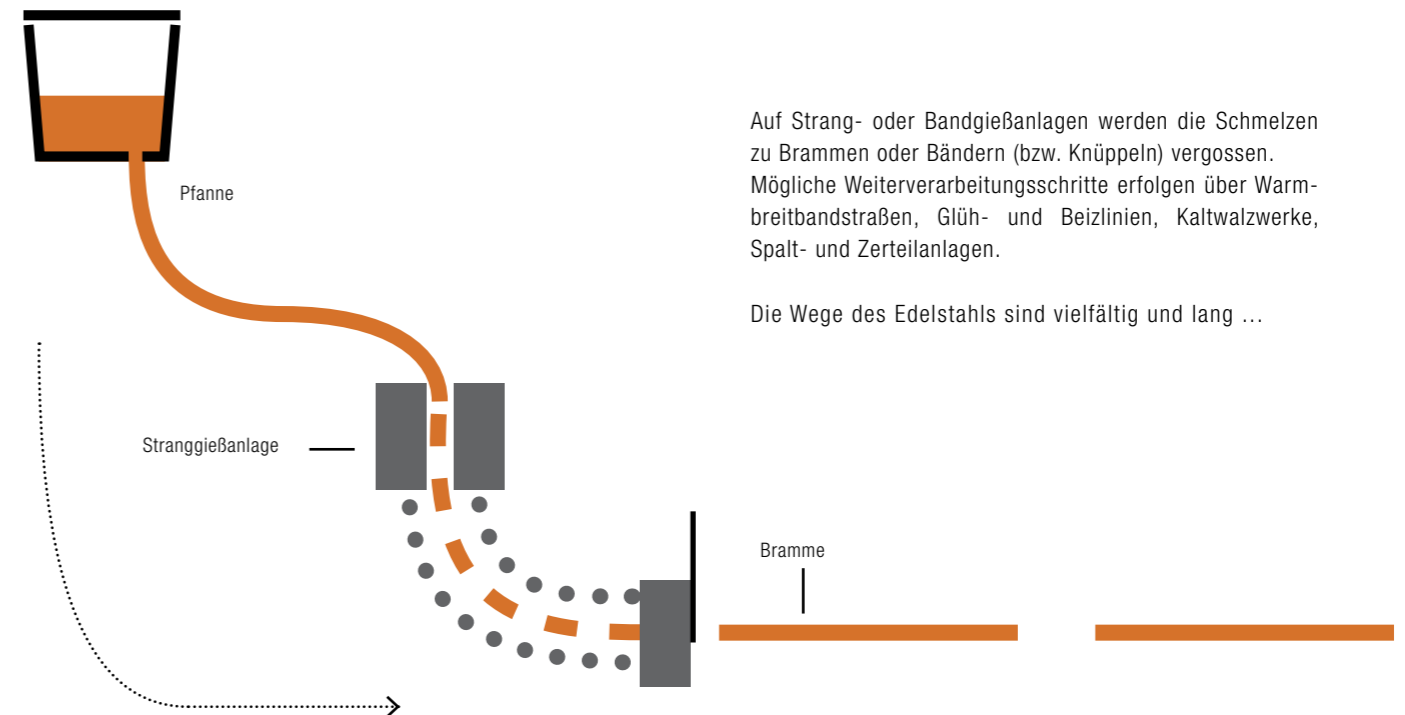
Die Schmelzstufe

Wie zuvor beschrieben wird im Lichtbogenofen eines Stahlwerks unter Zugabe von Legierungselementen eine Schmelze aus Stahlschrott hergestellt.

Diese Schmelze wird in einen AOD-Konverter umgefüllt, in dem durch Einblasen eines Sauerstoff-Argon-Gemisches eine kontrollierte Reduzierung des Kohlenstoffgehaltes auf einen Zielwert erfolgt. Anschließend wird die Schmelztemperatur der Stahlschmelze in einer Pfanne für weitere Veredelungen eingestellt.

Die Veredelung/Sekundärmetallurgie

Unter Sekundärmetallurgie versteht man zusammenfassend alle Verfahren zur Veredelung und Verbesserung des Reinheitsgrades von Stahl. Dazu gehören Entgasung, Legierungseinstellung, Desoxidation und Einschlusseinförmung. Die meisten Behandlungen geschehen innerhalb eines Vakuums. Die besonders exakte Feineinstellung der chemischen Analyse und der Gießtemperatur sind dadurch möglich.



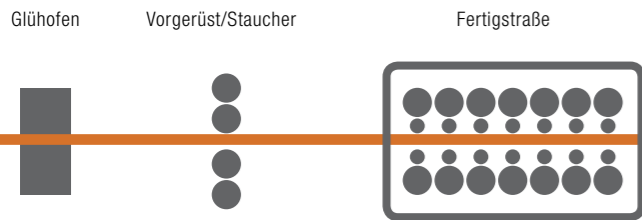
Auf Strang- oder Bandgießanlagen werden die Schmelzen zu Brammen oder Bändern (bzw. Knüppeln) vergossen. Mögliche Weiterverarbeitungsschritte erfolgen über Warmbreitbandstraßen, Glüh- und Beizlinien, Kaltwalzwerke, Spalt- und Zerteilanlagen.

Die Wege des Edelstahls sind vielfältig und lang ...

Herstellung von:
Breitband, Spaltband, Tafeln



Glühende Bramme



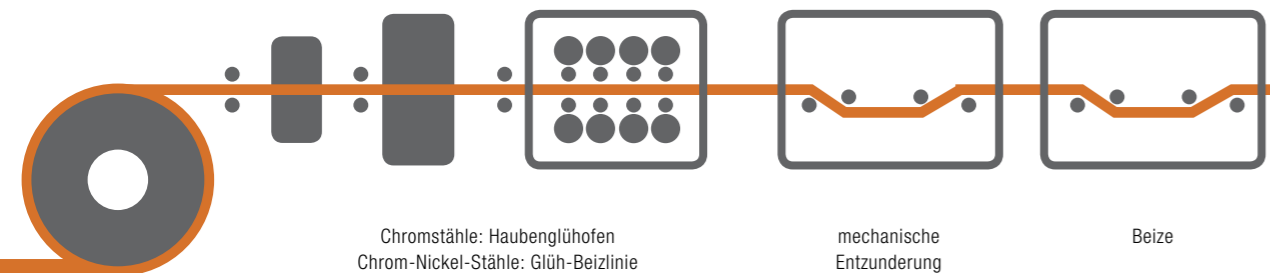
Warmbandlinien

Erhitzung der Brammen in Glühöfen und Vorbereitung in Vorgerüsten sowie Stauchern auf die Wärmewalzen

Behandlung in Glüh- und Beizlinien

Das Warmband wird zum Kaltwalzen vorbereitet. Dies geschieht bei Chromstählen durch eine Wärmebehandlung in Haubenglühöfen und bei Chrom-Nickel-Stählen auf einer Glüh- und Beizlinie.

Die Oxidschicht (Zunder) des Materials wird nach der sogenannten Vorentzunderung durch verschiedene flüssige Beizmedien entfernt. Dieses geglühte und sauber gebeizte Warmband ist nun bereit für die Kaltwalzung.



Chromstähle: Haubenglühofen
Chrom-Nickel-Stähle: Glüh-Beizlinie

mechanische
Entzunderung

Beize



Beim Warmwalzen befindet sich die Temperatur oberhalb der Rekristallisations-Temperatur. Diese liegt zwischen 550 und 700 °C.

Das Kaltwalzen



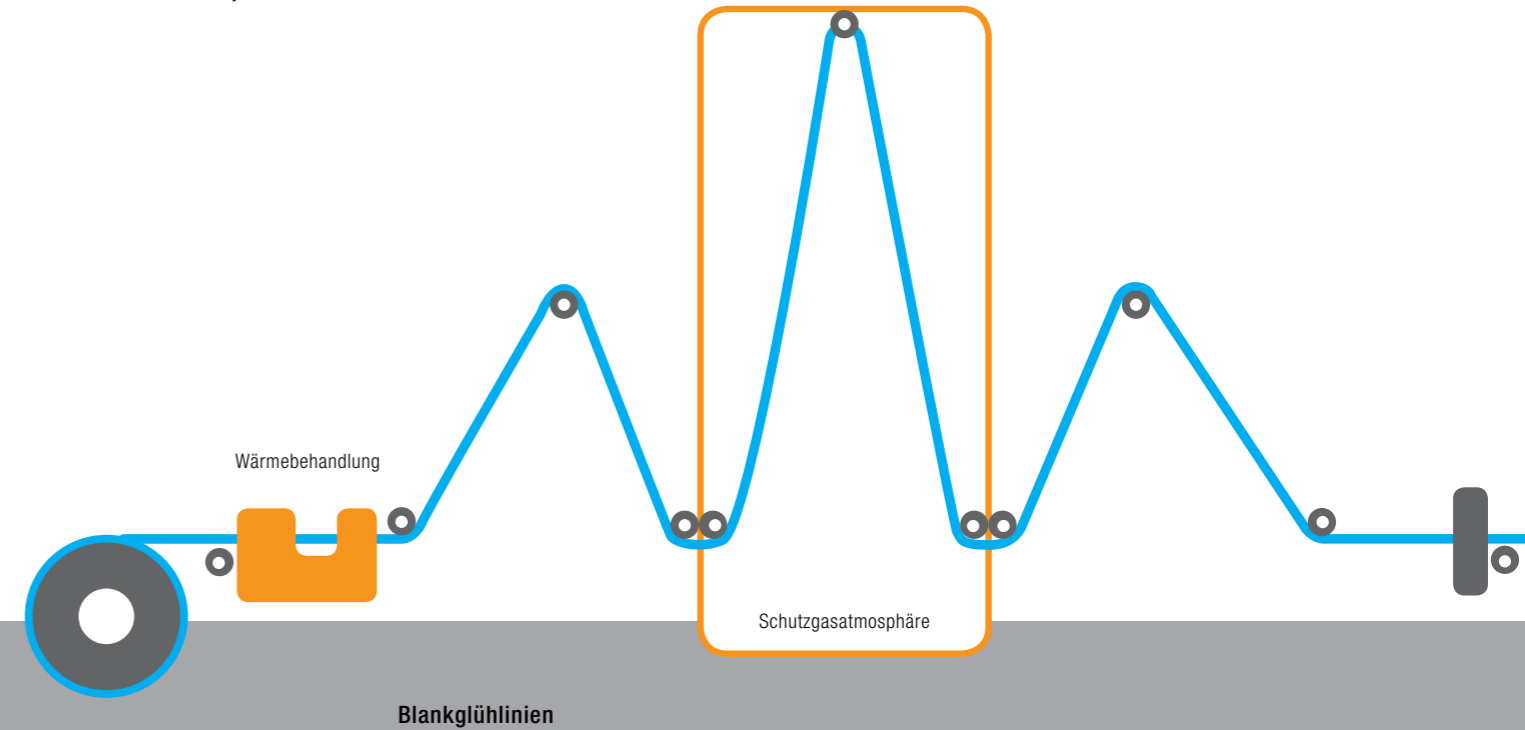
Kaltwalzwerke

Hier nun wird die Dicke der Bänder verringert. Das am häufigsten genutzte Kaltwalzwerk ist das 20-Rollen-Kaltwalzgerüst mit der für Edelstähle benötigten hohen Umformkraft.

Durch verschiedenste Mechanismen wird ein besonders präzises und kontrolliertes Walzen bei hoher Geschwindigkeit und absoluter Planheit gewährt.

Kaltbandlinien

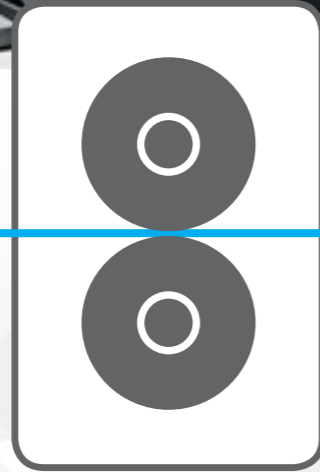
Für besonders geforderte Oberflächen wird das Kaltband erneut einem Glühprozess unterzogen. Je nach Qualität durchläuft es hierbei eine Wärmebehandlung auf einer Glüh- und Beizlinie (siehe S. 46) mit offener Atmosphäre oder in der Schutzgasatmosphäre einer Blankglühlinie. Nach einer abschließenden Wärmebehandlung wird der metallische Glanz der Oberfläche nochmals verstärkt und haltbar gemacht. Darauf wird das Band leicht nachgewalzt, streckgerichtet und besäumt oder adjustiert.



Blankglühlinien

Konfektionierung in der Adjustage

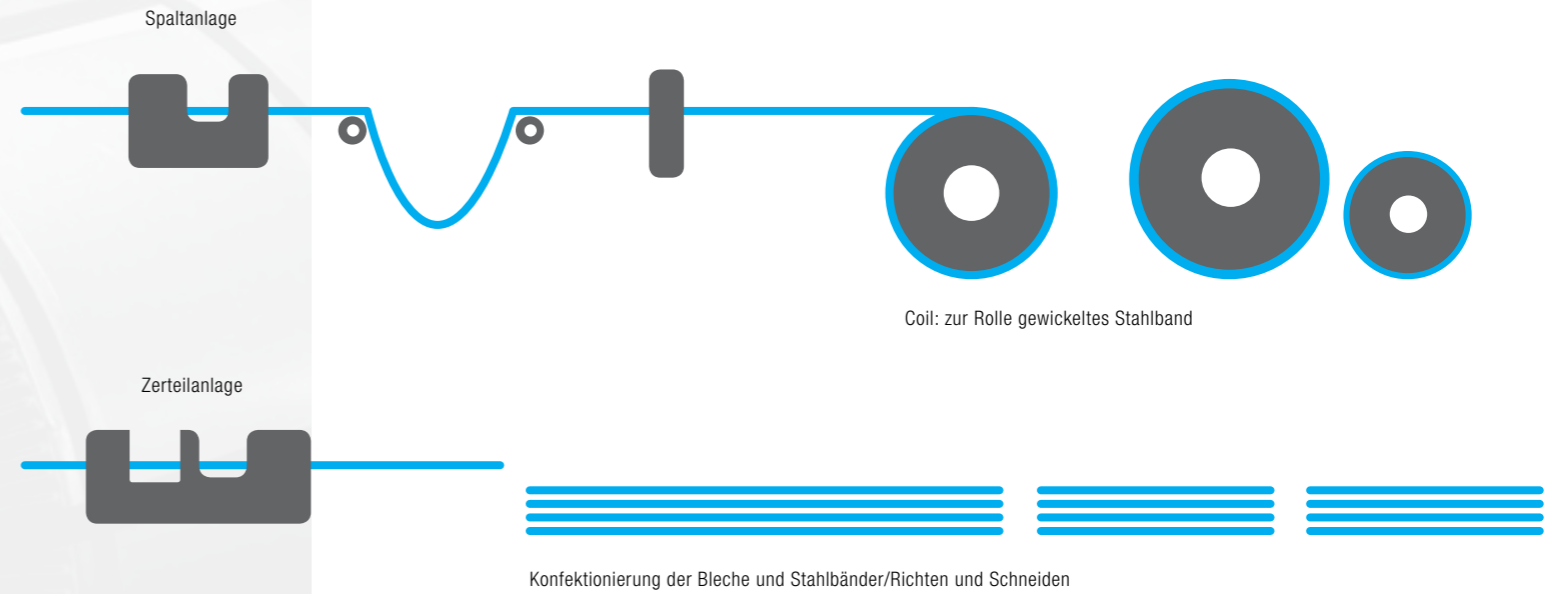
Dressiergerüste und Schleiflinien



Dressiergerüst

Dressieren/Schleifen

Für die finale Feinarbeit werden die Kaltbänder leicht nachgewalzt. Hier werden die mechanischen Eigenschaften, die Oberflächenfeinstruktur, die Planheit und der Glanz genau auf Kundenwunsch angepasst.



Coil: zur Rolle gewickeltes Stahlband

Konfektionierung der Bleche und Stahlbänder/Richten und Schneiden

Adjustage/Zurichtung

Bevor die Bleche und Stahlbänder auf Kundenwunsch mit Folie versehen werden, erhalten sie auf Längs- oder Quertzerteilanlagen ihre endgültige Breite und Länge.

Profile

Aus dem Breitband, den Tafeln und dem Spaltband werden Halbzeuge in Form von Profilen hergestellt. Andere Profile werden aus Knüppeln und Vorblöcken hergestellt.



Ein gutes Profil ist wichtig.

