

Bild: Einteilung elementarer Fügeverbindungen mit zugeordneten Fügeverfahren /2/

Hauptgruppe

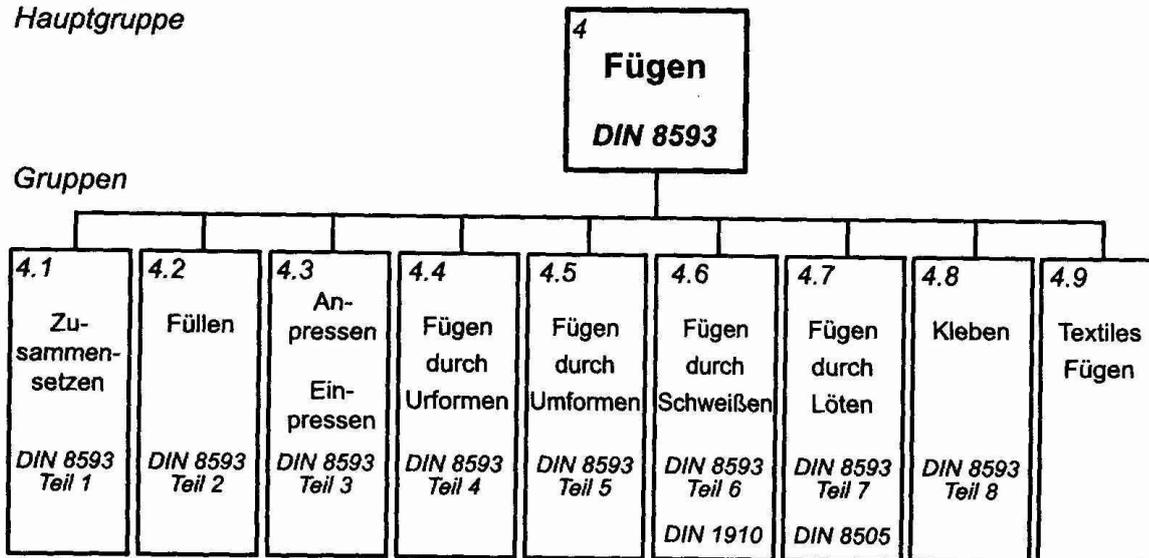


Bild: Einteilung der Hauptgruppe Fügen nach DIN 8593

Beurteilungskriterien	Fügeverfahren					
	Kleben	Nieten	Clinchen	Löten	Schweißen	Schrauben
Spannungsverteilung/Kraftübertragung	gleichmäßig	Spannungsspitzen am Niet	am umgeformten Bereich Spannungsspitzen	relativ gleichmäßig	relativ gleichmäßig	Spannungsspitzen an der Schraube
Verbinden unterschiedlicher Werkstoffe	sehr gut durch chemische Formulierung, Abstimmung auf unterschiedliche Werkstoffe	möglich, aber Begrenzung durch notwendige Niellänge und Ausdehnungskoeffizient	möglich, aber Begrenzung durch Formänderungsverhalten	nur metallische Werkstoffe	nur metallische Werkstoffe bzw nur gleichartige Kunststoffe	möglich, aber kein Ausgleich von unterschiedlichem Temperatúrausdehnungsverhalten
Leichtbaukonstruktion	möglich	möglich	möglich	keine	bedingt möglich	bedingt möglich
Dämpfung	gut	keine	keine	keine	keine	keine
Erhalt der Fügeworkstoffeigenschaften	gut	gut, aber Beschädigung des Werkstoffes	gut, aber Beschädigung des Werkstoffes	Gefügeumwandlungen	Gefügeumwandlungen	gut, aber Beschädigung des Werkstoffes
Kombinationsfähigkeit	gut, vor allem mit Nieten, Clinchen u. Schweißen	Sinnvoll nur in Kombination mit Kleben	Sinnvoll nur in Kombination mit Kleben	Sinnvoll nur in Kombination mit Kleben	Sinnvoll nur in Kombination mit Kleben	technisch nicht relevant
Korrosion	vermeidet Korrosion	fördert Korrosion ohne Nachbehandlung	kann Korrosion fördern	kann Korrosion fördern	im Bereich der Schweißnaht stärkere Korrosion	fördert Korrosion ohne Nachbehandlung
Dichtfähigkeit	gut	keine	keine	gut	gut	keine

