

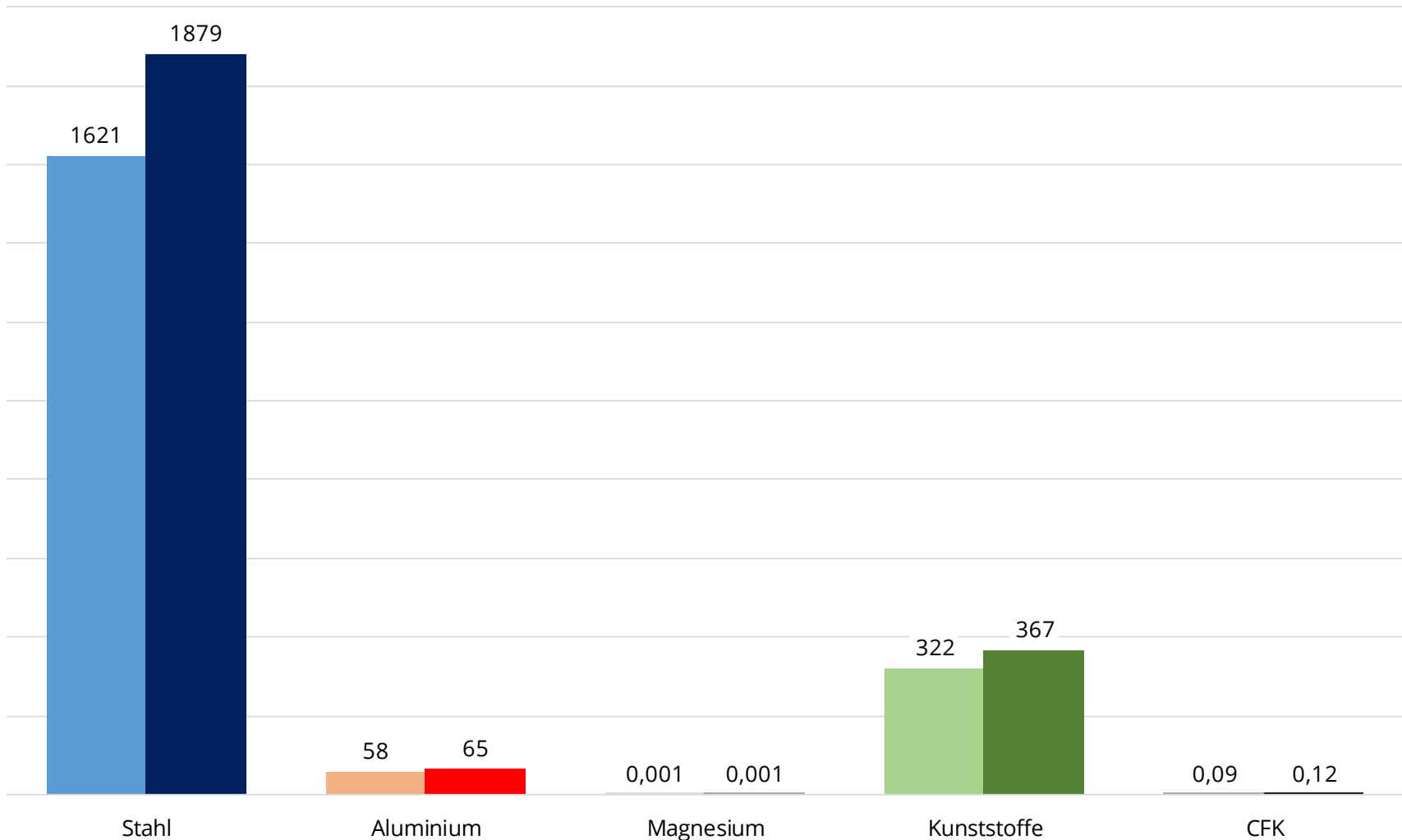
8.2.1. Einführung

- Bedeutung Stahl
- Bezeichnungssystem

8.2.2. Hauptstahlsorten für Tragwerke

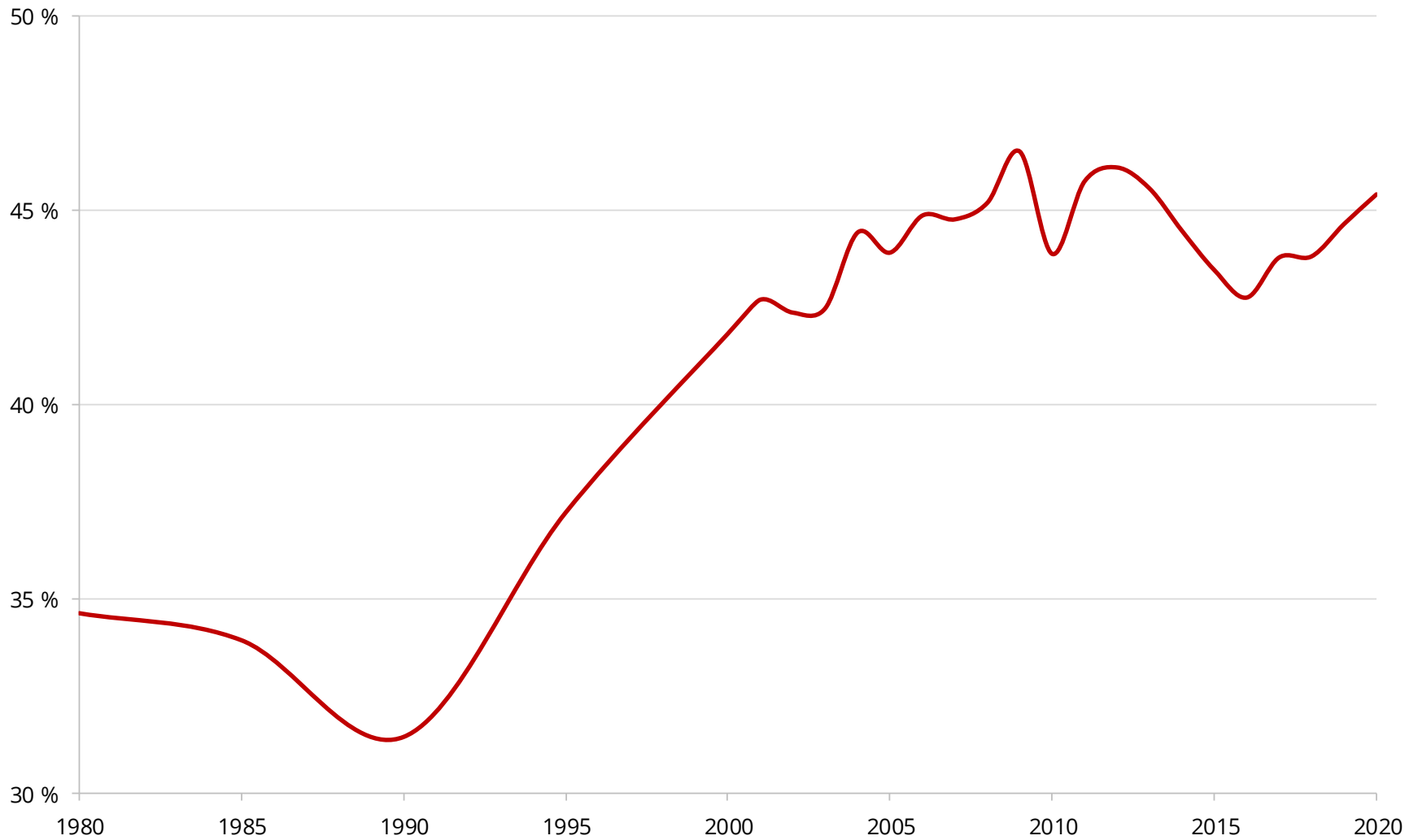
8.2.3. Stahlbauweisen

Welterzeugung 2010 / 2020 (Mio. t/a)



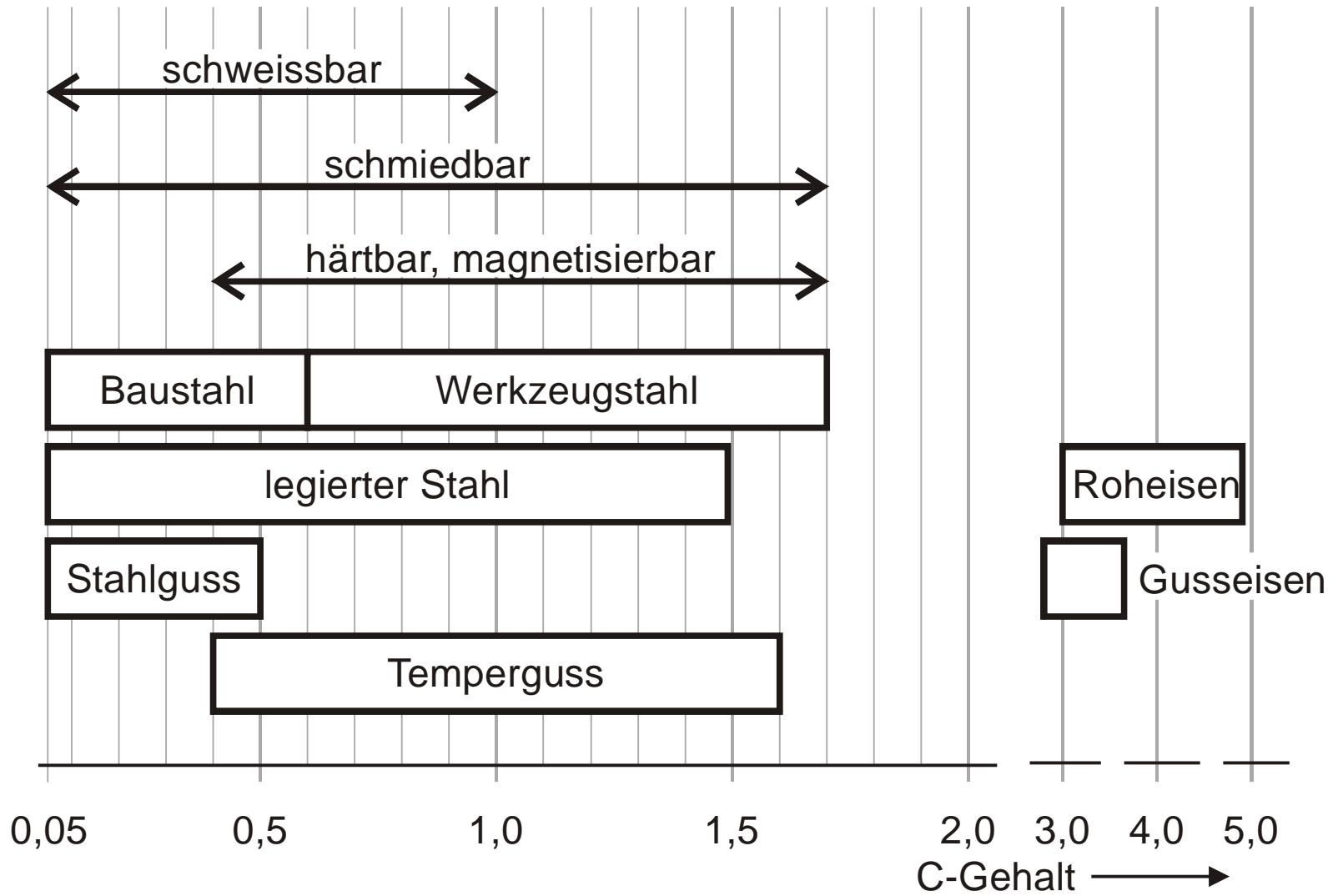
(Quelle: nach <https://de.statista.com>)

Schrottanteil der Gesamtrohstahlerzeugung in Deutschland



(Quelle: nach <https://de.statista.com>)

Folie Einteilung der Eisenmetalle nach dem Kohlenstoffgehalt



DIN 5512-1:
Werkstoffe für Schienen

Teil1: Unlegierte und wetterfeste
Baustähle, warmgewalzt,
Teil 2: Stahlsortenauswahl

zurückgezogen (2016-06)