Die relevantesten Bauprofile aus nichtrostenden Stählen:

Sonderprofile

Rundstahl

Halbrundstahl

Flach-Halbrundstahl

Flachstahl

Vierkantstahl

Sechskantstahl

Winkel (gleichschenkelig, ungleichschenkelig)

U-Profile

T-Profile

Doppel-T-Profile

Systemprofile (z. B. für Türen, Fenster)

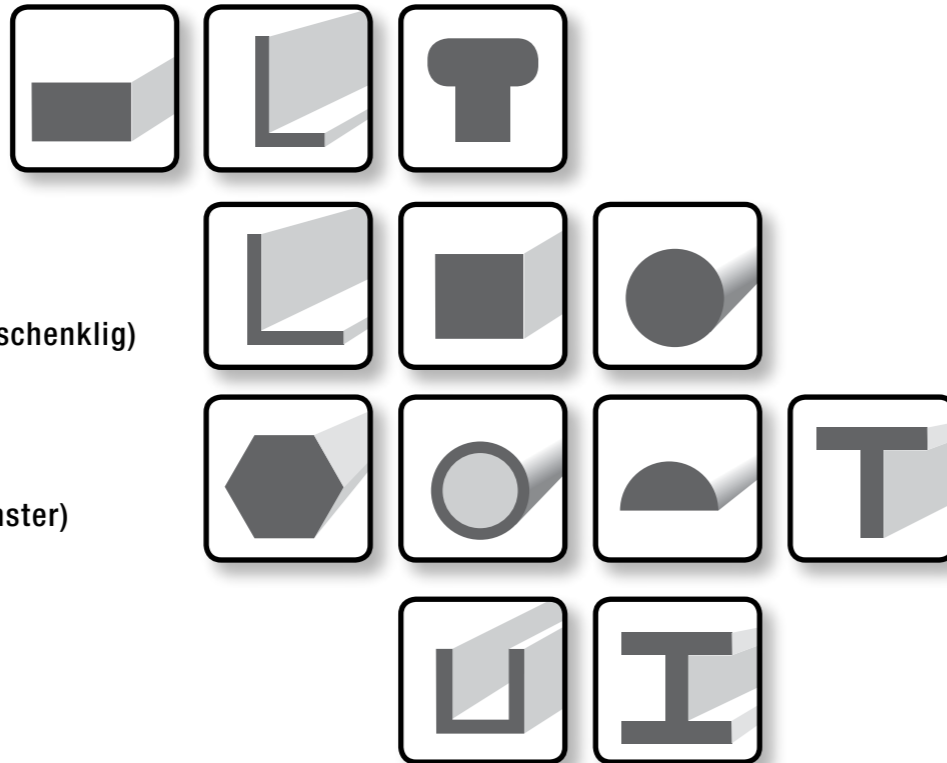
Rundrohre (geschweißt, nahtlos)

Quadratrohre

Rechteckrohre

Profilrohre

Hohlstahl



Egal ob warm- oder kaltgewalzt:

Die nichtrostenden Edelstähle finden eine breit gestreute Anwendung im Bauwesen.

Die vier meistgenutzten Oberflächen im Bauwesen sind 1D, 2D, 2B und 2R.

Werkseitige Oberflächen

1D

Diese Bleche sind oft etwas stärker und verfügen über eine leicht raue Oberfläche. Sie gehören zu den warmgewalzten, geglähten und entzundert Oberflächen.

Ein Material, dessen Einsatz keinerlei höheren ästhetischen Anspruch erfüllt. Oft unsichtbar als tragendes Element am Bau eingesetzt.

2G

Meist im Innenbereich angewandt sind Edelstahlelemente mit der Oberfläche 2G. Der gerichtete Schliff ist eher rau und reflexärmer.

2D

Hauptsächlich im technischen Bereich findet sich dieses kaltgewalzte sowie wärmebehandelte und gebeizte Material wieder. Da die Oberfläche etwas anfällig für Finger- und Fettabdrücke ist, sollte man den Einsatz im Sichtbereich überdenken.

2J

Ein matter, gerichteter Schliff für die Innenanwendung. Dieses Schliffbild wird durch Bürsten und Schleifbänder erzielt.

2R

In geschlossener Atmosphäre wurde dieser Stahl dem Blankglühen unterzogen und anschließend gewalzt. Die polierten Walzen erzeugen eine hochglänzende und spiegelnde Oberfläche mit schmutz- und wasserabweisender Eigenschaft.

2K

Von Architekten gern im Außenbereich eingesetzt wird diese reflektierende, feingeschliffene oder gebürstete Oberfläche. Sie ist in höherem Maße schmutz- und wasserabweisend.

2B

Hierbei handelt es sich um die Oberflächenbeschaffenheit 2D, die einer weiteren Walzung unterzogen wurde und so ein spiegelndes, aber leicht angerautes Erscheinungsbild hat. Auch sie ist empfindlich gegenüber Griffspuren. 2B bildet das Ausgangsmaterial, welches in der Weiterverarbeitung gebürstet oder geschliffen wird.

2P

Besonders eindrucksvoll und je nach Trend beliebt ist die hochglänzende Oberfläche mit der Bezeichnung 2P. Durch das Schleifen mit textilen Materialien und speziellen Polituren erhält das Material den charakteristischen Spiegelglanz.

Spezielle Schleifverfahren geben dem Material sein charakteristisches Finish. Es wirkt dadurch dreidimensional und sehr lebendig. Der Stahl wird richtungslos mattiert, mit einem Kreuzschliff oder einem Hairline-Finish strukturiert oder mit dem dynamischen Pfauenaugen-Schliff versehen. Sowohl das Schleifen als auch das Polieren, das Walzen oder Ätzen und Strahlen, alles kann miteinander kombiniert werden.

Werkseitige Oberflächen: Das Musterwalzen

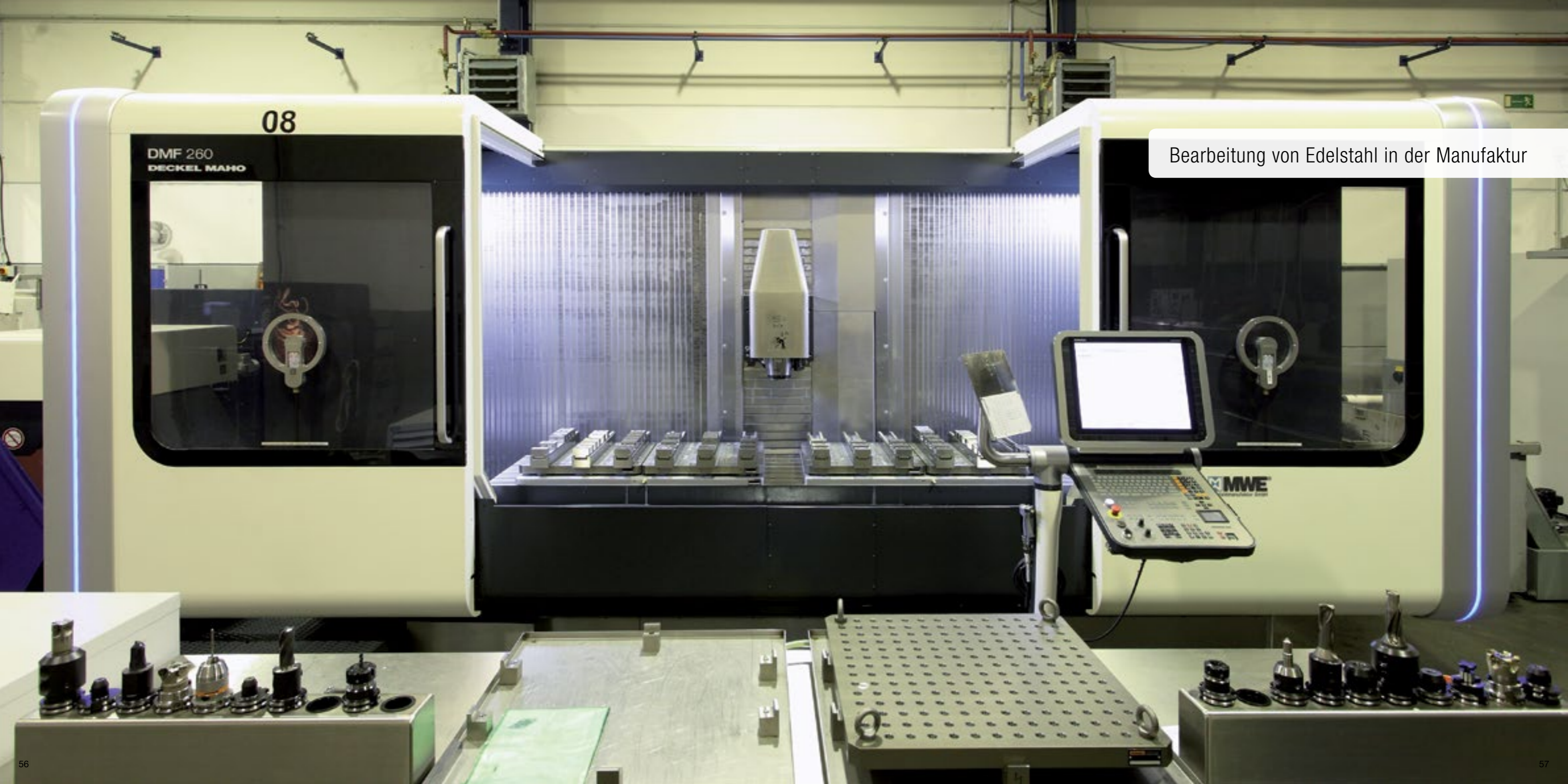


Die Charakteristik der Oberflächen kann wortwörtlich durch Musterwalzen geprägt sein. Hierbei unterscheidet man zwischen den einseitig- und beidseitig gewalzten Blechen.

Ist das Material beidseitig mit Struktur versehen, ist es in der Regel weniger dick, bietet jedoch eine höhere Steifigkeit. Diese Bleche sind nicht so schwer wie einseitig oder gar nicht gewalzte Bleche und werden bevorzugt großflächig eingesetzt.

Einseitig gewalzte Bleche tragen auch die Bezeichnung **2M**, zweiseitig gewalzte **2W**.





08

DMF 260
DECKEL MAHO

Bearbeitung von Edelstahl in der Manufaktur

MWE

Das Zerspanen bezeichnet die mechanische Bearbeitung, bei der unter Abtragen von Spänen das Bauteil in die gewünschte Form gebracht wird. Das Verfahren „Spanen“ ist in Deutschland nach DIN 8589 definiert. Spanende Bearbeitungsmethoden lassen sich in 2 Hauptbereiche untergliedern. Im Folgenden wird nur eine kleine Auswahl aufgeführt:

**Geometrisch
bestimmte Schneide**

- Drehen
- Fräsen
- Bohren
- Gewindeschneiden
- Sägen

**Geometrisch
unbestimmte Schneide**

- Schleifen
- Strahlen

TRENNEN



Drehen

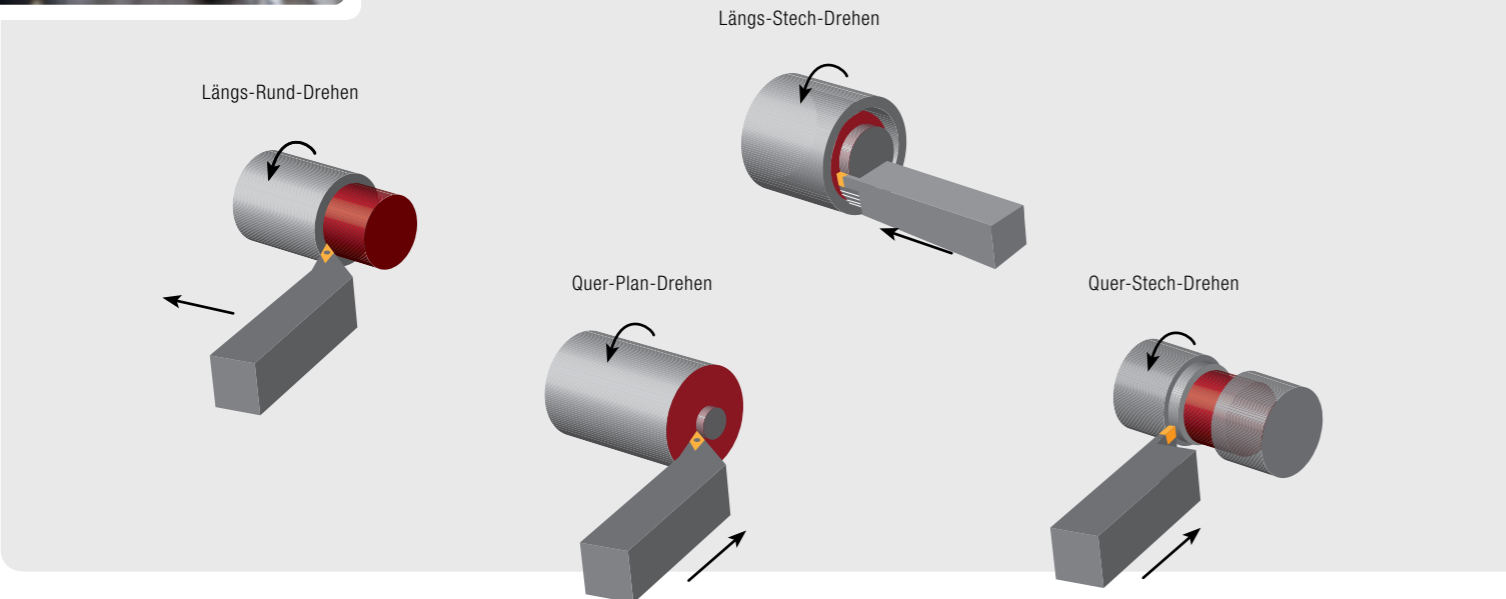
Obwohl heutzutage in vielen Werkstätten die moderne CNC-Technik (Computerized Numerical Controlled) Einzug gehalten hat, findet man häufig gerade im Bereich der Drehmaschinen nach wie vor die herkömmlichen Drehbänke mit oder ohne NC-Steuerung (Numerical Controlled). Hauptsächlich bei Einzelstücken und Kleinserien mit sehr geringer Stückzahl lassen sich konventionelle Drehmaschinen sehr effizient einsetzen.

Als Trennverfahren wird Drehen vor allem für Metalle, Holz und Kunststoffe eingesetzt. Abgesehen von Sonderfällen, wie dem Gewindewirbeln, steht beim Drehen das Werkzeug still. Anders als beim Fräsen wird bei diesem Fertigungsverfahren das Werkstück in Rotation versetzt.

Schneidstoffe

Auch bei den Schneidstoffen gibt es unterschiedlichste Werkstoffe, die jeweils ihren ganz speziellen Anwendungsbereich haben. In untenstehender Tabelle findet sich eine kleine Auswahl:

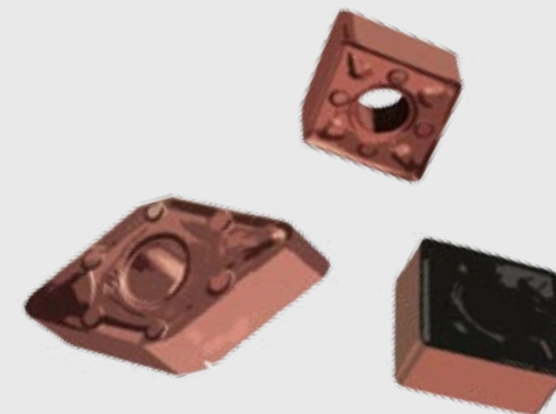
Schneidstoffe	Anwendung
HSS (High Speed Steel)	Für Bohr-, Reib- und Verzahnungswerkzeuge
Hartmetalle	Viele verschiedene Anwendungsbereiche, für Fräs- und Drehwerkzeuge
Schneidkeramik	Für Eisengusswerkstoffe und/oder bei besonders langen Werkstücken (-> hohe Schnittgeschwindigkeiten möglich)
Diamant und Bornitrid	Für Leicht-, Schwer- und Edelmetalle, NICHT bei eisenhaltigen Metallen
Kubisch kristallines Bornitrid (CBM)	Für hochwärmfeste Legierungen auf Kobalt- und Nickelbasis



Wendeschnidplatten

Diese Schneidstoffträger bestehen aus Hartmetall, Bornitrid, polykristallinem Bornitrid und Diamant sowie ähnlich belastbaren Materialien, die zusätzlich noch beschichtet werden. Titancarbid oder Titanitrid verbessern die Widerstandsfähigkeit gegen Hitze und verzögern den Verschleiß.

Wie der Name schon sagt, sind sie von mehreren Seiten nutzbar, lassen sich bei Abnutzung einfach drehen und weiter verwenden. Für die unterschiedlichsten Werkstoffe gibt es Wendeschnidplatten in allen möglichen Formen und Beschaffenheiten.



TRENNEN

Fräsen

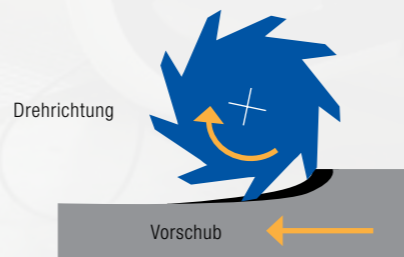
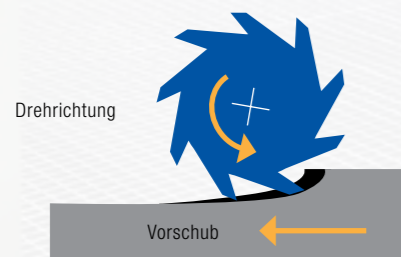
Im Gegensatz zum Drehen wird beim Fräsen die spanabnehmende Bewegung vom Werkzeug ausgeführt. Die Vorschubbewegung wird je nach Maschinentyp durch Verschiebung des Maschinentisches oder dem Verfahren des Werkzeugs ausgeführt. Die Bewegungen können in X-, Y-, Z-Achse erfolgen. Man unterscheidet grundsätzlich anhand der Laufrichtung der Schneide zwischen:

Gegenlaufräsen:

Bewegt sich das rotierende Werkzeug entgegengesetzt zur Vorschubrichtung des Werkzeugs, so spricht man vom Gegenlaufräsen. Dabei entstehen sogenannte Kommaspäne. Die aufgebaute Kraft wird beim Fräsvorgang stetig gesteigert, so dass sie kurz vor Austritt der Werkzeugschneide aus dem Werkstück ihren Höhepunkt erreicht. Anschließend fällt die Kraft schlagartig ab. Das Gegenlaufräsen bietet sich besonders an, wenn Spiel in der Antriebsspindel vorhanden ist. Da das Werkstück mit kontinuierlichem Druck gegen den Fräser drückt, kommen so keine Ungenauigkeiten durch das Gewindespiel auf. Die Nachteile sind allerdings eine verringerte Standzeit des Werkzeugs und das eventuelle Auftreten von Vibrationen.