Bild: Einsatzcharakteristiken von Fügeverfahren

**Schweißen**

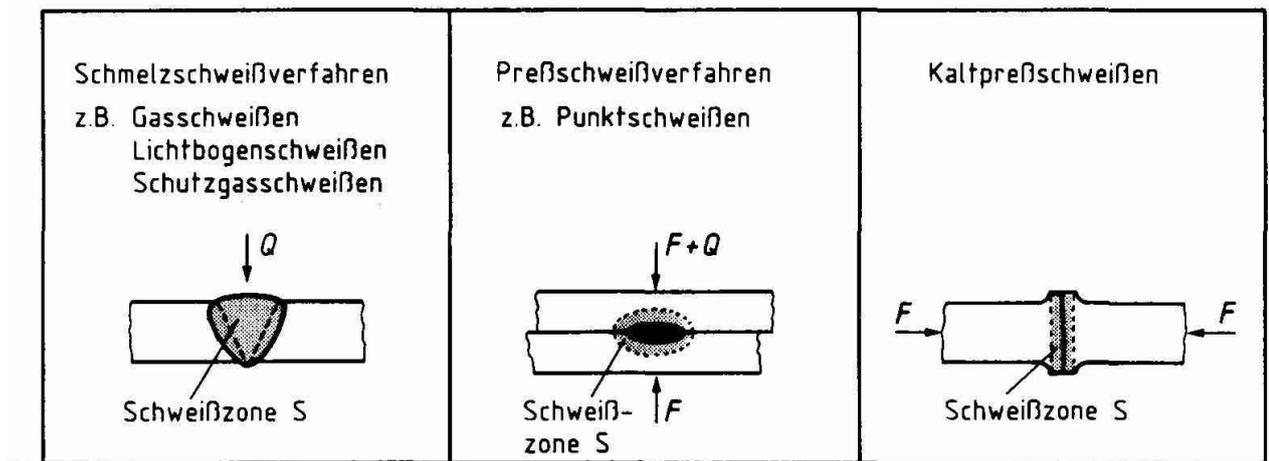


Bild: Einteilung der Schweißverfahren nach dem physikalischen Ablauf /3/

Energiequelle bzw. Energieträger (Energieform)	Schmelzschweißverfahren	Preßschweißverfahren
Reibung, Schockwellen, Ultraschall (mechanische Energie)	–	Kaltpreßschweißen, Ultraschallschweißen, Reibschweißen
Brenngas-Sauerstoff-Flamme (Reaktionswärme)	Gießschmelzschweißen	Gießpreßschweißen
elektrischer Widerstand (elektrische Energie $Q = J^2 R t$ )	Widerstandsschmelzschweißen	Widerstandspreßschweißen
Lichtbogen (elektrische und elektromechanische Energie)	Metall-Lichtbogenschweißen, Schutzgasschweißen, UP-Schweißen	Lichtbogenpreßschweißen
Elektronenstrahl (kinetische Energie der Korpuskularstrahlung)	Elektronenstrahlschweißen	