Stahlsorten	Kurzname nach DIN EN 10027-1 und DIN V 17006-100	Werkstoffnummer nach DIN EN 10027-2
Unlegierte Baustähle nach DIN EN 10025	S235JRG2	1.0038
	S235JRG2Cu ¹⁾	1.0167
	S235JRG2C ²⁾	1.0122
	S235JRG2CuC ¹⁾²⁾	1.0170
	S235J2G3	1.0116
	S235J2G3Cu ¹⁾	1.0166
	S235J2G3C ²⁾	1.0118
	S235J2G3CuC ¹⁾²⁾	1.0171
	S355J2G3	1.0570
	S355J2G3Cu ¹⁾	1.0585
	S355J2G3C ²⁾	1.0569
	S355J2G3CuC ¹⁾²⁾	1.0587
Wetterfeste Baustähle nach DIN EN 10155	S235J2W ³⁾	1.8961
	S355J2G1W ³⁾	1.8963
	S355J2WP	1.8946
<p>¹⁾ Das Cu im Kurznamen bedeutet nach 7.3.2 (zusätzliche Anforderung 4) von DIN EN 10025:1994-03 die Vereinbarung eines Massenanteils an Kupfer von 0.25 % bis 0,40%.</p> <p>²⁾ Bezeichnung mit zusätzlichem Kennbuchstaben C für die Eignung zum Abkanten nach Tabelle 7 von DIN EN 10025:1994-03.</p> <p>³⁾ Bezeichnung mit zusätzlichem Kennbuchstaben C für die Eignung zum Abkanten nach Tabelle 7 von DIN EN 10155:1993-08</p>		

Folie Kennzeichnung der Stähle nach DIN EN 10027-1

H: Hauptsymbol: Kennbuchstabe für Stahlgruppe + Mindeststreckgrenze in N/mm²

X XXX XXXX +XX

Z1 Z2

<i>Kennbuchstabe H</i>	<i>Stahlgruppe</i>
S	Stahl für den allgemeinen Stahlbau
E	Maschinenbaustahl (Kohlenstoffstahl)
G	Stahlguss
P	Stahl für Druckbehälter
R	Stahl für und in Form von Schienen

Z1: Zusatzsymbol für Stähle: z.B. Kerbschlagarbeit u. Prüftemperatur

<i>Kennbuchstabe Z1</i>	<i>Eigenschaft</i>
JR	Kerbschlagarbeit 27 J, gepr. bei 20°C
KO	Kerbschlagarbeit 40 J, gepr. bei 0°C
N	Normalgeglüht
Q	Vergütet
W	Wetterfest

Z2: Zusatzsymbol für Stahlerzeugnisse

<i>Kennbuchstabe Z2</i>	<i>Eigenschaft</i>
+N	Normalgeglüht oder normalisierend umgeformt
+F	Feinkornstahl
+CR	Vergütet
+AT	Lösungsgeglüht

Folie Vergleich Stahlwerkstoffe (I)

	Allgemeiner Baustahl	Hochfester schweißbarer Baustahl – Feinkornbaustahl	Wetterfester Baustahl	Korrosionsbeständiger „nichtrostender“ Stahl
Vorschriften	DIN 5512-...: Werkstoffe für Schienenfahrzeuge – Stähle: (zurückgezogen 2016-06)			
	Teil 1: Unlegierte und wetterfeste Baustähle, warmgewalzt – Auswahlnorm	Teil 4: Feinkornbaustähle – Auswahlnorm	Teil 1: Unlegierte und wetterfeste Baustähle, warmgewalzt – Auswahlnorm	Teil 3: Flacherzeugnisse aus nichtrostenden Stählen – Auswahlnorm
	DIN EN 10025-...: Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen			DIN EN 10088: „Nichtrostende Stähle – Teil 1 ... 5
	Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle	Teil 3: Technische Lieferbedingungen für normalgeglühte/normalisierend gewalzte schweißgeeignete Feinkornbaustähle	Teil 5: Technische Lieferbedingungen für wetterfeste Baustähle	
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ca. 70 % Weltstahlproduktion Un- bzw. niedriglegierter Grund- und Qualitätsstahl C: 0,15 ... 0,50 % Sfz: nach DIN 5512: Desoxidation (beruhigen) vorgeschrieben 	<ul style="list-style-type: none"> Niedriglegierter Grund- und Qualitätsstahl C: 0,16 ... 0,20 % Hochfest = Streckgrenzen bis 460 MPa Feinkorn ← doppeltes Beruhigen mit Si u. Al Grundsätzlich normalgeglüht bzw. normalisierend gewalzt → Symbol „N“ Tieftemperatureinsatz (gute Kaltzähigkeit) → Symbol „L“ 	<ul style="list-style-type: none"> Legierter Grund- und Qualitätsstahl C: ≤ 0,16 % Wetterfest → Symbol „W“: <ul style="list-style-type: none"> Legierung von Cu, Cr, P, Si, Ni <ul style="list-style-type: none"> fest anheftende Schutzschicht erhöhte Beständigkeit gegen atmosphärische Korrosion Verzicht auf Korrosionsschutz möglich (geeignete Bedingungen!) Ausbildung Schutzschicht 1,5 ... 3,5 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> Hochlegierter Edelstahl → Symbol „X“ C: ≤ 0,1 % Korrosionsbeständigkeit: <ul style="list-style-type: none"> Cr-Gehalte > 10,5 % → chromoxidreiche sehr dünne transparente „Passivschicht“ mit Selbstreparaturmechanismus Weitere: z.B. Ni, Mo Einteilung nach Gefügeausbildung in vier Gruppen
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> Gute Festigkeit Gute Zähigkeit Korrosionsanfällig auch unter normalen Umweltbedingungen <ul style="list-style-type: none"> Korrosionsschutzmaßnahmen (Beschichtung, Cu) 	<ul style="list-style-type: none"> Höhere Festigkeit/Zähigkeit <ul style="list-style-type: none"> dünnere Querschnitte (→ Masseinsparung) elastischere Konstruktionen Hohe Verschleißfestigkeit Alterungsunempfindlichkeit (Al) Problem: temperaturinduzierte Versprödung 	<ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften vergleichbar Feinkornbaustahl Korrosionswiderstand: <ul style="list-style-type: none"> 4...6mal normaler Baustahl 2...3mal gekupferter Baustahl Konstruktionsgrundsätze beachten → ungehinderte Bildung/Erneuerung der Oxidschicht ermöglichen 	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Korrosionsbeständigkeit auch gegen aggressive Medien Hohe Dehngrenze, hohe Dehnungswerte Hohe Dauerfestigkeit bei allen Beanspruchungsfällen Hohe Abriebfestigkeit