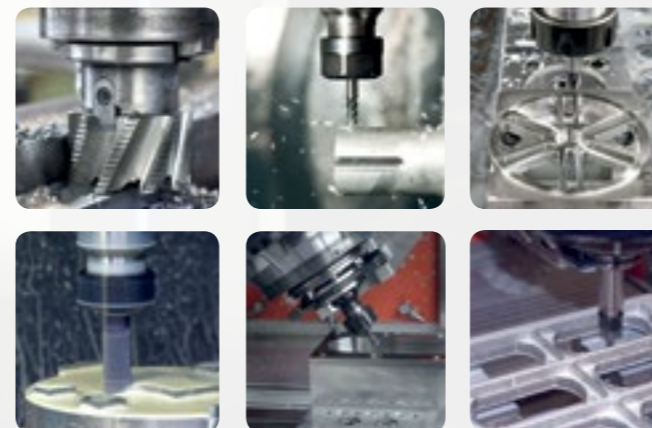
Gleichlaufräsen:

Wenn die Vorschubrichtung des Werkzeugs und des Werkstücks gleich sind, spricht man vom Gleichlaufräsen. Die Kraft ist beim Eintritt in das Werkstück am größten und nimmt bis zum Austritt stetig ab. Der Span ist zwar auch bei diesem Verfahren kommaförmig, nur ist er in entgegengesetzter Richtung geformt. Das Ergebnis sind glattere Oberflächen als beim Gegenlaufräsen. Beim Gleichlaufräsen sind eine deutliche Verbesserung der Werkzeugstandzeit und eine Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit um bis zu 50 % möglich. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein absolut spielfreier Maschinentisch.



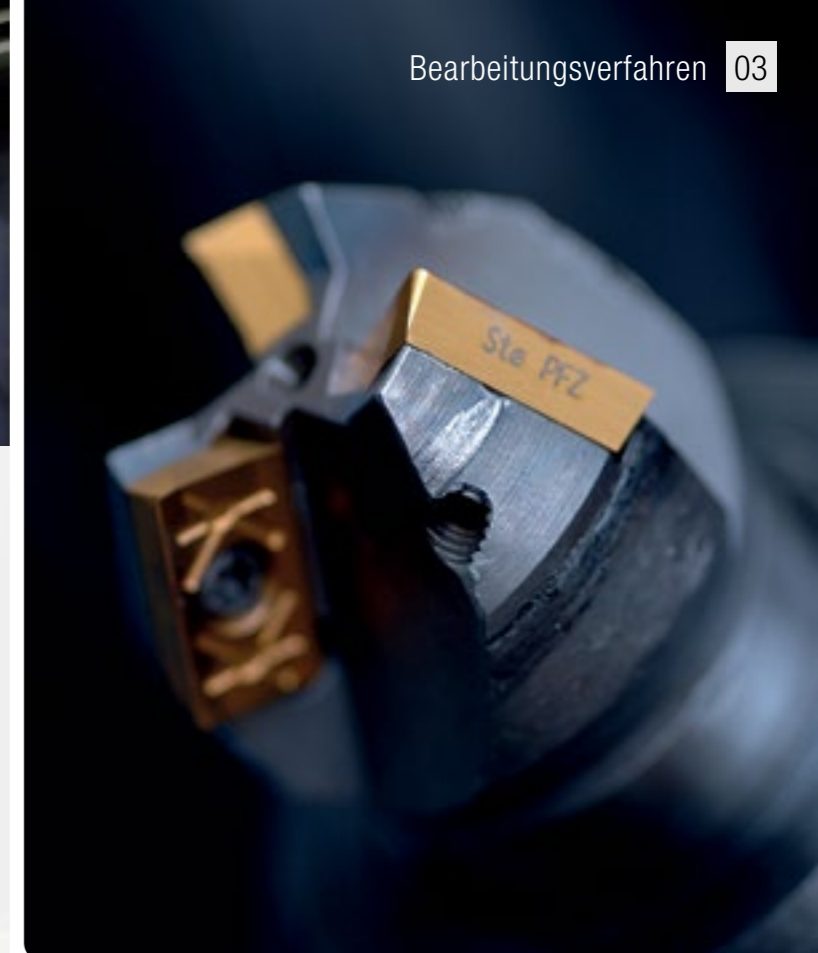
Beim Fräsen kommen verschiedenste Werkzeuge zum Einsatz, die je nach der zu bearbeitenden Kontur variieren.

Schaftfräser | Nutenfräser | Radiusfräser
Walzstirnfräser | Scheibenfräser
Planfräser | Eckfräser | Fasenfräser



Wie auch beim Drehen und Bohren gibt es verschiedenste Varianten an Werkstoffen und Bauarten dieser Werkzeuge, welche je nach Verwendungszweck ihren spezifischen Einsatzbereich finden. Als Werkstoff für Fräser werden meistens Schnellarbeitsstahl (HSS) und Hartmetall verwendet. Wo hohe Zähigkeit und geringe Kosten ausschlaggebende Faktoren sind, bestehen die Fräser häufig aus Schnellarbeitsstahl, das ermöglicht große Spanwinkel und sehr enge Zahnteilungen.

Wenn hohe Schnittgeschwindigkeiten, Verschleißfestigkeit und Wärmebeständigkeit gefragt sind, kommen zumeist Hartmetall oder Keramik zum Einsatz. Vorwiegend werden sie in Form von Schneidplatten an spezielle Halter gelötet oder geklemmt.



TRENNEN



Außengewindeschneider

Bohren

Das Thema Bohren behandelt annähernd alle mechanischen Bearbeitungsverfahren, die mittels ein- oder mehrschneidiger Werkzeuge zylindrische Bohrungen in ein Werkstück einbringen. In den meisten Fällen wird die Bearbeitung durch ein rotierendes Werkzeug ausgeführt. Das Werkstück ist während dieses Vorgangs fest eingespannt.

Die am häufigsten verwendeten Werkzeuge sind die Wendelbohrer; im alltäglichen Sprachgebrauch auch oft Spiralbohrer genannt.

Als Werkstoff für diese Werkzeuge werden hauptsächlich Hartmetall oder Schnellarbeitsstähle HS (High Speed Steel) verwendet.

Weitere Varianten sind hartstoffbeschichtete (TiN, TiAlN, TiCN) Bohrer und Kühlkanalbohrer mit integrierten verdrehten Kühlmittelbohrungen für eine bessere Kühlmittelzuführung.

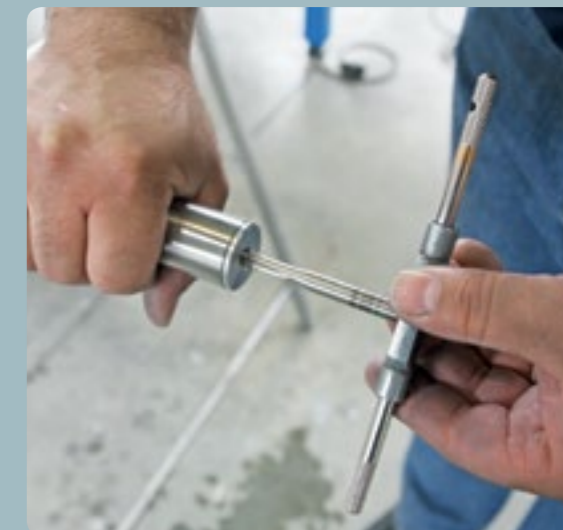
Neben der Werkstoffwahl hat auch die Geometrie der Werkzeuge einen starken Einfluss auf den Einsatzbereich. So haben unter anderem Flankenwinkel, Spitzwinkel, Drallwinkel etc. eine große Bedeutung für das Einsatzgebiet des jeweiligen Bohrers.

Neben den normalen Wendelbohrern werden häufig Wendeplattenbohrer verwendet. Sie erzielen zwar keine so hohe Bohrungsqualität, bieten dafür aber höhere Zerspanungsleistung und werden häufig für größere Bohrungsdurchmesser verwendet. Mittels der schnell wechselbaren Schneidplatten lässt sich ein großer Einsatzbereich abdecken und eine kostenorientierte Bearbeitung durchführen.

Gewindeschneiden

Die Werkzeugbewegungen sind denen des Bohrens sehr ähnlich, jedoch sind die Schnittgeschwindigkeit und der Vorschub um ein Vielfaches geringer. Der Vorschub wird bei der Herstellung des Gewindes von der jeweiligen Gewindesteigung bestimmt. Das Bohren eines Gewindes kann sowohl von Hand als auch maschinell erfolgen.

Es ist jedoch in beiden Fällen darauf zu achten, dass das zuvor gebohrte Kernloch nicht größer sein darf als der Nenndurchmesser des Gewindes minus der Steigung. Beim anschließenden Gewindeschneiden drücken die Schneiden den Werkstoff etwas ins Innere der Bohrung, so dass sich der Bohrungsdurchmesser bei diesem Vorgang verkleinert.

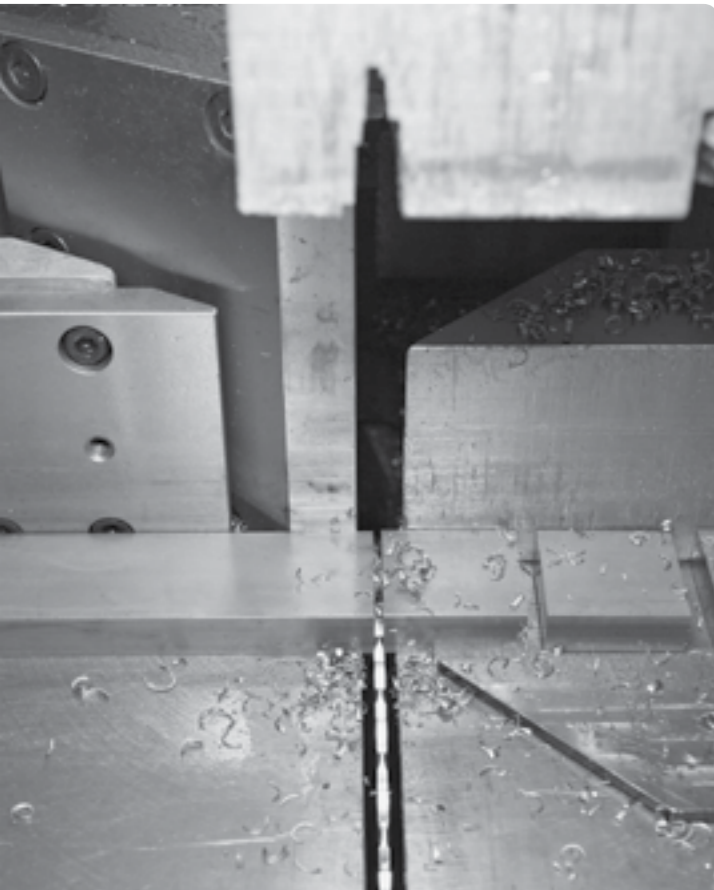
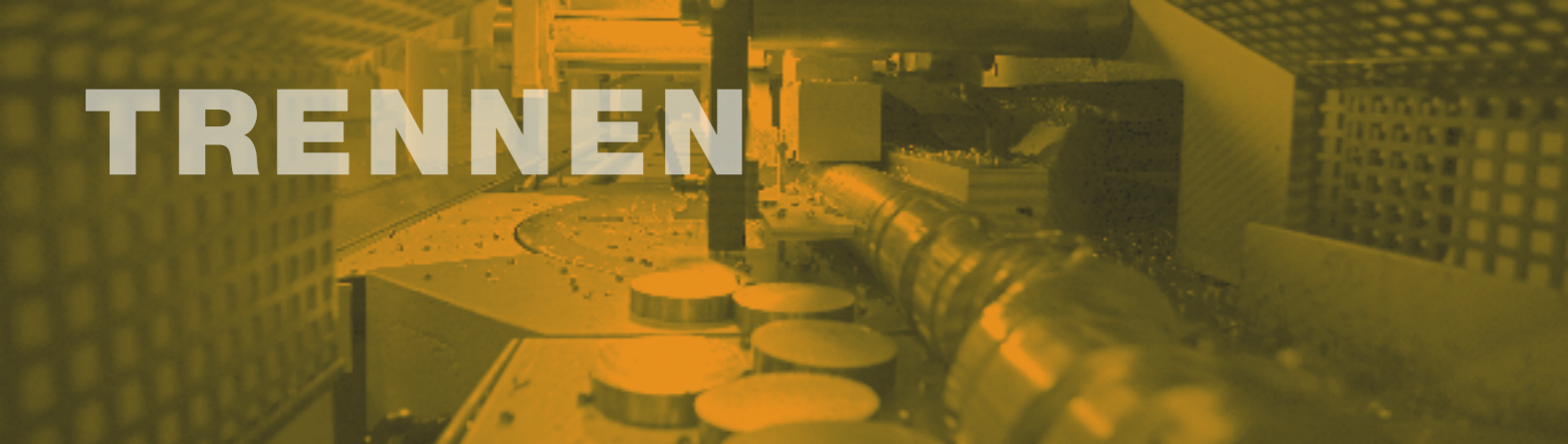


Fließbohr-Verfahren

Fließbohren

Bei Rohren mit geringer Wandstärke kommt ein besonderes Verfahren zum Einsatz: das Fließbohren oder Fließdrehen. Bei diesem Verfahren mit einem speziellen Bohraufsatz wird zunächst eine Fließbohrung in das dünnwandige Material eingebracht. Das Material wird hierbei nicht wie beim normalen Bohren entfernt, sondern umgeformt, so dass beim anschließenden Gewindeformen weitaus mehr Material für die nutzbare Gewindelänge und ein stabiles Ergebnis zur Verfügung stehen.

TRENNEN



Sägen

Das Sägen gehört zur Zerspantungstechnik mit vielschneidigen Werkzeugen. Dabei unterscheidet man die Maschinen in:

- ▶ Kreissägen
- ▶ Bandsägen
- ▶ Hubsägen
- ▶ Stichsägen

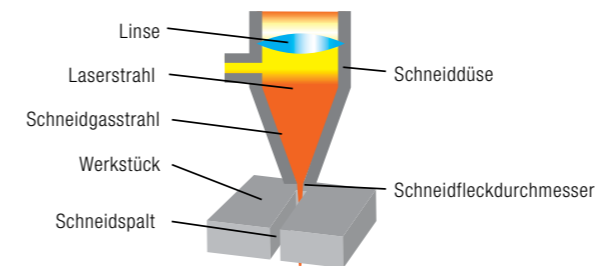
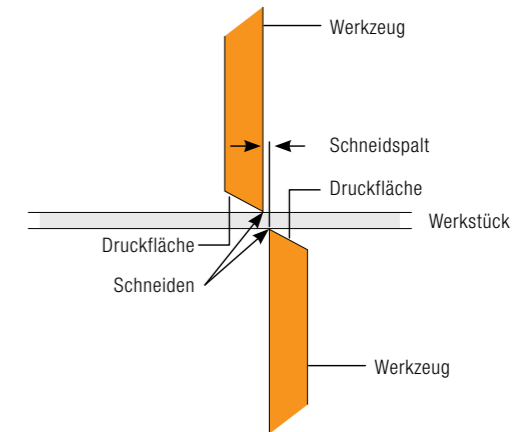
Hauptanwendungsbereich von Kreis- und Bandsägen ist das Ablängen von Stangenmaterial. Dieser Vorgang kann entweder manuell oder mittels automatischer Zufuhr auch automatisiert erfolgen.

Bandsägen bieten durch das lange Sägeband eine gute Kühlmöglichkeit, was diesem System eine relativ lange Standzeit garantiert.

Scherschneiden

Gerade im blechverarbeitenden Gewerbe ein produktives Trennverfahren: das Scheren oder Scherschneiden. Dabei handelt es sich um das Zerteilen eines Werkstückes durch zwei Schneiden, die sich aneinander vorbeibewegen (DIN 8588). Die sogenannten Scherkräfte sind dabei zuständig für die Trennung.

Die Qualität eines Schnitts hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z. B. Materialstärke, dem Verhältnis von Schneidspalt zur Materialstärke, dem Werkstoff, der Werkzeugführung und der Teilegeometrie.



Laserschneiden

Wenn komplexe Konturen aus plattenförmigen Materialien geschnitten werden sollen, kommt man am thermischen Trennverfahren, dem Laserstrahlschneiden, meist nicht vorbei.

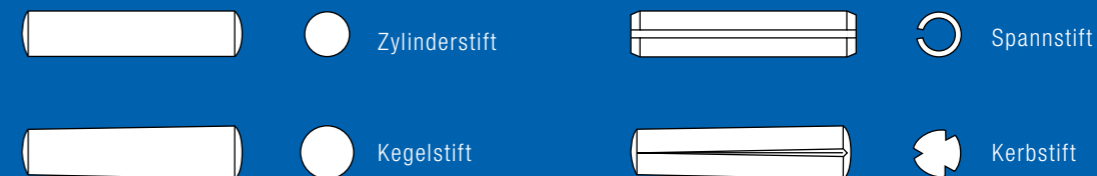
Anders als beim Stanzen ist das Laserstrahlschneiden auch bei geringen Stückzahlen schon wirtschaftlich einsetzbar.

Als Trennmittel werden häufig fokussierte Hochleistungslaser verwendet, zumeist CO₂-Laser (Gaslaser) oder auch Nd: YAG-Laser (Festkörperlaser).



„Die Grundform jedes Gewindes ist eine Nut, die längs einer um einen Zylinder gewundenen Schraubenlinie verläuft“ Ulrich Fischer (1990), Fachkunde Metall

Stiftverbindungen



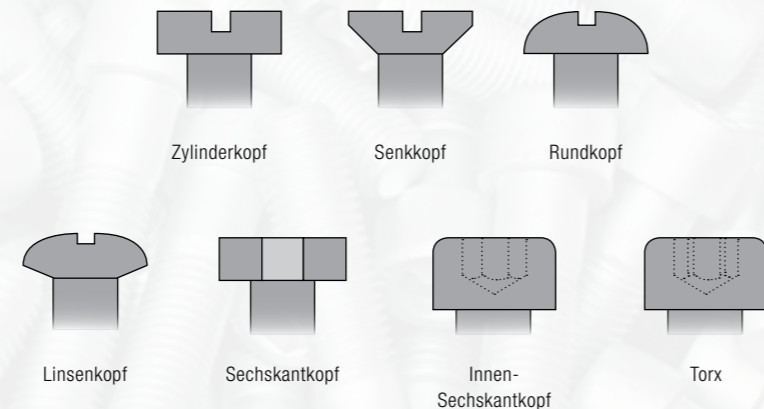
Schraubenverbindung

Eine Schraube besteht aus einer spezifischen Kopf- und Schaftform. Der Kopf kann folgende Formen annehmen: Sechskant, Zylinder, Rund, Senk, Linse.