Bild: Energiequellen der Schweißverfahren /3/

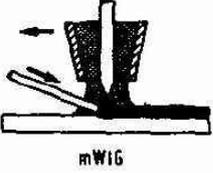
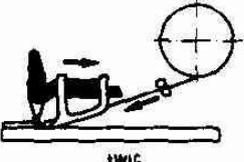
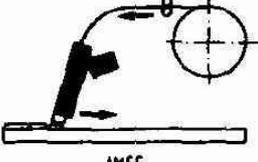
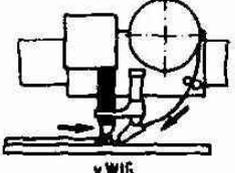
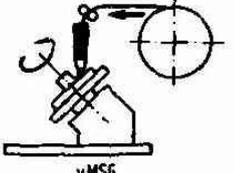
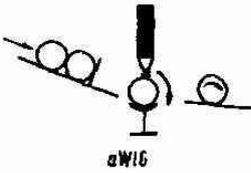
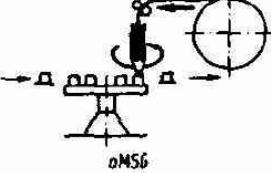
Benennung Kurzzeichen	Beispiele Schutzgasschweißen		Bewegungsvorgänge		
	WIG	MMSG	Brennerführung	Zusatzvorschub	Ablaufarten, Nebentätigkeit, Neben-nutzung
Handschiweißen (manuelles Schweißen) m		–	von Hand	von Hand	von Hand
teil-mechanisches Schweißen t			von Hand	mechanisch	von Hand
voll-mechanisches Schweißen v			mechanisch	mechanisch	von Hand
auto-matisches Schweißen a			mechanisch	mechanisch	mechanisch

Bild Schweißverfahren nach Art der Fertigung /3/

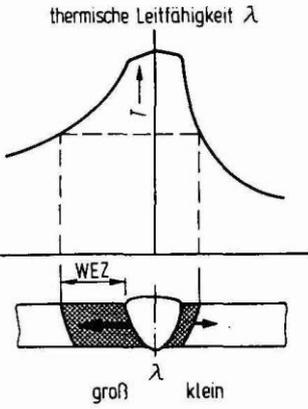
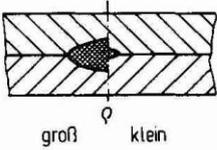
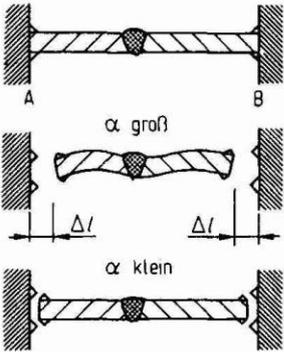
Betrachtete Eigenschaft	Einfluß auf die Schweißverbindung bzw. auf die Schweißverfahren
<p>thermische Leitfähigkeit <math>\lambda</math></p>  <p>groß <math>\lambda</math> klein</p>	<p><math>\lambda</math> <b>groß</b>: starker Wärmeabfluß in den Grundwerkstoff, daher i. a. Schweißverfahren mit hoher Leistungsdichte und (oder) Vorwärmen erforderlich. Temperaturgefälle gering, d. h., der durch die Schweißwärme beeinflusste Bereich des Werkstoffes (Wärmeeinflußzone WEZ, Abschn. 3.2.3) ist groß, die Schweißspannungen sind geringer: Beispiele: Cu, Al, Mg.</p> <p><math>\lambda</math> <b>klein</b>: geringer Wärmeabfluß, großes Temperaturgefälle, Breite der WEZ gering, schärferer Eigenspannungszustand. Beispiele: Austenitischer CrNi-Stahl, NiCu 30.</p>
<p>elektrischer spez. Widerstand <math>\rho</math></p>  <p>groß <math>\rho</math> klein</p>	<p><math>\rho</math> <b>groß</b>: wichtige Eigenschaft beim Widerstandsschweißen. Erzeugen ausreichender Energie zwischen den Blechen leichter. Beispiele: Stahl, Ti, NiCu 30.</p> <p><math>\rho</math> <b>klein</b>: zum Herstellen der Punktschweißverbindung benötigte Energie schwer erzeugbar, besondere Maßnahmen erforderlich. Beispiel: Cu, durch große Wärmeleitfähigkeit Widerstandsschweißen zusätzlich erschwert.</p>
<p>linearer Ausdehnungskoeffizient <math>\alpha</math></p>  <p><math>\alpha</math> groß</p> <p><math>\Delta l</math></p> <p><math>\alpha</math> klein</p>	<p>Bleche sind zwischen unbeweglichen Auflagern A und B eingeschweißt.</p> <p><math>\alpha</math> <b>groß</b>: starke Ausdehnung der Bleche beim Erwärmen, die bei kleinen Werkstückdicken zum Ausknicken (elastische und plastische Verformung), bei großen zum Stauchen der Fügeteile führt (Verformung überwiegend plastisch). Beim Abkühlen Schrumpfen um den gleichen Betrag (<math>2\Delta l</math>), wodurch hohe Schrumpfspannungen bzw. Risse entstehen.</p> <p><math>\alpha</math> <b>klein</b>: Schweißspannungen und Verzug gering, erwünscht vor allem bei starrer Einspannung der Fügeteile, geringe Rißneigung der Schweißverbindung.</p>