Folie Mechanische Eigenschaften von unlegierten Baustählen

Tabelle 7 — Mechanische Eigenschaften für Flach- und Langerzeugnisse aus Stahlsorten mit Werten für die Kerbschlagarbeit

Bezeichnung		Mindeststreckgrenze R_{eH} , ^a MPa ^b Nennicken mm										Zugfestigkeit R_m , ^a MPa ^b Nennicken mm				
		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	> 250 $\leq 400^c$	< 3	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250	> 250 $\leq 400^c$	
nach EN 10027-1 und CR 10260	nach EN 10027-2															
S235JR	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	—	360 bis 510	360 bis 510	350 bis 500	340 bis 490	—	
S235J0	1.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	—	360 bis 510	360 bis 510	350 bis 500	340 bis 490	—	
S235J2	1.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165	360 bis 510	360 bis 510	350 bis 500	340 bis 490	330 bis 480	
S275JR	1.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	—	430 bis 580	410 bis 560	400 bis 540	380 bis 540	—	
S275J0	1.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	—	430 bis 580	410 bis 560	400 bis 540	380 bis 540	—	
S275J2	1.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195	430 bis 580	410 bis 560	400 bis 540	380 bis 540	380 bis 540	
S355JR	1.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	—	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	450 bis 600	—	
S355J0	1.0553	355	345	335	325	315	295	285	275	—	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	450 bis 600	—	
S355J2	1.0577	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	450 bis 600	450 bis 600	
S355K2	1.0596	355	345	335	325	315	295	285	275	265	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	450 bis 600	450 bis 600	
S450J0 ^d	1.0590	450	430	410	390	380	380	—	—	—	—	550 bis 720	530 bis 700	—	—	

^a Für Blech, Band und Breitflachstahl in Breiten ≥ 600 mm gilt die Richtung quer (t) zur Walzrichtung. Für alle anderen Erzeugnisse gelten die Werte in Walzrichtung (l).

^b 1 MPa = 1 N/mm².

^c Die Werte gelten für Flacherzeugnisse.

^d Nur für Langerzeugnisse.

(Quelle: DIN EN 10025-2:2005-04)

Folie Mechanische Eigenschaften von Feinkornbaustählen

Tabelle 5 — Mechanische Eigenschaften der normalgeglühten Stähle bei Raumtemperatur

Bezeichnung		Mindeststreckgrenze R_{eH}^a MPa ^b Nennstärke mm								Zugfestigkeit R_m^a MPa ^b Nennstärke mm			Mindestbruchdehnung ^a % $L_0 = 5,65 \sqrt{s_0}$ Nennstärke mm					
		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 200	> 200 ≤ 250	≤ 100	> 100 ≤ 200	> 200 ≤ 250	≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 200	> 200 ≤ 250
nach EN 10027-1 und CR 10260	nach EN 10027-2																	
S275N S275NL	1.0490 1.0491	275	265	255	245	235	225	215	205	370 bis 510	350 bis 480	350 bis 480	24	24	24	23	23	23
S355N S355NL	1.0545 1.0546	355	345	335	325	315	295	285	275	470 bis 630	450 bis 600	450 bis 600	22	22	22	21	21	21
S420N S420NL	1.8902 1.8912	420	400	390	370	360	340	330	320	520 bis 680	500 bis 650	500 bis 650	19	19	19	18	18	18
S460N S460NL	1.8901 1.8903	460	440	430	410	400	380	370	—	550 bis 720	530 bis 700	—	17	17	17	17	17	—

^a Für Blech, Band und Breitflachstahl in Breiten ≥ 600 mm gilt die Richtung quer (t) zur Walzrichtung. Für alle anderen Erzeugnisse gelten die Werte in Walzrichtung (l).

^b 1 MPa = 1 N/mm².

(Quelle: DIN EN 10025-3: 2005-02)

Folie Mechanische Eigenschaften wetterfester Baustähle

Tabelle 4 — Mechanische Eigenschaften für Flach- und Langerzeugnisse aus wetterfesten Baustählen^a

Bezeichnung		Mindeststreckgrenze R_{eH}^a						Zugfestigkeit R_m^a			Probenlage ^a	Mindestbruchdehnung ^a						
		MPa ^b						MPa ^b				%						
nach EN 10027-1 und CR 10260	nach EN 10027-2	Nenn Dicke						Nenn Dicke			$L_0 = 80$ mm			$L_0 = 5,65 \sqrt{S_0}$				
		mm						mm			Nenn Dicke			mm				
		≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 80	> 80 ≤ 100	> 100 ≤ 150	< 3	≥ 3 ≤ 100	≥ 100 ≤ 150		$> 1,5$ ≤ 2	> 2 $\leq 2,5$	$> 2,5$ < 3	≥ 3 ≤ 40	> 40 ≤ 63	> 63 ≤ 100	> 100 ≤ 150
S235J0W	1.8958	235	225	215	215	215	195	360 bis 510	360 bis 510	350 bis 500	l	19	20	21	26	25	24	22
S235J2W	1.8961	235	225	215	215	215	195	360 bis 510	360 bis 510	350 bis 500	t	17	18	19	24	23	22	22
S355J0WP	1.8945	355	345 ^c	—	—	—	—	510 bis 680	470 bis 630 ^c	—	l	16	17	18	22 ^c	—	—	—
S355J2WP	1.8946	355	345 ^c	—	—	—	—	510 bis 680	470 bis 630 ^c	—	t	14	15	16	20	—	—	—
S355J0W	1.8959	355	345	335	325	315	295	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	l	16	17	18	22	21	20	18
S355J2W	1.8965	355	345	335	325	315	295	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	t	14	15	16	20	19	18	18
S355K2W	1.8967	355	345	335	325	315	295	510 bis 680	470 bis 630	450 bis 600	t	14	15	16	20	19	18	18

^a Für Blech, Band und Breitflachstahl in Breiten ≥ 600 mm gilt die Richtung quer (t) zur Walzrichtung. Für alle anderen Erzeugnisse gelten die Werte in Walzrichtung (l).