Daneben gibt es weitere Sonderformen wie z. B. die Hammerkopfschraube.

Der Schaft besteht aus einem zylindrischen Stift und wird mechanisch mit einem Gewinde versehen. Grundsätzlich wird durch die Anwendung des Prinzips der schiefen Ebene eine geringe Umfangskraft in eine größere auf die Achse wirkende Kraft verstärkt.

Um der Gefahr des LoslöSENS der Schraube entgegenzuwirken, werden häufig Schraubensicherungen verwendet.



Gewinde

Auf der einen Seite bedarf es eines Außengewindes (Bolzenschraube) und auf der anderen Seite eines Innengewindes (Muttergewinde). Um eine lösbare Verbindung einzugehen, werden diese gegeneinander verschraubt. Die verschiedenen Gewindearten ergeben sich z. B. aus der Form der Gewindegänge. Als wichtigste Vertreter sind hierbei das Metrische- (Spitzgewinde Flankenwinkel 60°) und das Trapezgewinde (Flankenwinkel 30°) zu nennen.

60,0°-Spitzgewinde

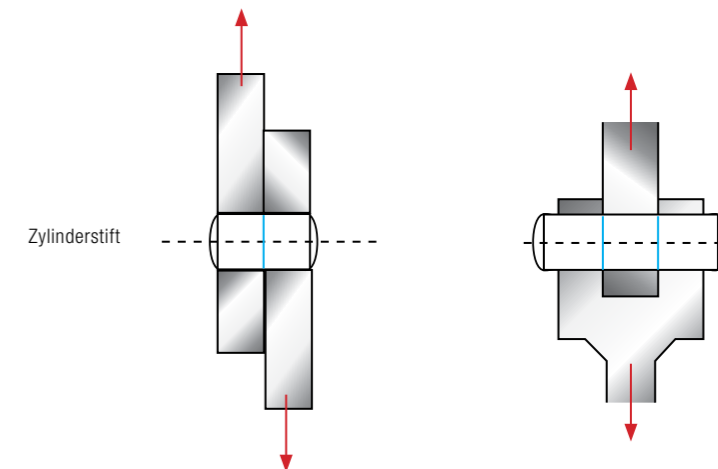
Stiftverbindungen

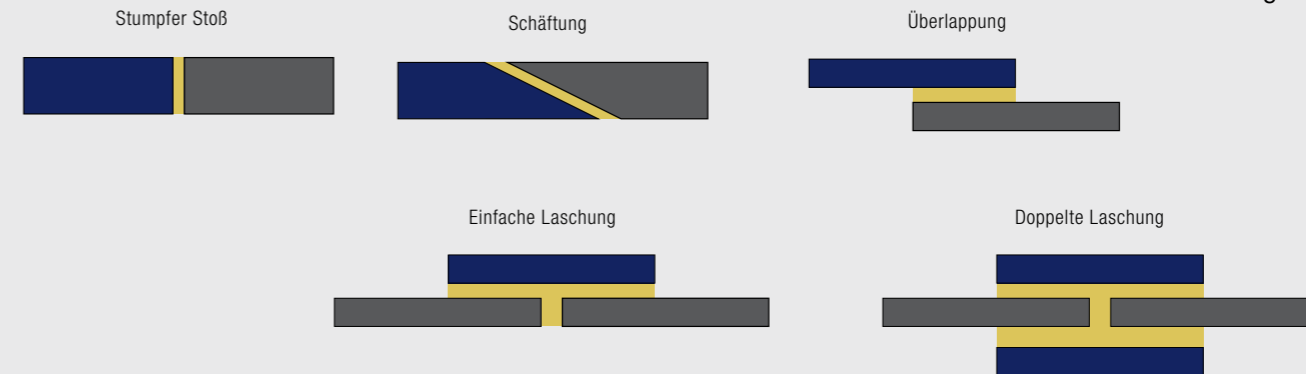
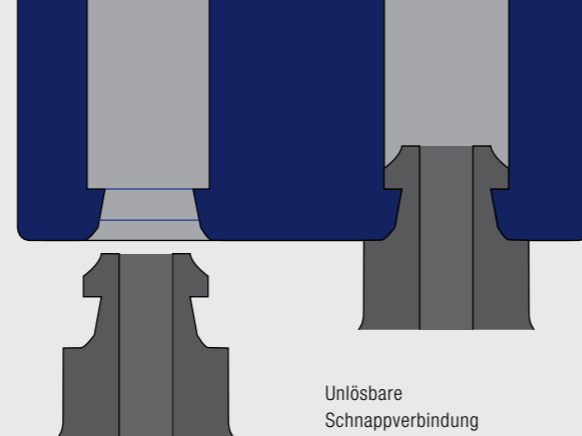
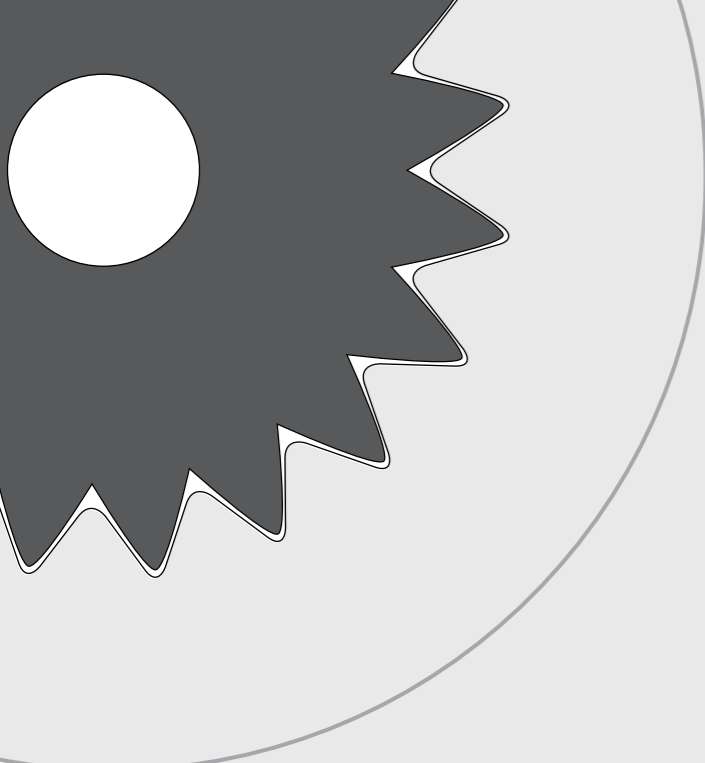
Stiftverbindungen gehören zu den ältesten lösbaren Verbindungen, bei der die Bauteile in radialer Richtung der Stifte zusammengefügt werden. Es werden Passfedern, Nieten und Bolzen in Form von Zylinder-, Kegel-, Spann- und Kerbstiften unterschieden. Die hierfür erforderlichen Löcher werden vorgebohrt und mit einer Reibahle besonders genau und sauber nachbearbeitet.

Die bei diesen formschlüssigen Verbindungen auftretende statische Beanspruchungsart beruht auf der Abscherung. Bei der entstehenden Abscherspannung kann man auch von Scherspannung oder Schubspannung reden. Man unterscheidet zudem die Schnittigkeit der Verbindungen, also die Anzahl der abgescherten Flächen.

Links: einschnittige Verbindung
Rechts: zweisechnittige Verbindung

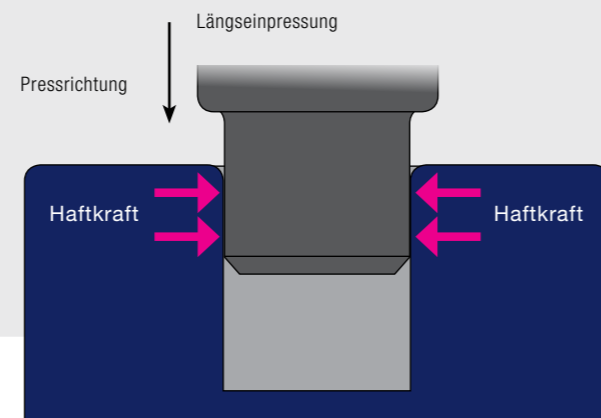
Wirkende Kraft →
Abscherfläche |





Press- und Schnappverbindung

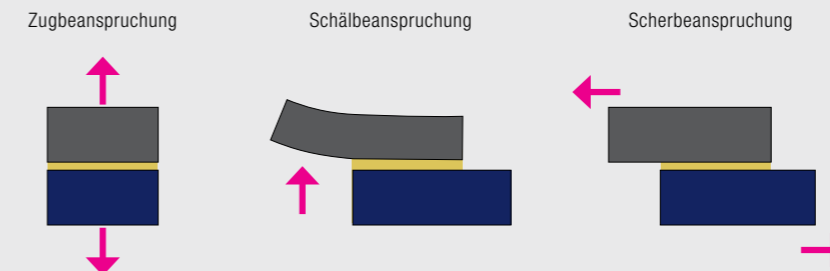
Pressverbindungen werden durch ein Übermaß von einzelnen Komponenten zwischen den Pass-Berührflächen erzeugt. Das soll zur Folge haben, dass keine weiteren Verbindungselemente verwendet werden müssen. Ein Verfahren hierbei ist das Schrumpfen. Dabei wird das Außenteil erwärmt und dann über das Innenteil gezogen. Beim Dehnen wird hingegen das Innenteil mit flüssigem Stickstoff oder Trockeneis so stark abgekühlt, bis es in das Außenteil passt. Die wohl am häufigsten angewandte Technik ist aber das Längseinpresse. Mithilfe einer Presse werden die Bauteile zusammengefügt. Damit die Passfläche des Innenteils durch die Pressung nicht ausgeschliffen wird, erhält es in den meisten Fällen eine Einpressfase.



Kleben

Kleben bezeichnet ein stoffschlüssiges Verfahren zum Verbinden von zwei oder mehreren Bauteilen. Wichtig hierbei ist die Adhäsions- (Anziehungskraft von verschiedenen Stoffen zueinander) und die Kohäsionskraft (Anziehungskraft von gleichen Stoffen zueinander, z. B. die Viskosität von Stoffen). Die Hauptaufgaben des Klebens sind das Verbinden, Sichern und Dichten. Die Position der Klebeflächen sollte in der Art angeordnet sein, dass kaum Zugkräfte wirken. Zudem sind die Vorbehandlung der Oberflächen (Entfetten etc.) und die Nachbehandlung (Aushärten) von äußerster

Wichtigkeit und entscheiden über die Güte der Klebeverbindung. Vorteilhaft ist, dass Klebeverbindungen für unterschiedliche Werkstoffe anwendbar sind, großflächige Verbindung eingehen können und oft kostengünstiger sind als andere Verbindungen. Die negativen Aspekte umfassen die geringe Warm- und Schlagfestigkeit und die Notwendigkeit der Beachtung der Aushärtezeiten.



Bombenfest

Im Jahr 2011 wurde von einem Team der RWTH Aachen ein neuer Weltrekord im Kleben aufgestellt. Dort wurde mit einem haushaltsüblichen Sekundenkleber auf einer runden Fläche von Ø 7 cm ein 8,1 Tonnen schwerer Gabelstapler eine Stunde an einer Vorrichtung aufgehängt.

Welle-Nabe-Verbindung

Welle-Nabe-Verbindungen dienen der Übertragung von Drehmomenten zwischen Welle und Nabe. Es gibt verschiedene Verbindungen, die sich aus der Art der Kraftübertragung ergeben haben. Zu nennen sind hier Formschluss-, vorgespannte Formschluss-, Kraftschluss- und Stoffschlussverbindungen.

Bei Formschluss-Verbindungen passen Welle und Nabe formschlüssig zueinander. Um das Drehmoment zwischen Welle und Nabe bei Kraftschlussverbindungen mittels Reibungswiderstand zu übertragen, wird das Prinzip der Presspassung angewendet.

FÜGEN



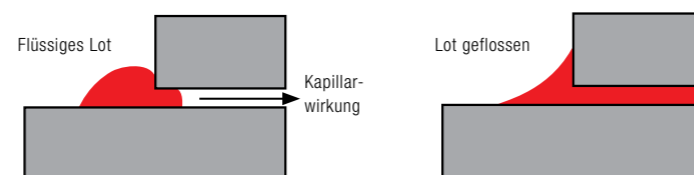
Löten

Beim Löten wird eine stoffschlüssige Verbindung zwischen zwei Metallen mithilfe eines Zusatzmetalls (Lot) hergestellt. Hierbei wird zwischen dem Grundwerkstoff und dem Lot eine dünne Schicht, die Legierung, gebildet. Deshalb ist es auch von besonderer Wichtigkeit, dass der Grundwerkstoff in der Lage ist, eine Legierung mit dem Lot einzugehen, und die Temperatur während des Lötens ausreichend hoch ist.

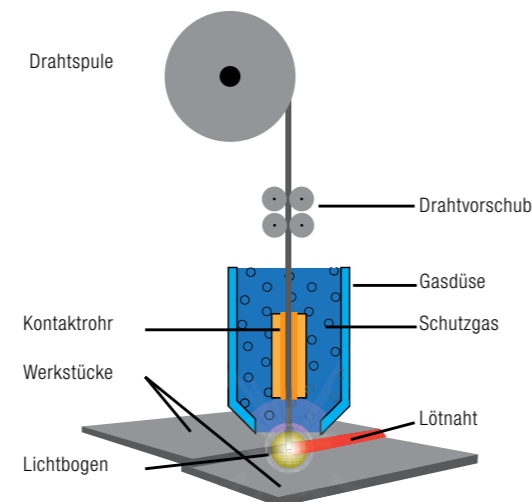
Zusätzlich wird ein Flussmittel eingesetzt, damit sich das Lot aufgrund der herabgesetzten Oberflächenspannung besser verteilt. Zudem reinigt es die Oberfläche und verhindert deren erneute Oxidation.

Damit die beste Lötwirkung erzielt wird, muss die perfekte Arbeitstemperatur erreicht werden. Das ist die Temperatur, bei der das Lot und der Grundwerkstoff durch Grenzflächendiffusion eine Legierung eingehen.

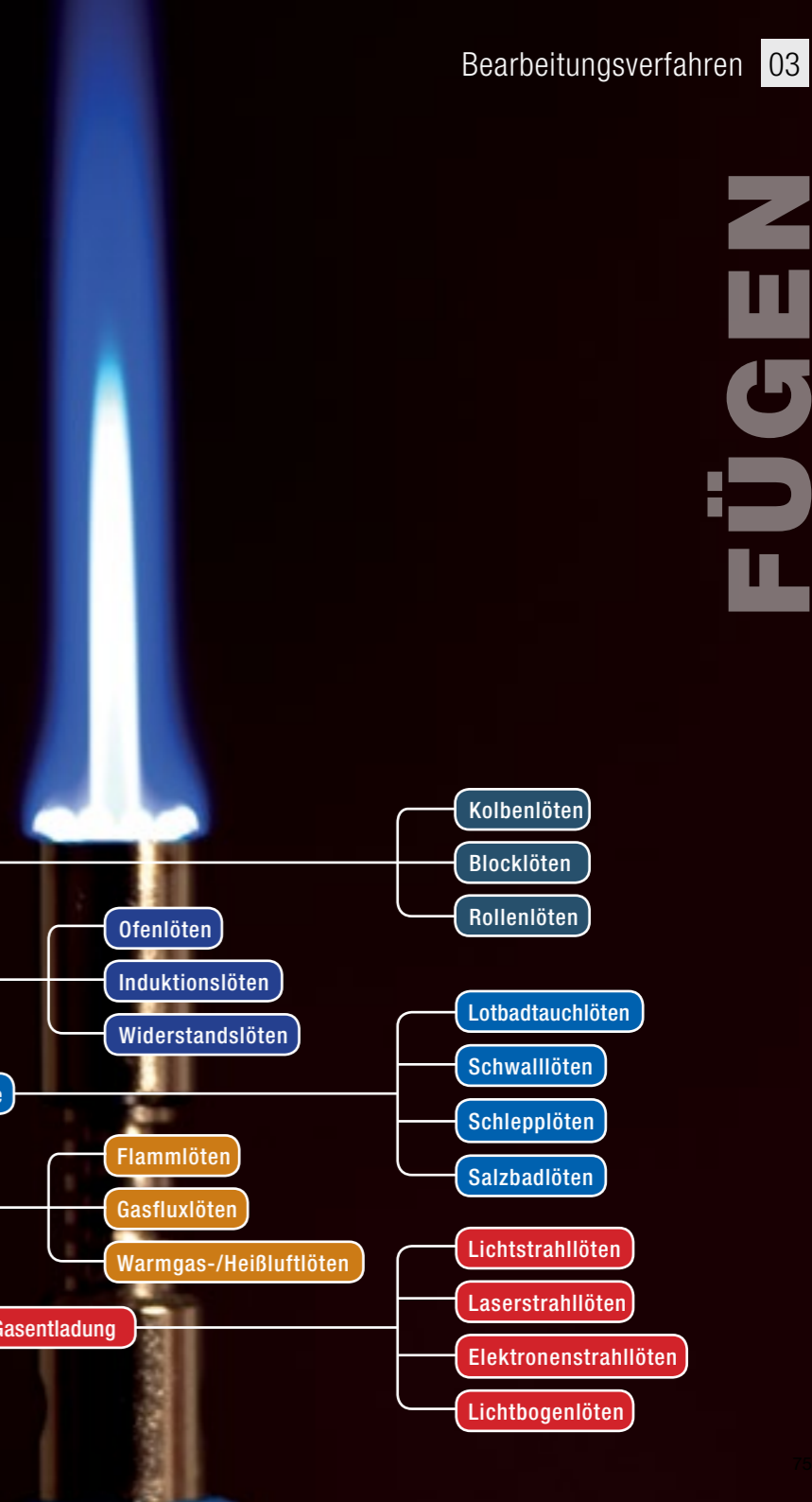
Die Arbeitstemperatur einer eutektischen Lotlegierung ist geringer als die Schmelztemperaturen der einzelnen Komponenten, aus denen die Lotlegierung besteht. Nach der Liquidustemperatur der Lote unterscheidet man die Verfahren: Das Weichlöten wird bei einer Temperatur bis zu 450 °C, das Hartlöten bei über 450 °C und das Hochtemperaturlöten bei über 900 °C durchgeführt.