Bild: Einfluss physikalischer Eigenschaften der Werkstoffe auf ihr Schweißverhalten /3/

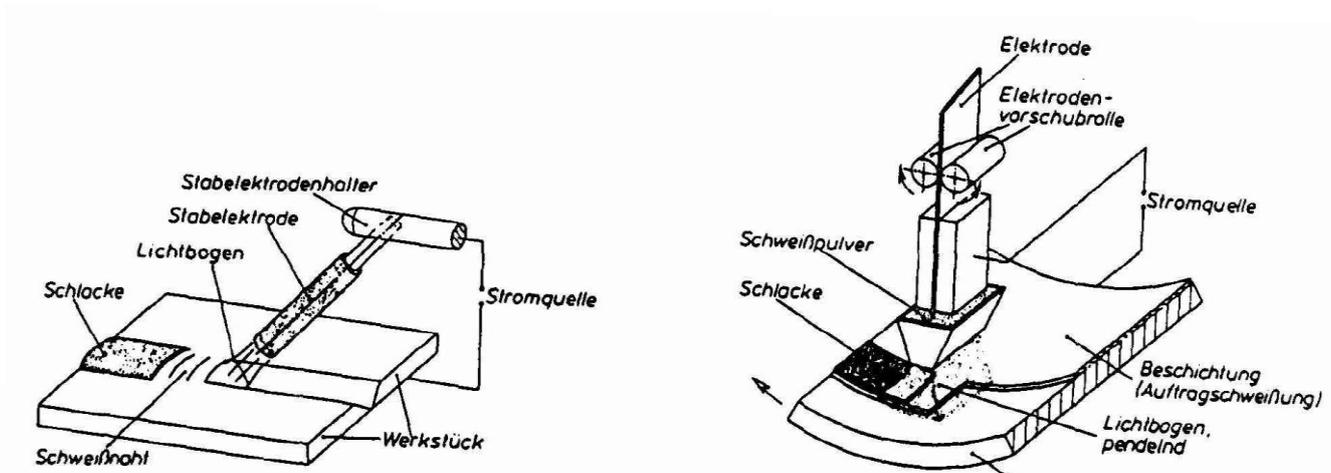


Bild: Metall-Lichtbogenschweißen (links) und Unterpulverschweißen (rechts)