^b 1 MPa = 1 N/mm².

^c — für Flacherzeugnisse gültig bis 12 mm.
— für Langerzeugnisse gültig bis 40 mm.

Stähle in DIN 5512-1, Tabelle 2

(Quelle: DIN EN 10025-5: 2005-02)

Folie Mechanische Eigenschaften korrosionsbeständiger Edelstähle

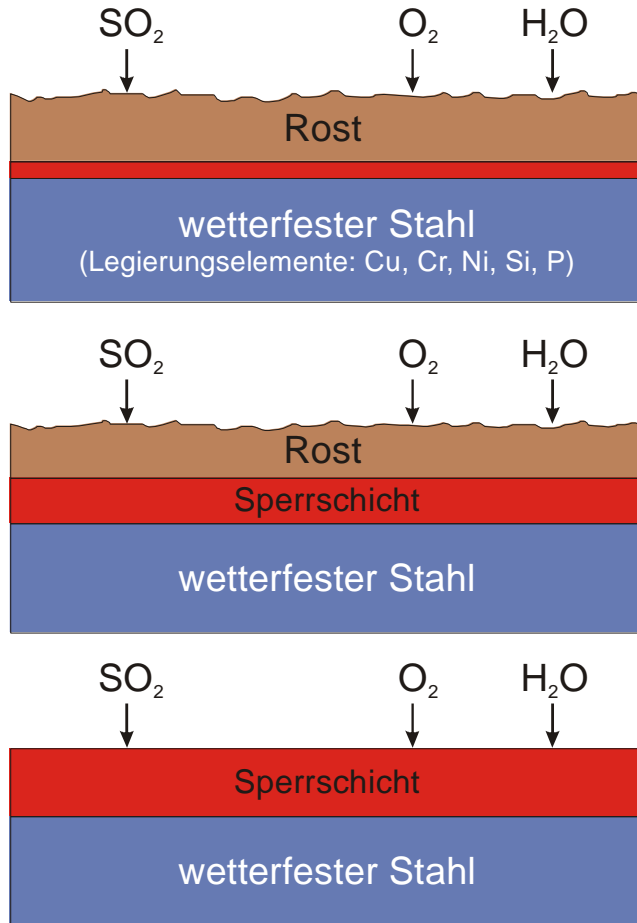
Table 10 — Mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur für die ferritischen Stähle im geglähten Zustand^a (siehe Tabelle A.3) sowie Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion in den Ausführungsarten 1C, 1E, 1D, 1X, 1G und 2D

Stahlbezeichnung		Dicke <i>t</i> oder Durchmesser ^b <i>d</i> mm max.	Härte ^c HBW max.	0,2 %- Dehngrenze ^d <i>R</i> _{p0,2} (MPa*) min.	Zugfestig- keit ^d <i>R</i> _m (MPa*)	Bruch- dehnung ^d <i>A</i> % min. (längs.)	Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion ^e	
Kurzname	Werkstoffnummer						im Lieferzustand	im geschweißten Zustand
Standardgüten								
X2CrNi12	1.4003	100	200	260	450 bis 600	20	nein	nein
X6Cr13	1.4000	25	200	230	400 bis 630	20	nein	nein
X6Cr17	1.4016	100	200	240	400 bis 630	20	ja	nein
X6CrMoS17	1.4105	100	200	250	430 bis 630	20	nein	nein
X6CrMo17-1	1.4113	100	200	280	440 bis 660	18	ja	nein
Sondergüten								
X2CrTi17	1.4520	50	200	200	420 bis 620	20	ja	ja
X3CrNb17	1.4511	50	200	200	420 bis 620	20	ja	ja
X2CrTiNb18	1.4509	50	200	200	420 bis 620	18	ja	ja
X2CrTi21	1.4611	8	200	250	430 bis 630	18	ja	ja
X2CrNbCu21	1.4621	50	200	240	420 bis 640	20	ja	ja
X2CrTi24	1.4613	8	200	250	430 bis 630	18	ja	ja
X6CrMoNb17-1	1.4526	50	200	300	480 bis 680	15	ja	ja
X2CrMoTiS18-2	1.4523	100	200	280	430 bis 600	15	ja	nein
Für größere Abmessungen müssen die mechanischen Eigenschaften bei der Bestellung vereinbart werden.								
<p>^a Das Glühen kann entfallen, falls die Bedingungen für das Warmumformen und abschließende Abkühlen so sind, dass die Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften des Erzeugnisses und die in EN ISO 3651-2 definierte Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion eingehalten werden.</p> <p>^b Für Sechskantstäbe die Schlüsselweit.</p> <p>^c Nur zur Information.</p> <p>^d Für Walzdraht gelten nur die Zugfestigkeitswerte.</p> <p>^e Bei Prüfung nach EN ISO 3651-2.</p> <p>*) 1MPa = 1 N/mm².</p>								

(Quelle: DIN EN 10088-3:2014-12)