MSG (Metallschutzgas)-Löten:



LÖTEN



Schweißen

Beim Schweißen werden zwei Metalle, oftmals mittels eines Zusatzwerkstoffes, unlösbar miteinander verbunden. So können oftmals zusätzliche Befestigungen, z. B. in Form von Schrauben etc., entfallen. Es sind verschiedene Schweißverfahren zu unterscheiden. Hierzu gehören das Lichtbogenhand-, Schutzgas-, Gasschmelz- und das Strahlschweißen.

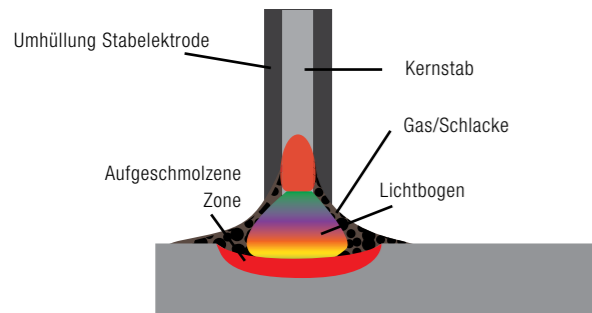
Beim **Lichtbogenhandschweißen** brennt ein Lichtbogen zwischen einer Elektrode und dem Werkstück. Dabei wird das Werkstück durch das Anlegen eines Gleichstromes oder Wechselstromes erhitzt und aufgeschmolzen. Zusätzlich wird durch die hohe Temperatur auch die Stabelektrode geschmolzen.

Diese besteht aus einem Kerndraht und einer Umhüllung. Die Umhüllung bildet zur Stabilisierung des Lichtbogens einen Schutzgasmantel. Der Kerndraht verfüllt dann die zu schließende Fuge.

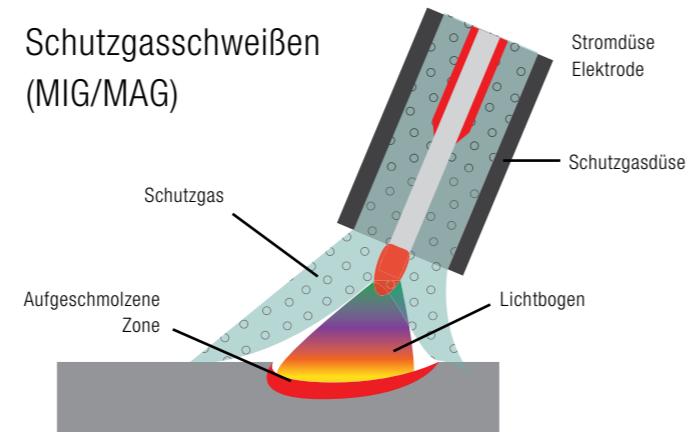
Bei großen Fugen müssen, nach vollständiger Entfernung der Schlacke, mehrere Schweißnähte übereinander gelegt werden. Das entstandene Nebenprodukt Schlacke schützt grundsätzlich die Schmelze vor Oxidation und rascher Abkühlung.

Der Lichtbogen beim **Schutzgasschweißen** (MIG- oder MAG-Schweißen) wird zusätzlich mittels Schutzgas (z. B. Argon, Helium) stabilisiert.

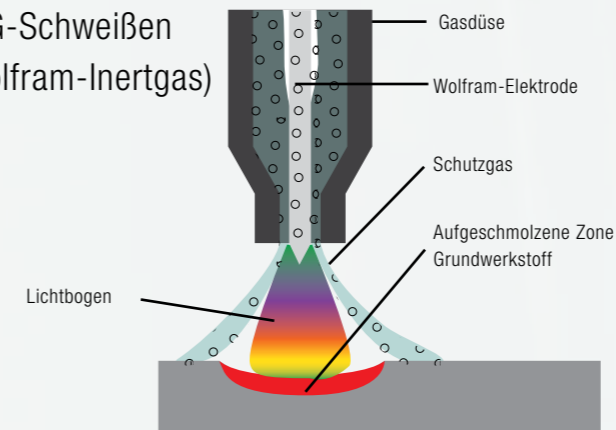
Elektroden-Handschweißen



Schutzgasschweißen (MIG/MAG)



WIG-Schweißen (Wolfram-Inertgas)



Das **Gasschmelzschweißen** ist im Gegensatz zu den bisher genannten Verfahren ein nicht elektrisches Schweißverfahren.

Die zu schweißenden Werkstoffe werden durch die Flamme eines Brenngas-Sauerstoffgemisches erhitzt, bis sie ihre Schmelztemperatur erreichen.

Zusätzlich kommt in einigen Fällen noch ein Schweißstab zum Einsatz.

Das am häufigsten verwendete Brenngas ist Acetylen. Heutzutage wird Gasschmelzschweißen meist nur noch für Reparaturen angewendet.

Das **Strahlschweißen** verwendet Laser- oder Elektronenstrahlen, um die Werkstoffe an ihrer Nahtstelle zu schmelzen. Dadurch entsteht eine Verbindung, die ohne Zusatzmaterial auskommt. Die Nähte können aufgrund der hohen Energie sehr tief und schmal sein.

Der rostfreie 1.4301-Stahl beginnt bei 1000 °C zu schmelzen und ist bei 1450 °C vollkommen flüssig.

OBERFLÄCHEN

Korn 600 – die Geschichte einer magischen Zahl

Gerade bei den Produktgruppen Portaltechnik und Haustürgriffe erwies sich die Widerstandsfähigkeit gegen Schmutzablagerungen als elementar wichtig. Daher wurde der Schliff der Edelstahlprodukte immer weiter verfeinert. Einen hervorragenden Schutz vor Verunreinigungen und eine besonders edle Optik erreicht man mit einem Oberflächenschliff in mind. KORN 600 (Schmuckqualität). Dieses perfekte Finish ist Standard bei allen MWE-Produkten.

K 600

OBERFLÄCHEN

Körnung	Korngröße (mm)	Rautiefe (µm)
grob: 4–24	8–1	10–5
mittel: 30–60	1–0,3	5–2,5
fein: 70–220	0,3–0,08	2,5–1,0
sehr fein: 230–1200	0,08–0,003	1,0–0,4

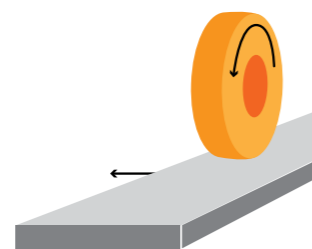


Schleifverfahren

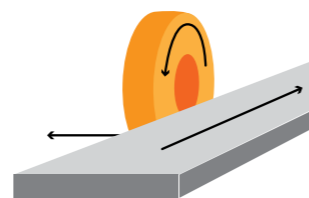
Es gibt eine Reihe vieler unterschiedlicher Faktoren, die das Oberflächen-Erscheinungsbild eines nichtrostenden Stahls letztendlich nach einer mechanischen Behandlung wie dem Schleifen ausmachen.

- Art des Schleifgerätes
- Handbetrieben oder mit Motor
- Schleifmittel: Träger, Form, Korngröße und Härtegrad
- Art und Beschaffenheit des Schleifmittelträgers
- Anpressdruck
- Geschwindigkeit

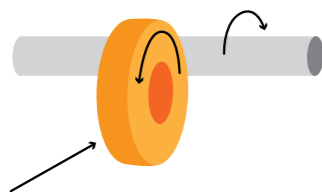
Wie und womit ein Werkstück geschliffen werden soll, hängt davon ab, in welchem Zustand sich die Oberfläche bereits befindet oder welchen mechanischen Eingriff die Form platztechnisch zulässt.



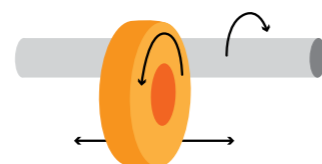
1. Umfangs-Planschleifen



2. Seiten-Längsschleifen



3. Längs-Rundschleifen



4. Quer-Rundschleifen (Einstichschleifen)



5. Spitzenloses Rundschleifen

Schleifmittel und Körnung

Unter Gefüge oder Struktur im Schleifkörper versteht man das Verhältnis von Körnung, Bindung und Spanraum. Der Spanraum oder die Poren begünstigen die Kühlung und den Abtransport der Späne.

Ein Großteil der Schleifscheiben besteht aus Korund-Schleifkörnern (weiß/rosa) oder Siliciumcarbid (grün/schwarz). Je härter ein Schleifkorn ist, desto geringer ist seine Zähigkeit.

Gerade bei großer Kornbelastung wie dem Vorschleifen ist eine hohe Zähigkeit wichtig, um einen Kornbruch zu verhindern.

Auch Bornitrid (BN) und besonders speziell kubisch kristallines Bornitrid (CBN) mit Diamantstruktur werden zur Herstellung von Schleifscheiben verwendet.

Die Angabe der Körnung auf einem Schleifpapier oder Gewebe befindet sich normalerweise auf der Rückseite. Sie hat ihren Ursprung in der Maßeinheit Mesh (Anzahl der Maschen eines Netzes pro Zoll). Je größer die Zahl, desto feiner die Körnung (siehe Tabelle oben).





Polieren

Mit diesem Feinbearbeitungsverfahren können verschiedenste Materialien behandelt werden. Man unterscheidet zwischen rein mechanischen und elektrochemischen Polituren.

Das mechanische Polieren wirkt auf zwei Arten: Zum einen werden die Rauigkeitspitzen der Oberflächenstruktur verformt und zum anderen wird beim Glanzschleifen Werkstoff leicht abgetragen.

Damit erreicht man eine besonders glatte und spiegelglänzende Oberfläche. In der Metallverarbeitung wird zumeist maschinell gearbeitet. Auf die rotierenden Polierscheiben aus Stoff, Filz oder Leder (Poliermittelträger) wird das eigentliche Poliermittel in Suspensionsform oder als Festpaste aufgetragen.

Nicht nur aus optischen, sondern auch aus technischen Gründen wird poliert. Eine polierte Oberfläche ist korrosionsbeständiger und besser zu reinigen (besonders wichtig, z. B. für die Lebensmittelindustrie oder im Gesundheitswesen).

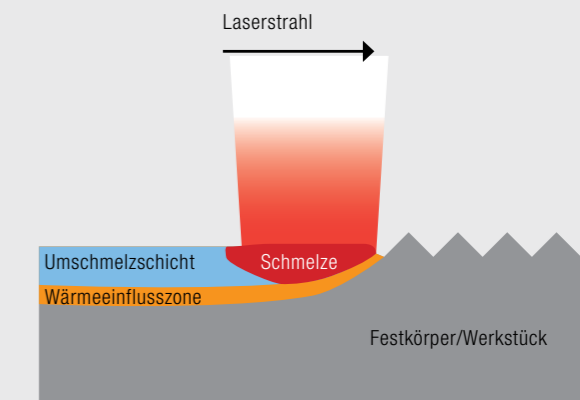


Laserpolieren

Die Funktionsweise des Umschmelzens ist beim Laserpolieren eine grundsätzlich andere als bei den zuvor beschriebenen, spanabtragenden Verfahren wie Schleif- und Polierverfahren.

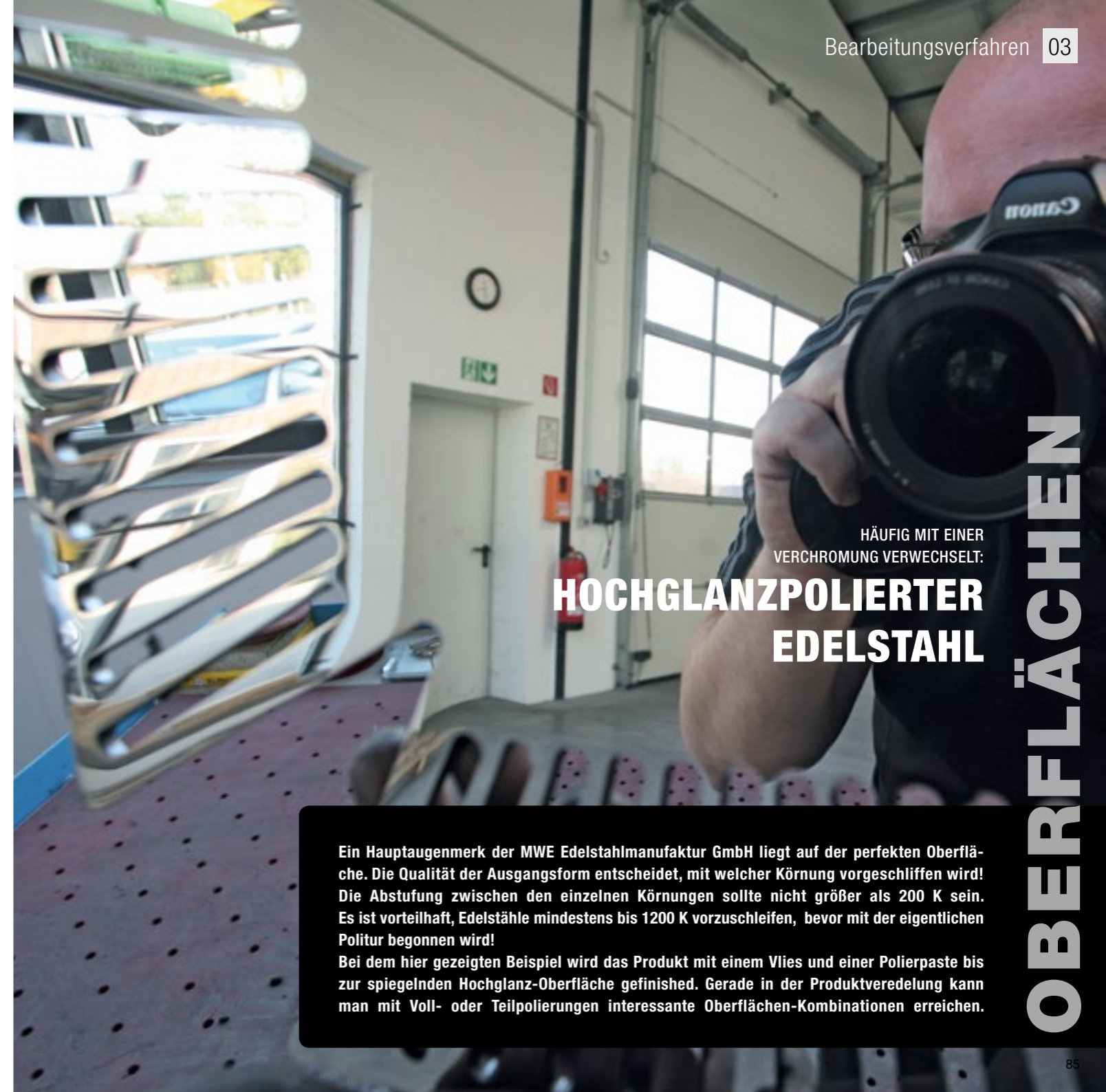
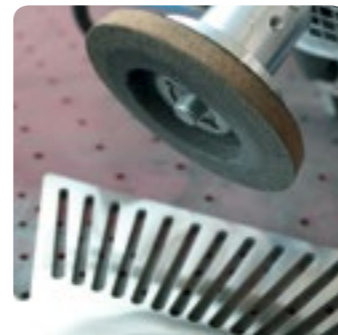
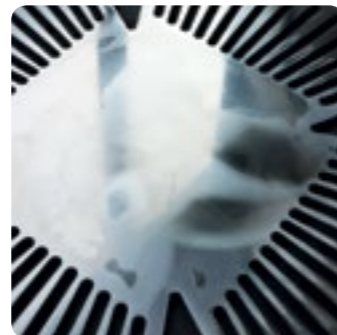
Die Laserstrahlung bewirkt die Umschmelzung einer feinen Randschicht ($< 100 \mu\text{m}$). Die Grenzflächenspannung erzeugt dabei eine Glättung der Oberfläche.

Auch hier erfolgt die Bearbeitung in mehreren Schritten. Mit dem Makropolieren wird zunächst die grobe Oberflächenstruktur, die beispielsweise beim Fräsen entsteht, geglättet. Aus der Schmelze erstarrt die Oberfläche riss- und porenfrei aus. Danach kommt das Mikropolieren zum Einsatz, das erhöht den Glättegrad und damit den Glanz.



OBERFLÄCHEN

Von der rauen unbearbeiteten Oberfläche zum hochglanzpolierten Finish ...



HÄUFIG MIT EINER VERCHROMUNG VERWECHSELT:

HOCHGLANZPOLIERTER EDELSTAHL

OBERFLÄCHEN

Ein Hauptaugenmerk der MWE Edelstahlmanufaktur GmbH liegt auf der perfekten Oberfläche. Die Qualität der Ausgangsform entscheidet, mit welcher Körnung vorgeschliffen wird! Die Abstufung zwischen den einzelnen Körnungen sollte nicht größer als 200 K sein. Es ist vorteilhaft, Edelstähle mindestens bis 1200 K vorzuschleifen, bevor mit der eigentlichen Politur begonnen wird!