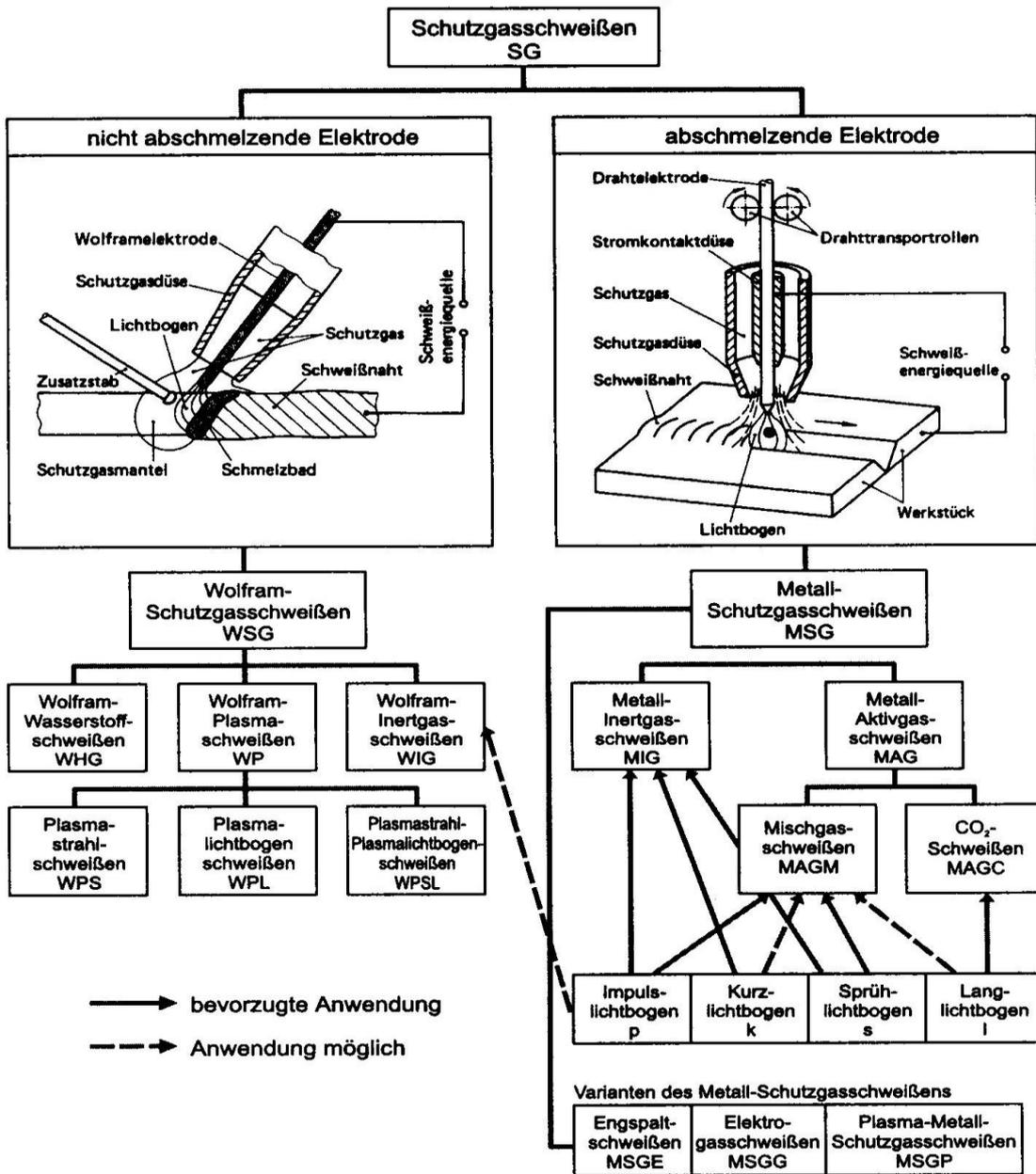


Bild: Übersicht zu den Schutzgasschweißverfahren /2/

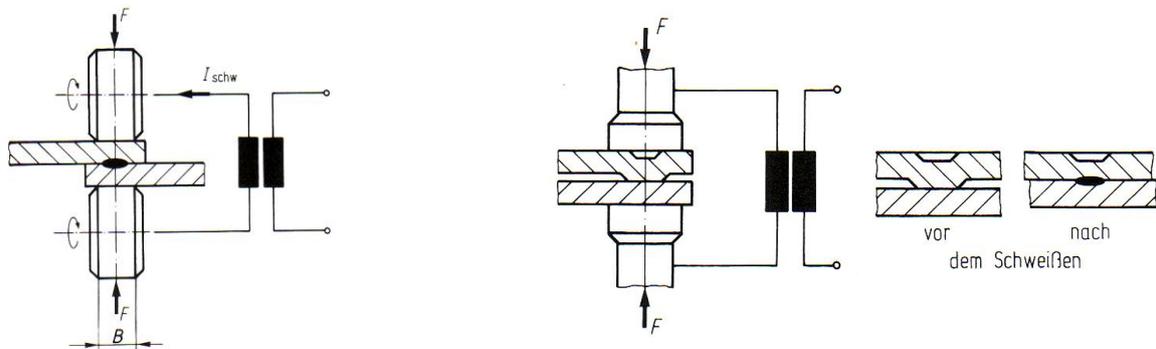


Bild: Prinzip des Rollennahtschweißens (links) und Buckelschweißens (rechts) /3/

## Löten Grundlagen

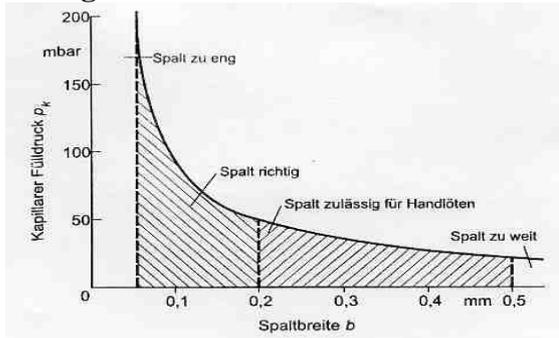


Bild Kapillarer Fülldruck in Abhängigkeit von der Spaltbreite /7/

### Einteilung nach der Liquidustemperatur der Lote:

- Weichlöten < 450 °C (mit Weichlot)
- Hartlöten > 450 °C (mit Hartlot)
- Hochtemperaturlöten > 900 °C (mit Hartlot)

## Kleben Grundlagen

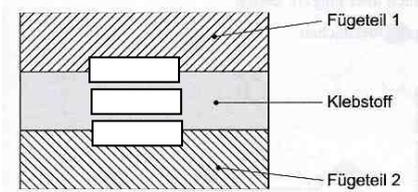


Bild: Aufbau einer Klebeverbindung /7/

- **physikalisch abbindende Klebstoffe** durch Ablüften eines Lösungsmittels (PVC-Lösung), Erstarren einer Schmelze (Ethylen-Vinylacetat)
- **chemisch abbindende Klebstoffe (Reaktionsklebstoffe)** durch Bildung von Vernetzungsstrukturen (1-Komponenten-Epoxidharz, 2-Komponenten-Polyurethan, Decrylat)