Folie Sperrschicht wetterfester Baustahl

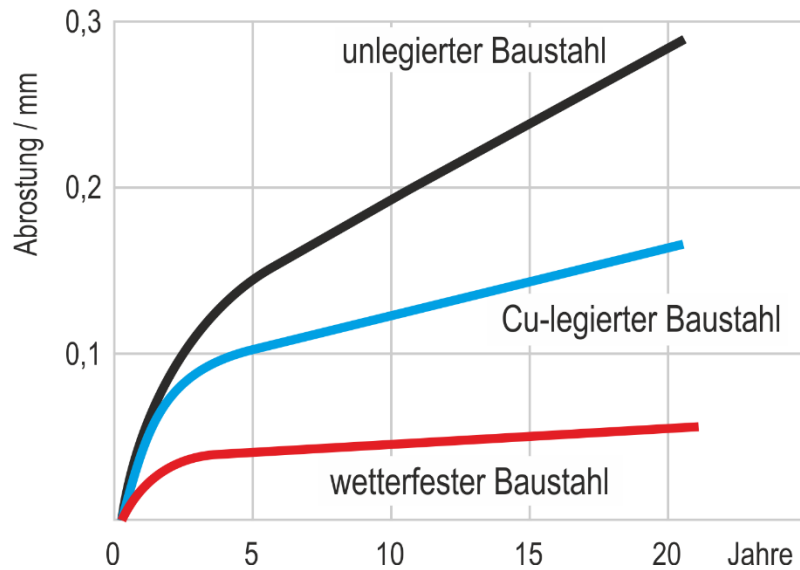
Prinzip der Bildung der Sperrschicht



(Quelle: nach SSAB Swedish Steel GmbH)

Folie Korrosionsgeschwindigkeit Baustahl

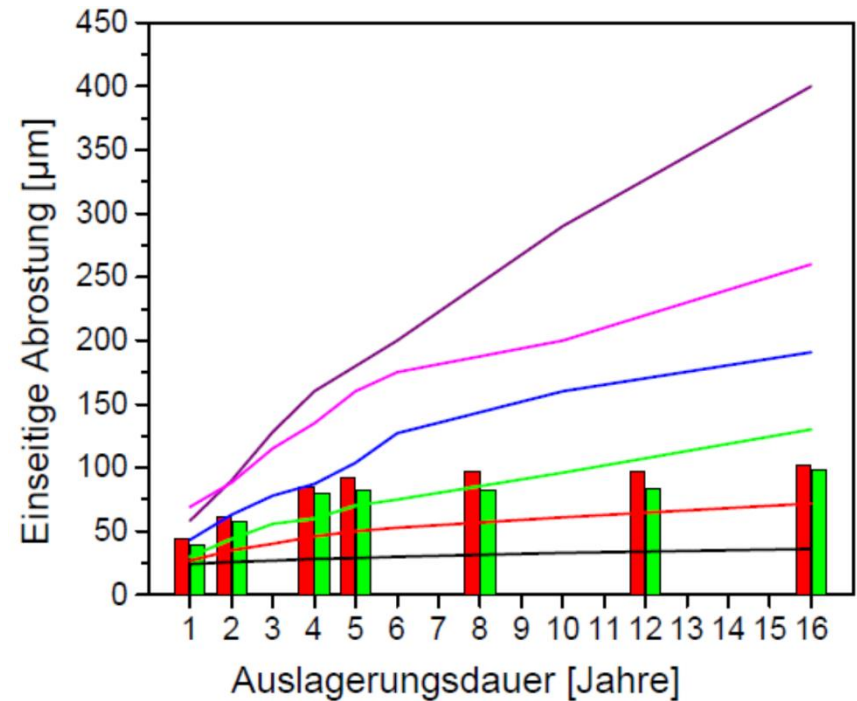
Korrosionsgeschwindigkeit Baustähle in schwefelhaltiger Umgebung



Korrosionsgeschwindigkeit wetterfester Baustahl

L-, S-, I-: Land-, Stadt-, Industrielatmosphäre

SXX, NXX: Probenausrichtung + Neigungswinkel in Grad



Vergleich nach DAST 007

— South Bend, L-S30

— Olpe, L-S45

— Cuxhaven, S-S45

— Oberhausen, I-N90

— Herford, im Spritzwasserbereich einer Brücke

Versuche DH-GTS, Dillingen, I-S45

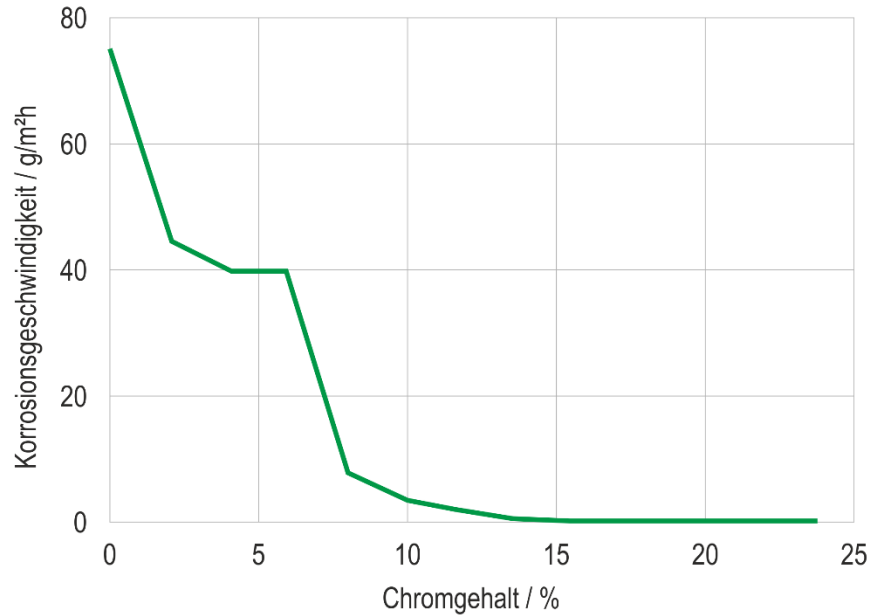
■ S235JRW

■ S355J2G1W

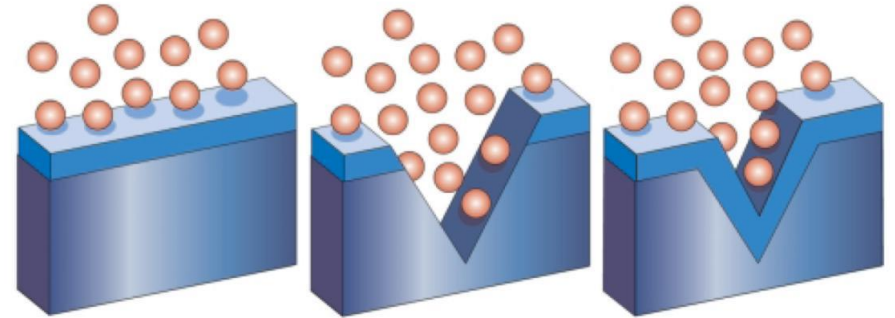
(Quelle: nach SSAB Swedish Steel GmbH, Dillinger Hütte GTS)