Bei dem hier gezeigten Beispiel wird das Produkt mit einem Vlies und einer Polierpaste bis zur spiegelnden Hochglanz-Oberfläche gefinished. Gerade in der Produktveredelung kann man mit Voll- oder Teilpolierungen interessante Oberflächen-Kombinationen erreichen.

TIPP: Das MWE-Edelstahl-Pflegespray reinigt und pflegt die geschliffene Oberfläche besonders schonend und wirkt dabei durch seinen Ölanteil schmutzabweisend.



EINE SORGFÄLTIGE NACHBEHANDLUNG SCHÜTZT DIE OBERFLÄCHE VOR VERUNREINIGUNGEN!

Reinigen

Bei MWE ist ein perfektes Endprodukt aus Edelstahl erst dann fertig, wenn es am Ende aller Verarbeitungsschritte mit dem speziell entwickelten Reinigungsspray behandelt wurde. Hierbei wird es von sämtlichen Spuren wie Fett oder Staub befreit und gleichzeitig gegen zukünftige Verschmutzungen unempfindlich gemacht. So kann es für die Auslieferung optimal gelagert werden.

Auch zu Hause kann ein Edelstahlprodukt einfach mit einem Mikrofasertuch und dem Reinigungsspray gesäubert werden. Gerade bei Edelstahlteilen, die der Witterung ausgesetzt sind, ist es wichtig, dass sie in Laufrichtung der

Schliffe angebracht werden, um ein möglichst störungsfreies Ablaufen von Wasser und Schmutz zu gewährleisten.

Im Normalfall trägt dann die übliche Bewitterung zur Selbstreinigung bei.

Zusätzlich erschwert das richtige Reinigungsmittel im „Hausgebrauch“, dass neue Fingerabdrücke oder andere leichte, aber unschöne Verunreinigungen erneut auftreten. Ein Vlies, aber auch einige flüssige Reinigungsmittel haben einen schwach abrasiven Effekt. Beides sollte sorgsam und immer in Schliffrichtung angewendet werden.

Weder eisen- noch chloridhaltige Bestandteile dürfen im Reinigungsmittel enthalten sein. Vom Abreiben mit Stahlwolle ist also deutlich abzuraten.

Beizen

Beim Beizen wird die Oberfläche des Werkstückes verändert (je nach Anwendung auch verfärbt) und gleichzeitig widerstandsfähig gegen Oxidation gemacht.

Gerade nach einem Schweißvorgang ist es möglich, mit speziellen Beizmitteln die Anlauffarben sowie Schweißzunder und Korrosionsprodukte zu entfernen. Man unterscheidet zwischen Tauchbeize, Beizpasten und Beizsprays.



Die Schweißnähte eines Leiternholms werden durch das Beizen gereinigt.

OBERFLÄCHEN





Lichtbogen

OBERFLÄCHEN

PVD-Beschichten

Unverzichtbar in der Optimierung von Oberflächen vor allem von Werkzeugen und Maschinenteilen sowie in der Medizin ist die PVD-Vakuumtechnologie (Physical Vapour Deposition).

Mit Hilfe dieser Beschichtungstechnik werden metallische Hartstoffe wie Titanitrid, Titanaluminiumnitrid oder Titancarbonitrid bis 5 µm stark auf den Träger aufgebracht.

Niedrige Beschichtungstemperaturen ermöglichen es, dass fast alle wärmebehandelten Warm- und Kaltarbeitsstähle mit dem Verfahren bearbeitet werden können.

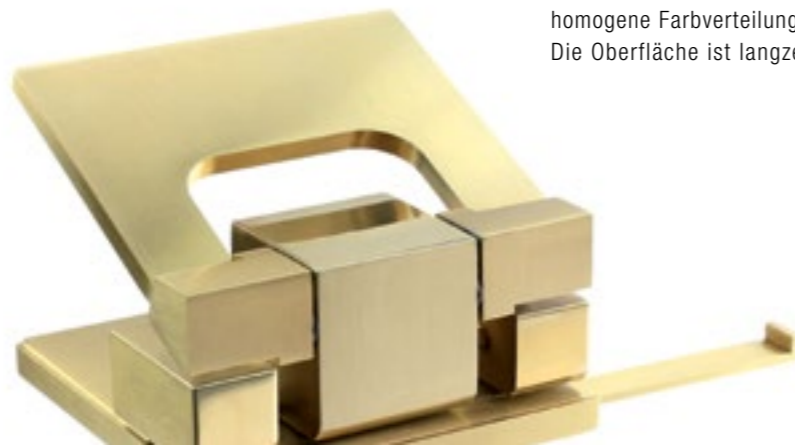
Durch den hohen Ionisierungsgrad ist eine ausgezeichnete Schichthaftung gegeben.

Auch der Bildung von Rissen wird durch die hohe Druckeigenspannung der PVD-Beschichtung entgegengewirkt.

Durch eine derartige Beschichtung erreicht man eine hohe Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit. Außerdem ist die Schicht abriebfest und kratzbeständig.

Die Schicht bewirkt in der Anwendung eine Erhöhung der Standzeit von Werkzeugen und Maschinenteilen. Sie führt zu einer besseren Produktivität, da sie die Schritthärte erhöht.

Im dekorativen Sinne kann man sich über eine homogene Farbverteilung freuen. Die Oberfläche ist langzeit- und glanzstabil.



Mindestens genauso wichtig wie die funktionellen Vorteile der PVD-Beschichtungen ist der dekorative Aspekt. Gerade bei der optischen Veredelung von Beschlägen, Möbeln oder Accessoires aus Edelstahl spielt dieses Verfahren eine wichtige Rolle.

OBERFLÄCHEN



Pulverbeschichten

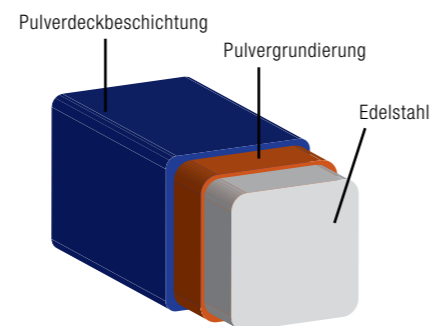
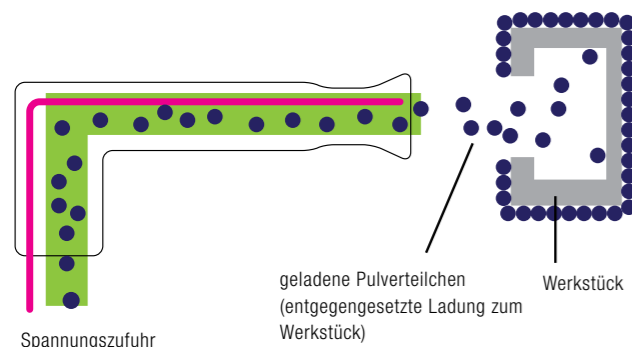
Das Pulverbeschichten ist ein Verfahren, bei dem ein elektrisch leitfähiger Werkstoff mit Pulverlack beschichtet wird. Eine typische Beschichtungsanlage besteht aus Oberflächenvorbehandlung (Reinigung und/oder Aufbringen einer Konversionsschicht), Zwischentrocknung, elektrostatischer Beschichtungszone und Trockner.

Die zur Pulverbeschichtung verwendeten Pulverlacke bestehen im Allgemeinen aus trockenen, körnigen Partikeln, die zwischen 1 und 100 µm groß sind. Chemisch basieren diese meist auf Epoxid- oder Polyesterharzen. Daneben sind Hybridsysteme verbreitet, die sowohl Epoxid- als auch Polyesterharze als Bindemittel enthalten.

Wie sich ein Pulverlack bei der Beschichtung verhält, wird hauptsächlich durch seine mechanischen Eigenschaften wie Partikelgröße und Rieselfähigkeit bestimmt. In geringerem Maße spielt auch die chemische Zusammensetzung des verwendeten Pulverlackes eine Rolle.

Je nach Zusammensetzung neigen die Pulverlackpartikel zum Ansintern in der Beschichtungsanlage. Sie sind temperaturempfindlich und beginnen aufzuschmelzen und zu verkleben, wenn die Temperatur 50 °C übersteigt.

Pulverpistole





Gravieren

Ob per Hand oder per Maschine – bei einer Gravur wird lokal Material vom Werkstück abgetragen.

Um eine Gravur besser zur Geltung zu bringen, kann die entstandene Vertiefung auch mit Farbe oder anderen Stoffen gefüllt werden. Bei MWE werden häufig elegante Logogravuren auf CNC-Zerspahnungsautomaten zum Produktbranding umgesetzt.

Bei der Glasgravur wird ebenfalls Material abgetragen, da der Vorgang des Schleifens unter dem Mikroskop gesehen ein mehrfacher, durch die Schleifkörper verursachter Schneidvorgang ist.

Verschiedene Gravurmethoden:

- ▶ Handgravur
- ▶ Maschinengravur
- ▶ Elektrogravur
- ▶ Lasergravur

Ätzen

Beim Ätzzvorgang passiert eine Material-Abtragung. Es entstehen hauchfeine Vertiefungen auf der Oberfläche. Dieser Prozess wird häufig bei Metallschildern oder zur Kennzeichnung von Produkten angewandt.

Die Stellen, die bleiben sollen, wie sie sind, werden mit einem Abdecklack oder einer Folie vor dem Ätzmittel geschützt. Die der Ätzflüssigkeit ausgesetzten Flächen werden unter Spannung entsprechend vertieft oder aufgeraut. Hierbei entsteht eine dunkle Verfärbung.



Aged-Look gewünscht?

Vor allem im modernen Interieur können ausgefallene Vorstellungen hinsichtlich der Oberflächen begeistern.

Der hier gezeigte Schiebetürbeschlag wurde mit einer speziellen Lackierung versehen, die das hochwertige Material Edelstahl ohne qualitativen Verlust sehr auffällig mit einer Rostoptik veredelt.

OBERFLÄCHEN



Das Umformen behandelt die Fertigungsverfahren, in denen Metalle, aber auch thermoplastische Kunststoffe in Form gebracht werden. Dabei behält der Werkstoff seine Masse und den Zusammenhalt des Gefüges bei, allerdings kann sich die Dichte ändern.

Nach dem Urformen, bei dem ein formloser Stoff seine erste geometrische Form erhält, wird der größte Teil der Werkstoffe durch Umformen zu Halbzeugen wie z. B. Blechen, Drähten und anderen Profilen weiterverarbeitet.

Grundlagen

Es wird zwischen Kaltumformung und Warmumformung unterschieden. Bei der Warmumformung wird der Werkstoff auf die Rekristallisationstemperatur gebracht, wodurch es beim Umformen ständig zur Rekristallisation kommt, was einer Verfestigung des Werkstoffes entgegenwirkt. Das Kaltumformen geschieht unterhalb der Rekristallisationstemperatur. Beim Umformen kommt es zu verminderter Zähigkeit des Werkstoffes.

Metalle bestehen aus kubisch-raumzentrierten, kubisch-flächenzentrierten und hexagonalen Gitterstrukturen. Wird die Schubfestigkeit oder Trennfestigkeit des Werkstoffes überschritten, bekommen diese Schiebungs- oder Trennbrüche, die das Werkstück unbrauchbar machen. Um Brüche zu vermeiden, wird die Temperatur erhöht.

UMFORMEN

Die Umformverfahren werden unterteilt in:

Druckumformen nach DIN 8583

- Walzen
- Freiformen
- Gesenkformen
- Eindrücken
- Durchdrücken

Zugdruckumformen nach DIN 8584

- Durchziehen
- Tiefziehen
- Drücken

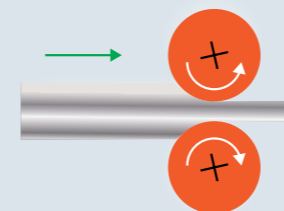
Zugumformen nach DIN 8585

- Längen
- Weiten
- Tiefen
- Werkzeugloses Drahtziehen

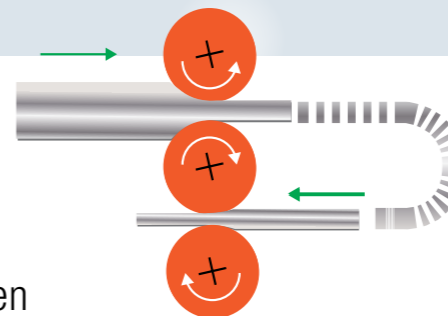
Biegeumformen nach DIN 8586

- Mit gradliniger Werkzeugbewegung
- Mit drehender Werkzeugbewegung
- Mit Wirkenergie

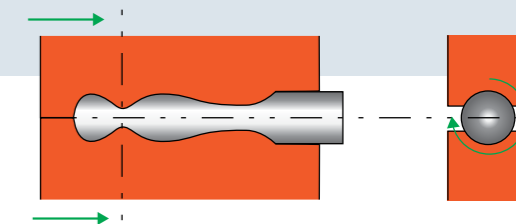
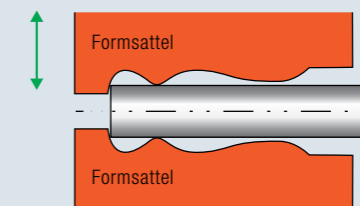
Flachwalzen – Duo-Walzwerk



Trio-Walzwerk



Gesenkformen



Druckumformen

Walzen

Werkstoffe werden zwischen 2 oder bis zu 20 rotierenden Walzen umgeformt. Oberhalb der Rekristallisationstemperatur spricht man vom Warmwalzen, unterhalb vom Kaltwalzen. Unterschieden wird hier nochmal zwischen Längs-, Quer- und Schrägwalzen.

Durch das Walzen entstehen Halbzeuge, die weiterverarbeitet werden. Breit- und Flachprodukte, wie Bleche, bezeichnen dabei Erzeugnisse, deren Breite die Dicke um ein Vielfaches übertrifft. Langprodukte, wie Stäbe oder Drähte, werden durch Walzen bewegt, in denen das Kaliber eingeschnitten ist.

Die Walzen werden beim Duo-Walzwerk so angeordnet, dass das Walzgut zwischen zwei Rollen bewegt wird. Der Rücklauf wird, bedingt durch die technische Verbesserung der Getriebe, durch dieselben Walzen gewährleistet, indem die Walzen die Drehrichtung ändern. Bei Trio-Walzwerken behalten die Walzen die Drehrichtung bei und das Walzgut wird beim Rücklauf durch die mittlere und obere Walze bewegt. Jeder Leerlauf hätte einen Temperaturverlust im Walzgut zur Folge.

Freiformen

Die Werkstückbewegung erfolgt meist von Hand, während die Umformkräfte und Werkzeugbewegung von Maschinen aufgebracht werden. Die Werkzeuge enthalten keine oder nur einige Formelemente des Werkstückes.

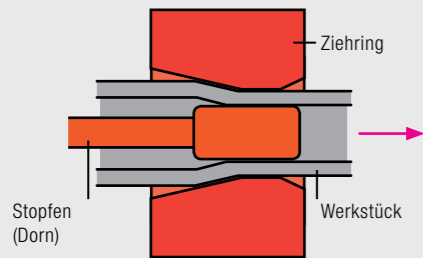
Gesenkformen

Beim Gesenkformen wird das Werkstück zwischen Gesenken geschmiedet. Die Herstellung der Gesenke erfolgt durch Ausfräsen oder Senkerodieren. Die Form der Gesenke bestimmt die Außenform der Werkstücke. Da die Herstellung der Gesenke aufwändig ist, lohnt sich das Verfahren nur bei hohen Stückzahlen.

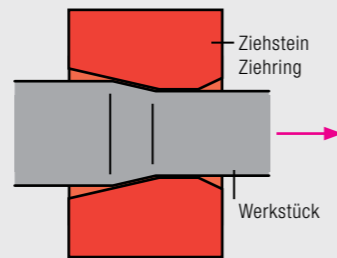
Eindrücken

Die Oberfläche wird mit einem Formwerkzeug unter hohem Druck umgeformt. Einprägen und Einsenken, aber auch Körnen und/oder Kerben gehören zum Eindrücken.

Gleitziehen: Hohlkörper



Gleitziehen: Vollkörper



Zugdruckumformen

Durchziehen

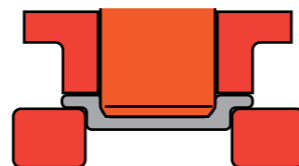
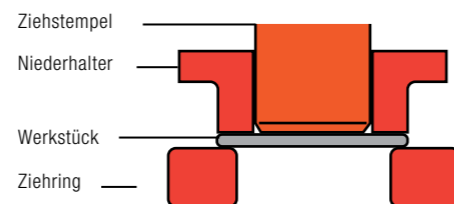
Das Werkstück, meist Draht oder Rohr, wird durch eine Ziehöse gezogen, um den Durchmesser zu verringern. Bei Rohren werden für die Bestimmung des Innendurchmessers zusätzlich Stopfen oder Dorne genutzt.

Bei Stahlrohren und Profilen aus Stahl und Kupfer wird das Verfahren zur Endbehandlung verwendet, da eine hohe Maßhaltigkeit und glatte Oberflächen gegeben werden.

Kupferprofile werden dabei häufig über die Streckgrenze hinaus gedehnt, um die gewünschte Verfestigung des Materials zu erzielen. Die Querschnittabnahme muss so eingestellt werden, dass die Zugfestigkeit bzw. Streckgrenze nicht überschritten werden.

Meist wird deshalb der Ziehvorgang in mehreren Schritten vorgenommen. Zwischen den Ziehvorgängen wird das Material weichgeglüht. Bei Kupferwerkstoffen ist dies dagegen nicht erforderlich.