Bild: Herstellen von Klebeverbindungen /7/

V. Beschichten

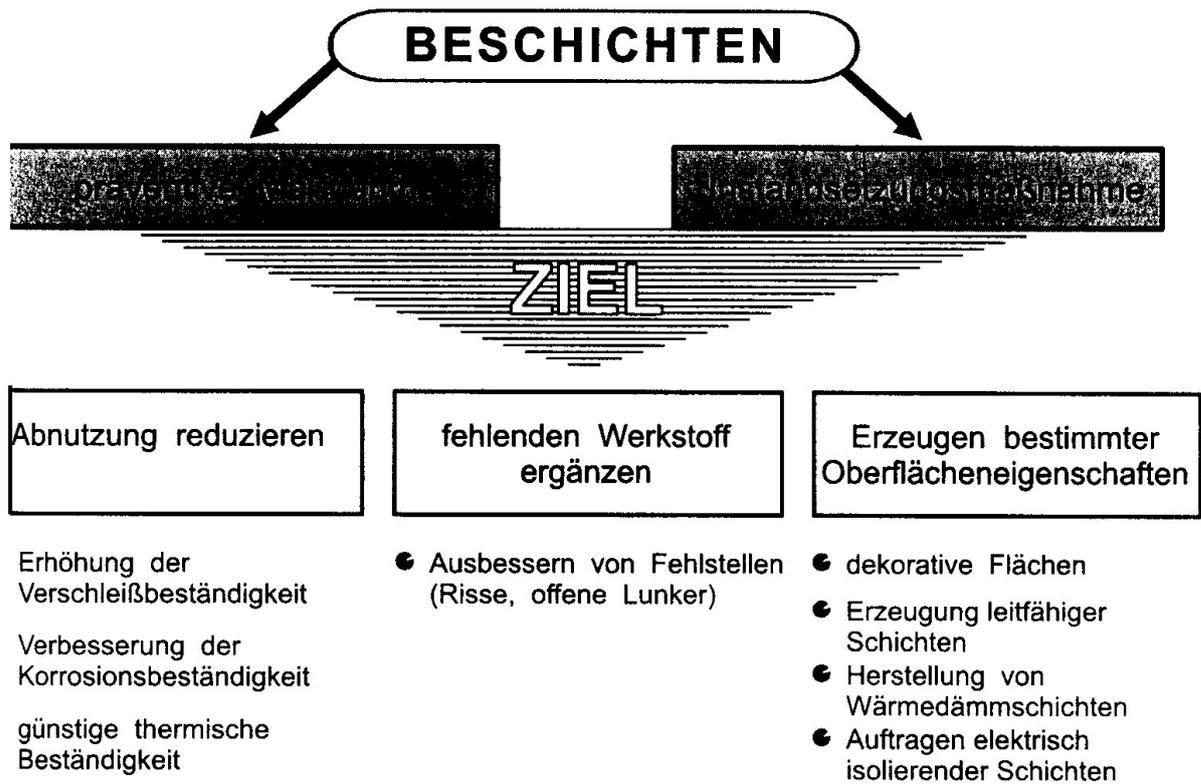


Bild: Zweck des Beschichtens /2/

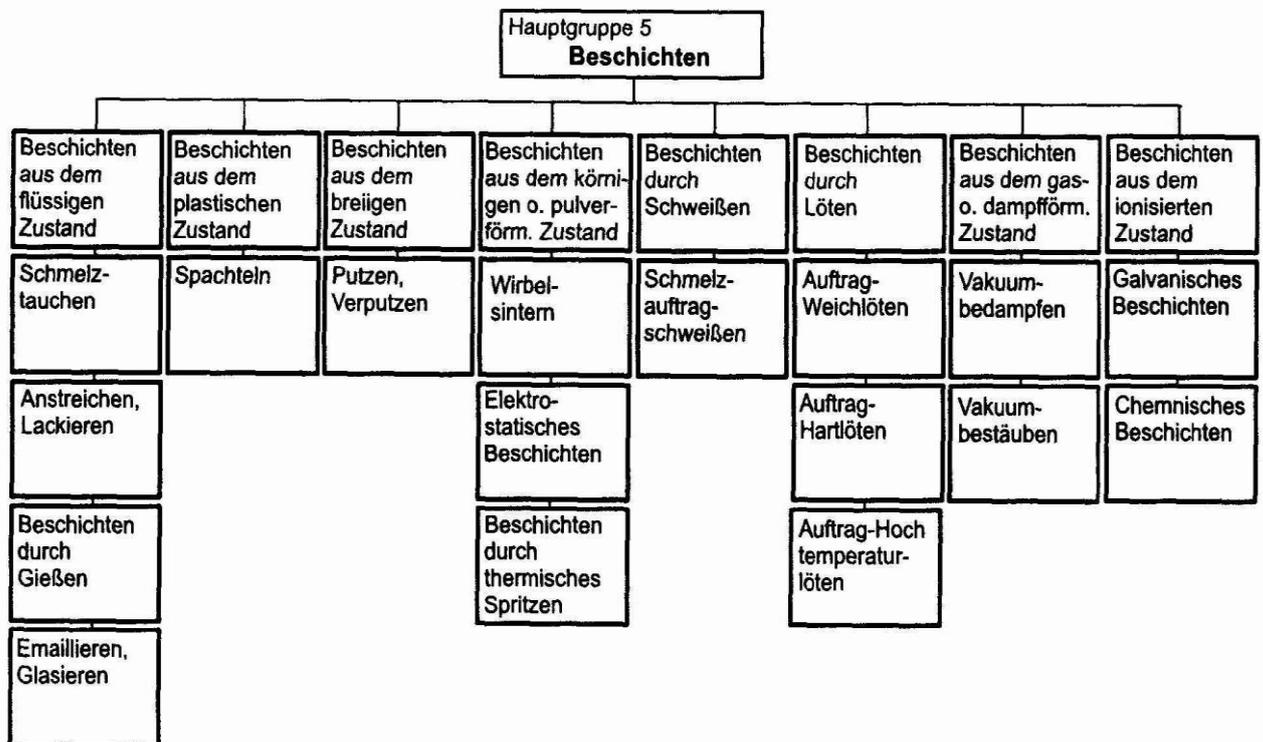


Bild: Einteilung der Hauptgruppe Beschichten nach DIN 8580