Folie Korrosionsgeschwindigkeit und Selbstschutz korrosionsbeständiger Stähle

Korrosionsgeschwindigkeit in
Abhängigkeit vom Chromgehalt

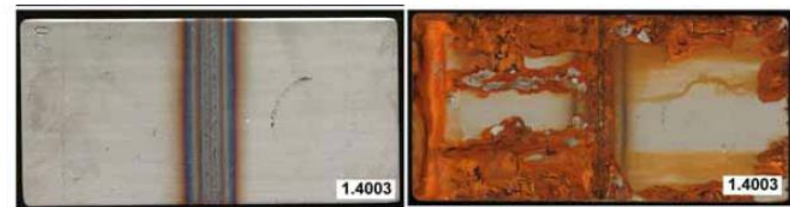


Selbstschutzmechanismus nichtrostender Stähle
unter Einfluss von Sauerstoff und Wasser

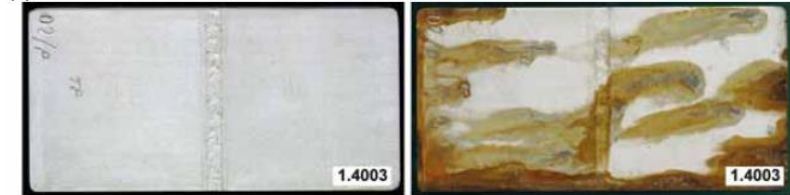


(Quelle: nach Informationsstelle Edelstahl Rostfrei)

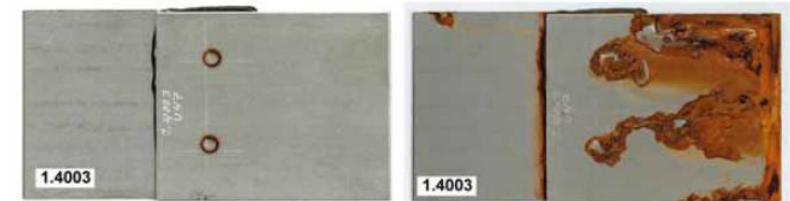
Folie Lokale Korrosion/Verfärbung



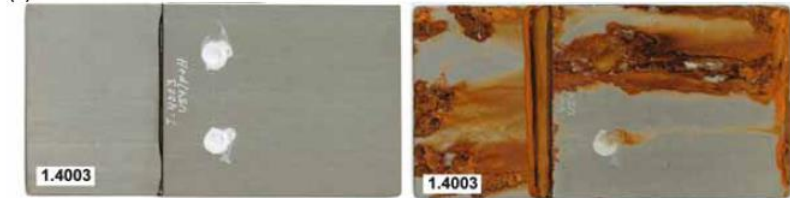
(a)



(b)



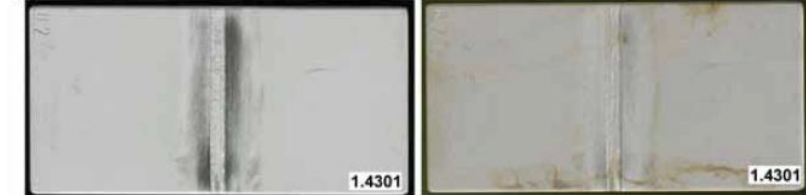
(c)



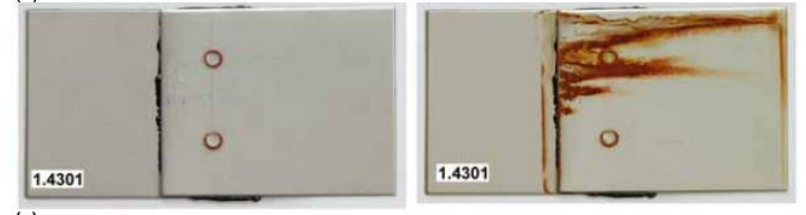
(d)



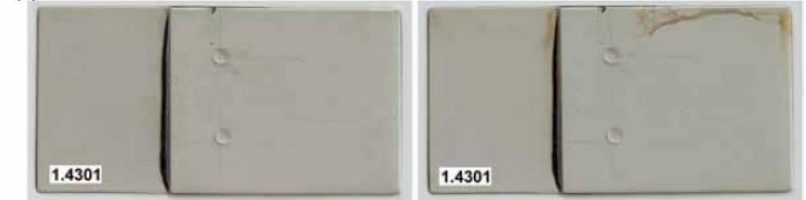
(a)



(b)



(c)



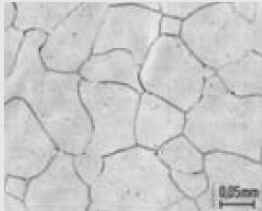

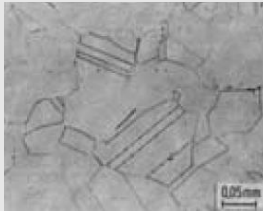
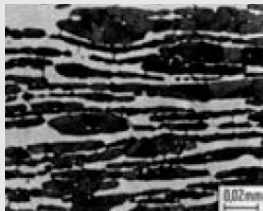
(d)

Lokale Korrosion/Verfärbung vor (jew. links) + nach (jew. rechts) 500-h-Spray-Test mit CaCl_2 (20°C)