Tiefziehen – einfache Darstellung

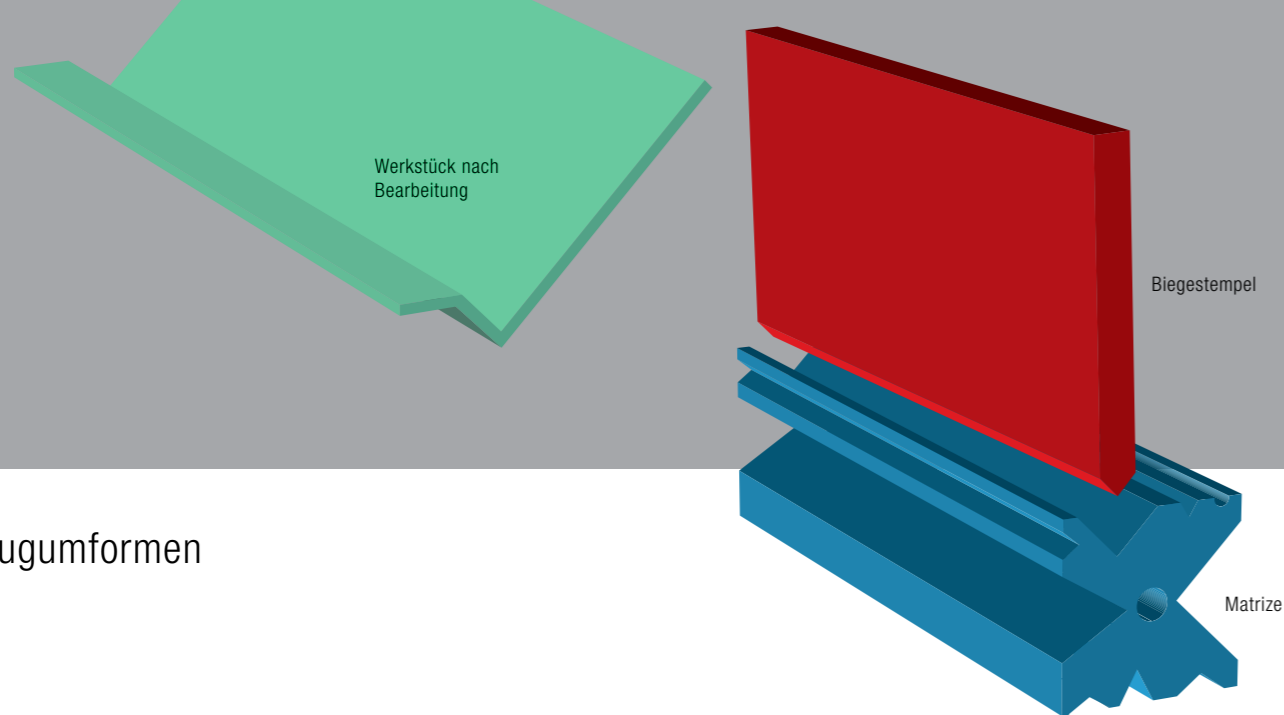


Tiefziehen

Beim Tiefziehen wird ein Blechzuschnitt in einen Hohlkörper gezogen. Es ist wahrscheinlich das bedeutendste Verfahren bei der Blechumformung und wird zur Massen- wie auch zur Einzelfertigung genutzt. Der Blechzuschnitt rutscht nach, so dass sich die Materialstärke nicht ändert. Das Material wird von einem Stempel in eine Matrize gezogen. Niederhalter am Stempel verhindern hierbei die Faltenbildung am Ziehteil. Da die Moleküle gegeneinander verschoben werden, kommt es zur Festigkeitsänderung des Werkstoffes.



UMFORMEN



Zugumformen

Tiefen

Ähnlich wie beim Tiefziehen werden Wölbungen in das Werkstück gebracht (z. B. Kfz-Schilder). Die Wandstärke kann im Bereich der Wölbung variieren.



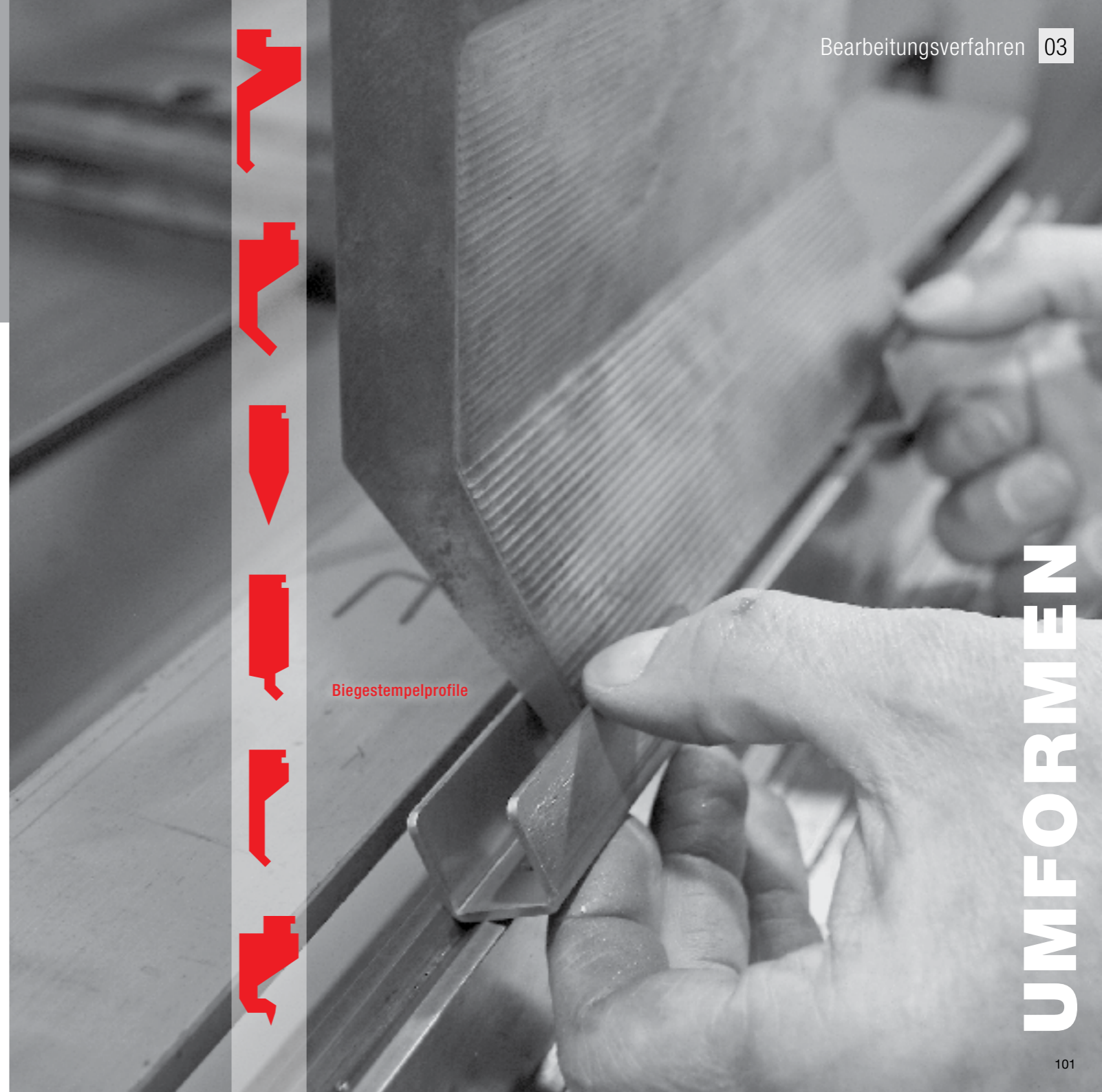
Biegeumformen

Das Biegen von Blechen wird durch das Umklappen eines Flächenteils einer Blechtafel gegenüber dem verbleibenden Flächenteil bewirkt.

Biegestempel einer Kantbank drücken das Blech in ein Gesenk. Radien und Winkel der Werkzeuge sind zunächst dem Ausgangsmaterial anzupassen und bestimmen die Endform des gebogenen Bleches.

Beim Schwenkbiegen wird das Blech in der Oberwange gespannt und durch eine Schwenkbewegung der Biegewange gebogen.

Beim etwas abgewandelten Rollbiegen bewegt sich die Biegewange während der Schwenkbewegung vom Blech weg, so dass Kratzspuren vermieden und vorprogrammierte Radien gefertigt werden können. Weiterer Vorteil ist, dass so auch lackierte oder beschichtete Bleche umgeformt werden können.



Edelstahl im Kontext



ALLTÄGLICHES

AUS EDELSTAHL





Wir denken nicht darüber nach, aber er ist allgegenwärtig. Ohne dass es uns tatsächlich bewusst ist, sind wir umgeben von Edelstahl.

Ob groß in Szene gesetzt oder in kleinen technischen Details, dieser Werkstoff ist einfach aus dem Alltag des *Homo sapiens* nicht mehr wegzudenken.

Der Alltag wurde veredelt

Viele Edelstahlprodukte sind nicht nur funktional, sondern entsprechen hohen ästhetischen Ansprüchen hinsichtlich ihres Designs. Eine sehr große Zahl der Edelstahlobjekte muss aber lediglich funktional, langlebig und besonders hygienisch sein.

So profitiert z. B. die Medizin, aber auch die Nahrungsmittelindustrie von den sterilen Eigenschaften und der einfachen Reinigung von nichtrostendem Edelstahl.



Im Haus	Bestecke, Geschirr, Töpfe und Pfannen, Spülbecken, Küchengeräte
Im Garten	Grill, Spaten, Harke und anderes Gartenwerkzeug, Leuchten, Pooltechnik
Im öffentlichen Leben	Unterstände, Bänke und andere Stadtmöbel, Gebäude-Fassaden, Aufzüge und Rolltreppen, Automaten und andere Geräte zur öffentlichen Nutzung
Industrielle Nutzung	Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie, Trink- und Abwasserverarbeitung und -lagerung, Chemieindustrie sowie in Auto- und Flugzeugindustrie



Neue Möglichkeiten im großen Stil

Des Architekten große Liebe

Edelstahl Rostfrei im architektonischen und bautechnischen Einsatz – die Vorzüge waren und sind einfach nicht zu übersehen.

Wunderbar formbar, ist Edelstahl ideal für die Umsetzung besonderer architektonischer Visionen. Zwei der ältesten und bekanntesten Beispiele sind wohl das Empire State Building und das Chrysler Building. Sowohl seine Ästhetik als auch die herausragende Widerstandsfähigkeit gegenüber erbarmungslosen Witterungsbedingungen machen rostfreien Edelstahl zu einem begehrten Material in der modernen Architektur.

Es beherrscht die konstruktionstragende Rolle genau wie die optisch bedeutsame. Den Architekten von heute stehen außerdem eine große Zahl an Oberflächen und auch Farben zur Verfügung.

Selbst eine Umgebung, die für jedes andere Material auf Dauer zersetzend und einfach schädlich wäre, wie eine ungeschützte Küste oder die stark verschmutzte Metropole, kann dem Material nichts anhaben. Ausschlaggebend für die Nutzung ist auch die gute Resistenz gegen Hitze und Feuer.

Ein weiterer Punkt in der Reihe der Vorzüge von rostfreiem Edelstahl ist seine nahezu grenzenlose Wiederverwertbarkeit. Schrott ist ein wichtiger Bestandteil bei der Edelstahlherstellung.

Schnell wird deutlich, dass sich anfänglich höhere Kosten, die eine Entscheidung für Edelstahl mit sich bringt, auf lange Sicht mehr als rechnen.

ARCHITEKTUR UND EDELSTAHL



Dächer aus Edelstahl

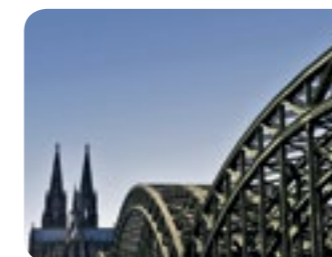
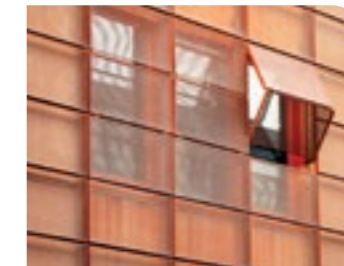
Sie haben eine hohe Lebenserwartung, wobei man mit relativ unbedeutendem Wartungsaufwand rechnen darf. Auch ihr geringes Gewicht ist von Vorteil. Die hohe Lebenserwartung wiegt die eventuell höheren Kosten deutlich auf.



Fassaden aus Edelstahl

Fassadenbekleidungen aus Edelstahl zeichnen sich durch Langlebigkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit, gute Verarbeitbarkeit sowie große Gestaltungsvielfalt aus.

Corten-Stahl z. B. ist ein Baustahl, der häufig in Fassaden verbaut wird. Die gewollte Rostschicht liegt über einer schützenden Sperrschicht, die weitere Korrosion verhindert. Im Offshorebereich oder für Übersee-Container ist dieser Stahl durch seine Widerstandsfähigkeit geradezu ideal.



Tragkonstruktionen aus Edelstahl

Wie Stahl im Allgemeinen ist Edelstahl Rostfrei im Hinblick auf die Montage von Tragwerken ein besonders geeigneter Baustoff.

In Form von Winkeln, Trägern und Dübeln sind seine mechanischen Eigenschaften wie die gute Duktilität überzeugend. Darüber hinaus bietet sein ausgezeichneter Korrosionswiderstand auch im Freien stehenden Tragwerken einen natürlichen Schutz vor Witterungseinflüssen.



Innenausbau

Nicht mehr wegzudenken ist Edelstahl Rostfrei aus den Bereichen Innenausbau und Innenarchitektur. Er ist in nahezu jede Form zu bringen, die das kreative Herz hervorbringt, und glänzt mit einer Menge unterschiedlichster Oberflächen. Zusammen mit Glas, Holz und auch Beton steht er seit langem auf den oberen Plätzen der Material-Rangliste im gehobenen Innenausbau.



Außenanlagen

Optimale Werkstoffeigenschaften sind der Grund für den Einsatz rostfreien Edelstahls auch in der freien Natur. Die Möblierung von Fußgängerzonen oder Parks sowie die Ausstattung von Spielplätzen, Bädern aber auch Treppengeländer und Aufzüge... Edelstahl macht all das unverwundlich, möglichst hygienisch und annähernd alterungsresistent.







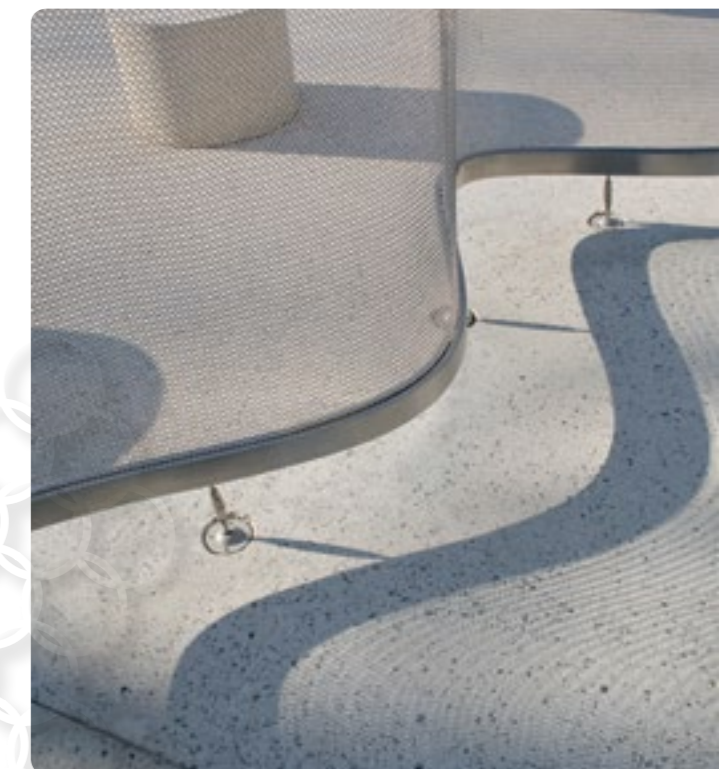
Gewebe aus Edelstahl



Leicht und transparent

Das Swarovski-Werk im österreichischen Wattens bekam durch das Architekturbüro Designstudio Regina Dahmen-Inghoven ein feines Entree in die fast mystische Welt der Kristalle.

Das riesige Gewebe ist ein Geflecht aus unzähligen kleinen Ringen. Natürlich wurde auch hier rostfreier Edelstahl verwendet. Dieses transparente und organische Gebilde verdeutlicht auf ganz andere Weise die unendliche Vielseitigkeit und Wandelbarkeit von rostfreiem Edelstahl.





120 Gateway Arch in St. Louis







KUNST AUS EDELSTAHL





KUNST AUS EDELSTAHL



MASTERPIECES

100% HANDMADE IN GERMANY



Schachspiel




Der Reiz des Ungewöhnlichen

Schach ist ein wunderbares Spiel, das Konzentration und strategisches Denken fordert. MWE hat hierfür ein besonders schönes Design hervorgebracht – alle Teile sind von Hand gefertigt und geschliffen oder hochglanzpoliert.

Die Möglichkeiten der Einzelstückfertigung in der Manufaktur erlauben viele Varianten der Veredelung, wie z. B. eine PVD-Beschichtung in Bicolour-Optik (siehe Seite 130, Kupferoptik/Schwarz).





Accessoires und Schmuck

Schmuckvolle Präzision im Detail

Aus dem markanten Design des Schiebetürbeschlags Spider, welcher bei den Kunden immer wieder für Begeisterung sorgte, wurde sogar ein Schmuckstück entwickelt. Lieferbar in Edelstahl geschliffen, PVD-beschichtet und/oder mit Swarovski-Elements-Kristallen besetzt.

Der Werkstoff Edelstahl hat sich in der Luxusgüterindustrie durch seine Langlebigkeit, gute Verarbeitbarkeit und nicht zuletzt durch seine schimmernde Oberfläche etabliert.



Luxus!



„Edler Stahl“

Manchmal kann man sich einfach nicht dagegen wehren: Luxus. Dinge zu besitzen, die oft einen sowohl objektiven als auch subjektiven Wert haben, der alles andere übertrifft. Aber auch der Luxus, etwas Derartiges zu kreieren und dem Material, das uns zur Verfügung steht, ein vielleicht völlig neues Gesicht zu verpassen.



MASTERPIECES

Edelstahlschale Globus



Die Edelstahlschale Globus wird ganz MWE-typisch in aufwändiger Handarbeit und zu 100 % in Deutschland gefertigt.

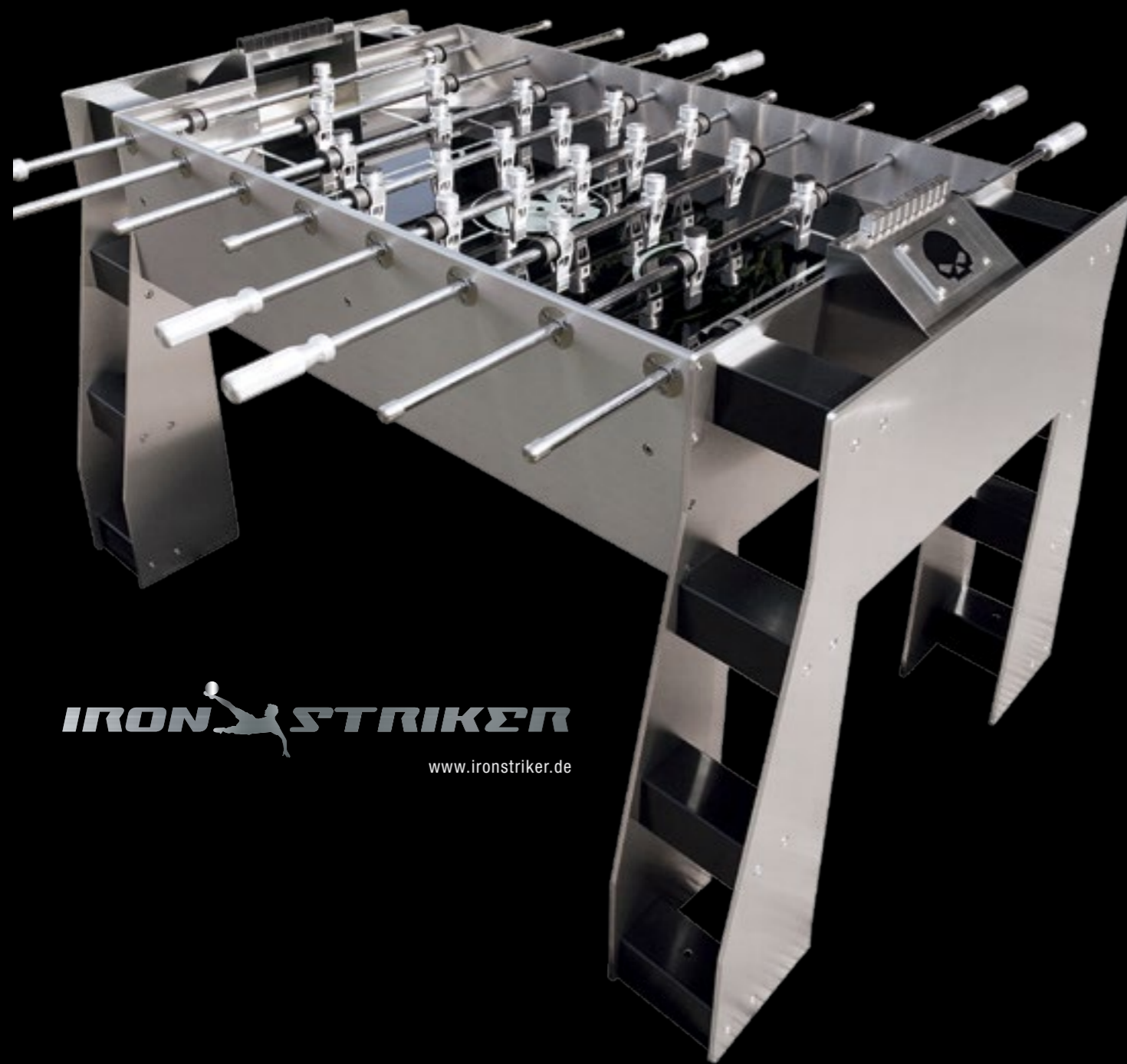
Büroserie Siena



Alle Komponenten der Büroserie Siena sind aus massivem Edelstahl gefertigt. Die Oberflächen werden von Hand Korn 600 strichmatt fein geschliffen, jeweils die Stirnfläche ist bei jedem Einzelstück von Hand hochglanzpoliert.



MASTERPIECES



IRON STRIKER

www.ironstriker.de

Kickertisch IRON STRIKER

An der Entwicklung dieses Kickertischs haben nicht nur Designer und Konstrukteure, sondern auch renommierte Kickerspieler mitgewirkt. Konstruiert und gefertigt wurde das Modell IRON STRIKER in den offiziellen Turniermaßen.

Die aufwändig verarbeiteten Spielfiguren, das massive Zählwerk und viele weitere schöne Details machen diesen Tischkicker zu etwas ganz Besonderem.

Technische Daten:

- Korpus aus massivem Edelstahl 1.4301, Oberfläche Korn 600 fein geschliffen
- Wandstärke Korpus Massiv: 12 mm
Tischbeine Massiv: 8 mm
- Spielfeldstärke: 19 mm Glas, Gewicht der Glasplatte ca. 28 kg
- Leichtlauf-Stangen aus mehrfach gehärtetem Stahl
- Gesamtgewicht: 350 kg
- Füße höhenverstellbar – gleicht unebene Böden aus



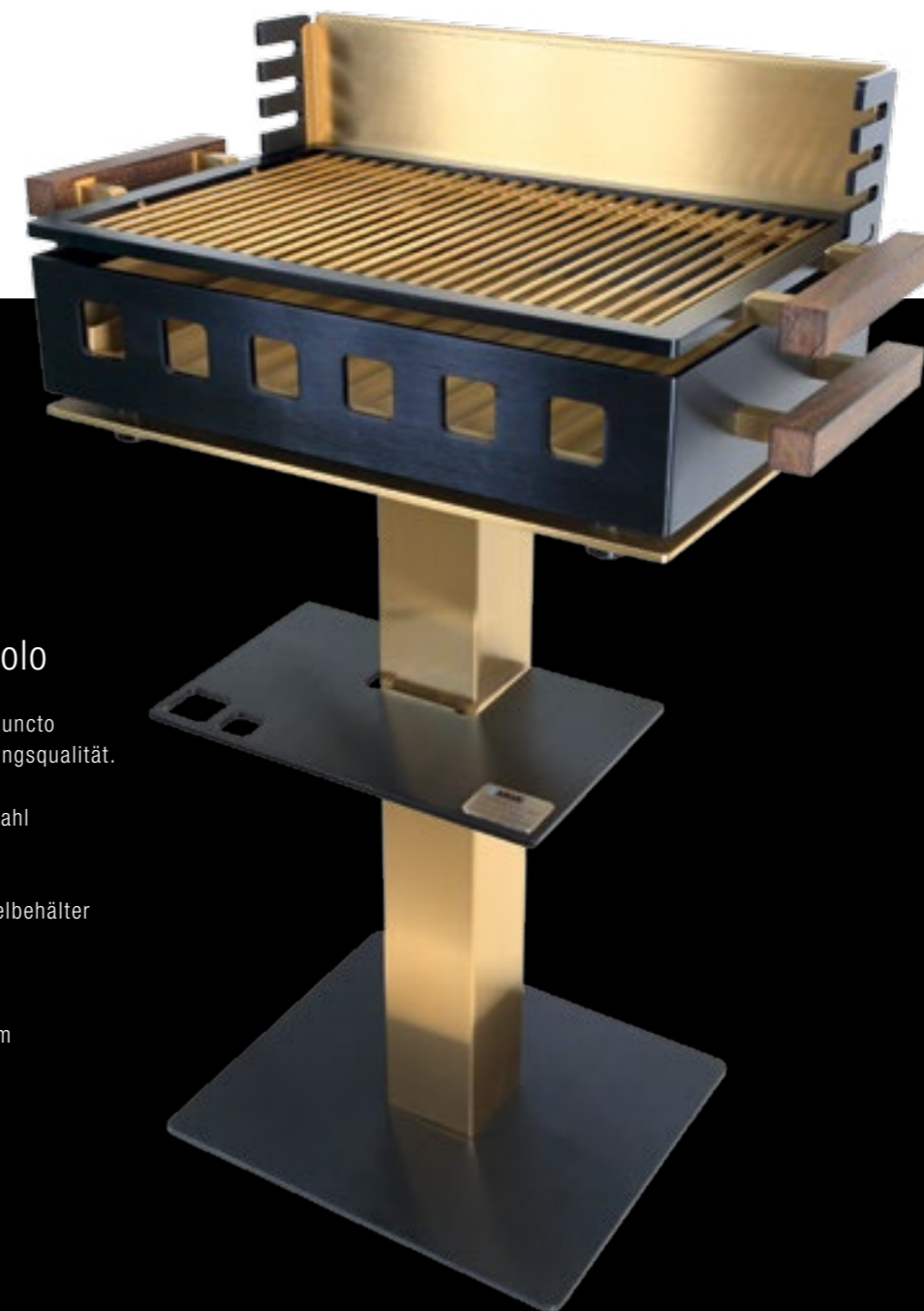
MASTERPIECES



IRON STRIKER

www.ironstriker.de

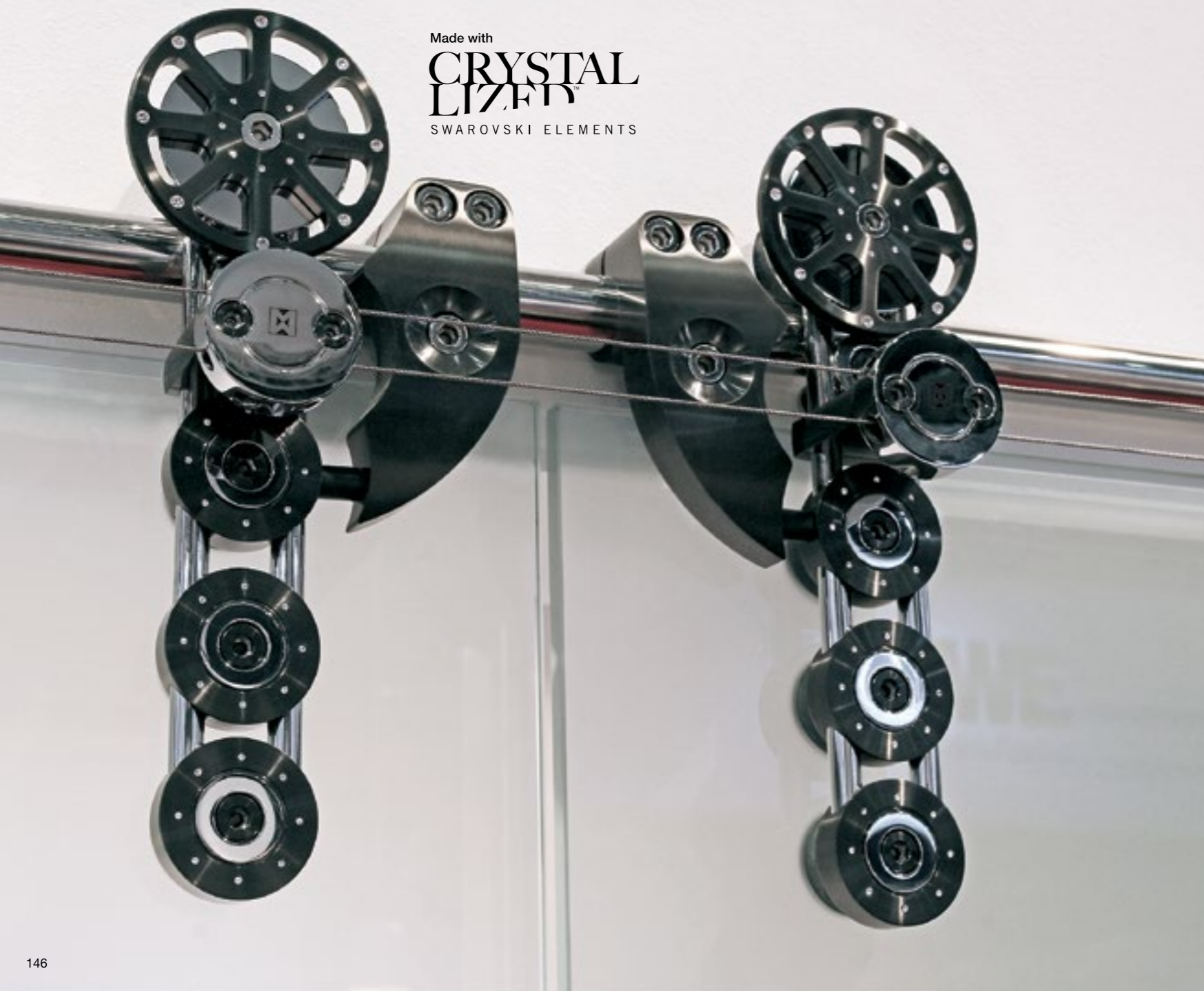
LUXUS TEUFEL



Edelstahl-Grill Diabolo

Ein außergewöhnlicher Grill in puncto Design, Funktion und Verarbeitungsqualität.

- Grundkörper aus 6 mm Edelstahl
- Griffe aus Tajiboholz
- Spülmaschinen-geeignet
- 2 Fettablaufrippen mit Sammelbehälter
- Roststäbe demontierbar
- Herausnehmbare Kohlewanne
- Gewicht: 38 kg
- Maße: H/B/T 800/500/300 mm
- Limitierte Auflage



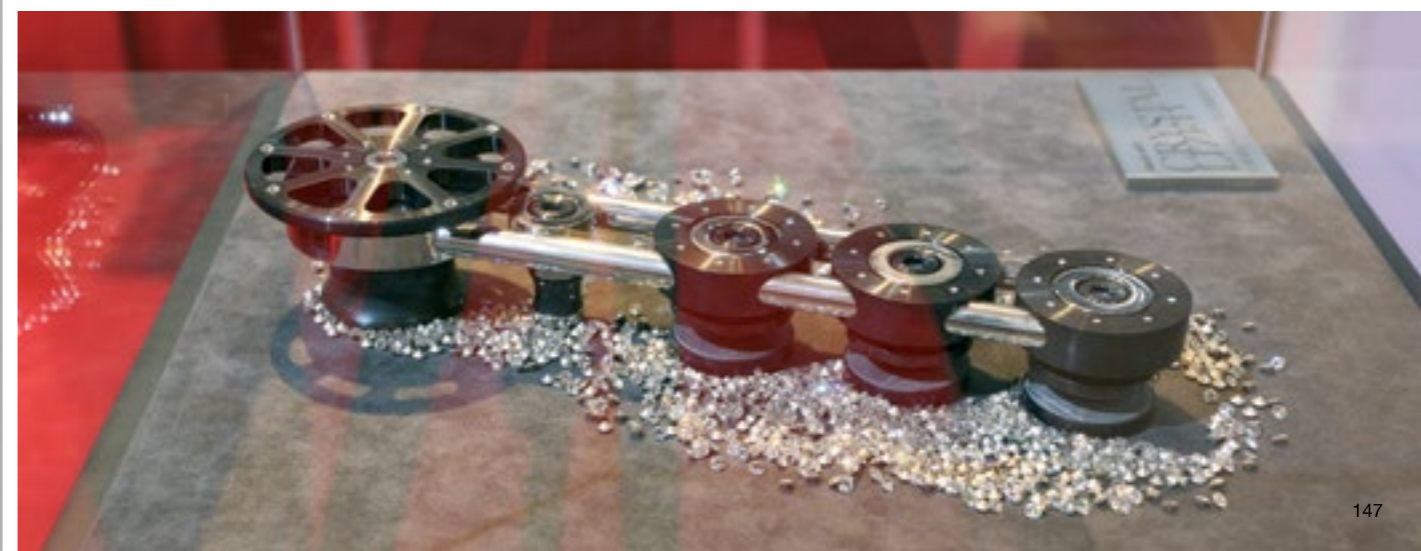
Made with
**CRYSTAL
 LIZZY**
 SWAROVSKI ELEMENTS



Schiebetürsystem Spider „Swarovski-Edition“

Das System Spider „Swarovski-Edition“ ist ein ganz besonderes Schmuckstück aus dem Individualisierungsprogramm von MWE.

Richtig in Szene gesetzt bietet es einen einzigartigen Blickfang, wirkt dabei aber immer dezent und edel. Selbstverständlich lassen sich auf Wunsch auch alle anderen Beschläge mit Kristallen der renommierten Luxusgütermarke Swarovski bestücken.



IMPRESSUM

Idee/Konzept und Produktdesign: Mario Wille, MWE Edelstahlmanufaktur GmbH

Redaktion/Gestaltung/Illustration: Katja Zeyer
Bildquellen: fotolia.de, istockphoto.de, pitopia.de, Heinrich Pniok,
thomas mayer, shutterstock.de, 123RF.com, Thilo Schulz

Unser Dank für die Unterstützung bei der Entstehung dieses Buches gilt:
Jürgen Hofmann, Elka Radkova, Ute Schuppert, Daniel Tawidde,
Dennis Dulski, David Wiedau

Alle Angaben in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt zusammengestellt.
Wir übernehmen keine juristische Verantwortung oder Haftung für Schäden,
die durch eventuelle Fehler entstehen.

Alle Rechte vorbehalten. Produktdesign und Texte sind urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwendung der Texte oder Teile derselben bedarf der ausdrücklichen schriftlichen
Genehmigung der MWE Edelstahlmanufaktur GmbH.