- a) Plasma-Pulver-Schweißen, nicht nachbehandelt
- b) Plasma-Pulver-Schweißen, Nachbehandlung Beizen
- c) Punktschweißen + Kleben, nicht nachbehandelt
- d) Punktschweißen + Kleben, Nachbehandlung Beizen

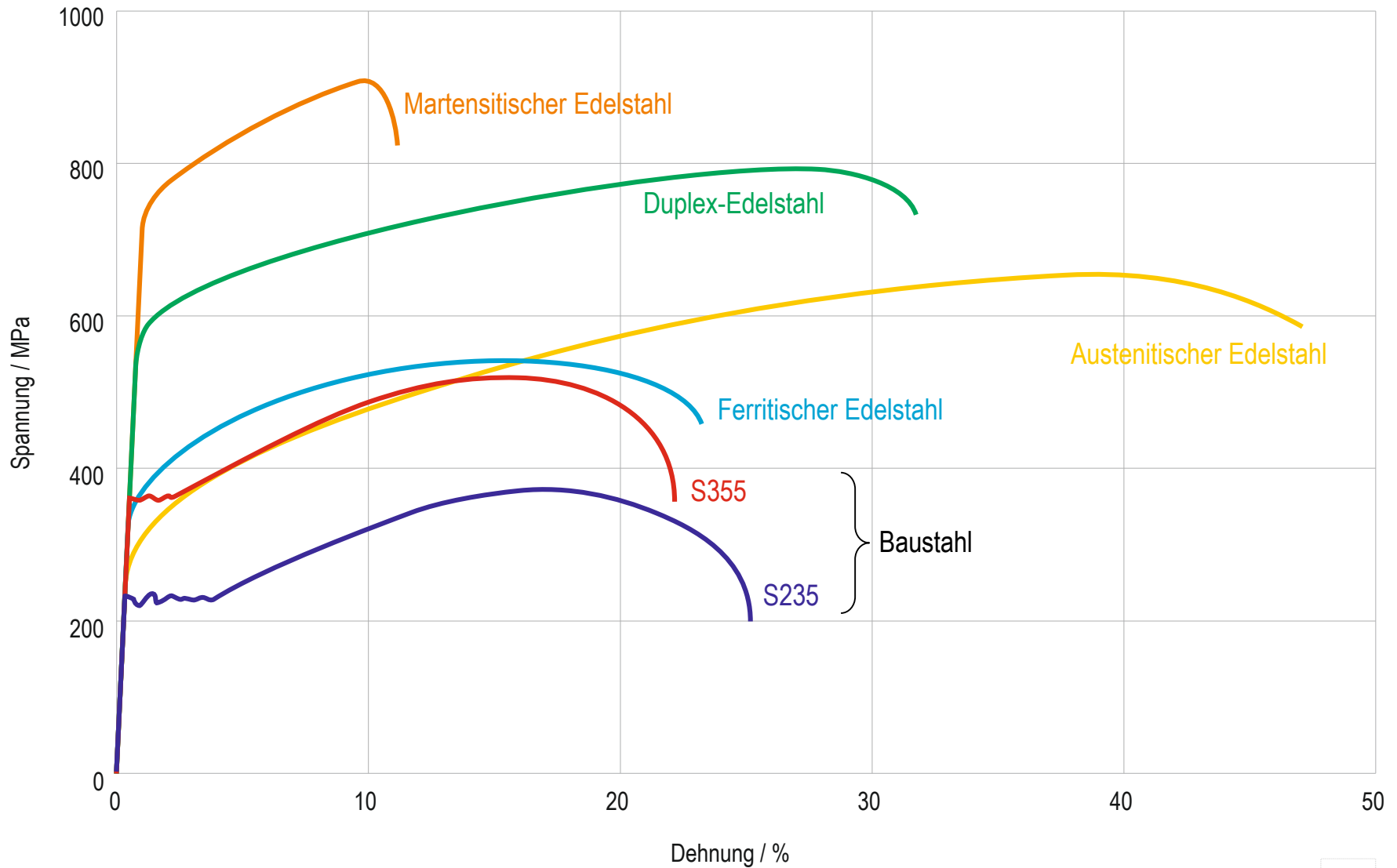
(Quelle: INSAPTRANS)

Folie Typische Gefügeausbildung bei nichtrostenden Stahlsorten

Gefüge	ferritisch	martensitisch	austenitisch	austenitisch-ferritisch
C-Gehalt	ca. 0,07 %	≤ 0,1 %	≤ 0,07 %	≤ 0,07 %
Cr-Gehalt	11 % - 17 %	12 % - 18 %	≥ 18 %	≥ 18 %
Ni-Gehalt	≤ 1 %	≤ 6 %	≥ 8 %	≥ 8 %
Korrosionsbeständigkeit	gut bis sehr gut	gering bis gut	sehr gut	sehr gut
Festigkeit	gut	hoch	hoch	sehr hoch
Schweißbarkeit	gering bis gut	nicht bis gut	gut bis sehr gut	gering bis sehr gut
Bemerkungen	<ul style="list-style-type: none"> – nicht für Schwing-/Schlagbeanspruchung geeignet – magnetisch 	<ul style="list-style-type: none"> – hohe Verschleißfestigkeit (Schiffspropeller, Rasierklingen ...) – magnetisch 	<ul style="list-style-type: none"> – nicht härtbar – hohe Kaltverfestigungsneigung – problematische Spanbarkeit – größter Anwendungsbereich – nicht magnetisch 	<ul style="list-style-type: none"> – Kombination der besten Eigenschaften ferritisch + austenitisch – für dynamisch hoch belastete Strukturen (Einlassventile, ...)
Bsp.	 <p>X3CrNb17 (1.4511)</p>	 <p>X3CrNiMo13-4 (1.4313)</p>	 <p>X5CrNi18-10 (1.4301)</p>	 <p>X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462)</p>
Sfz-Tragwerke	1.4003 (X2CrNi12/X2Cr11)		1.4301 (X5CrNi18-10) 1.4318 (X2CrNi18-7)	

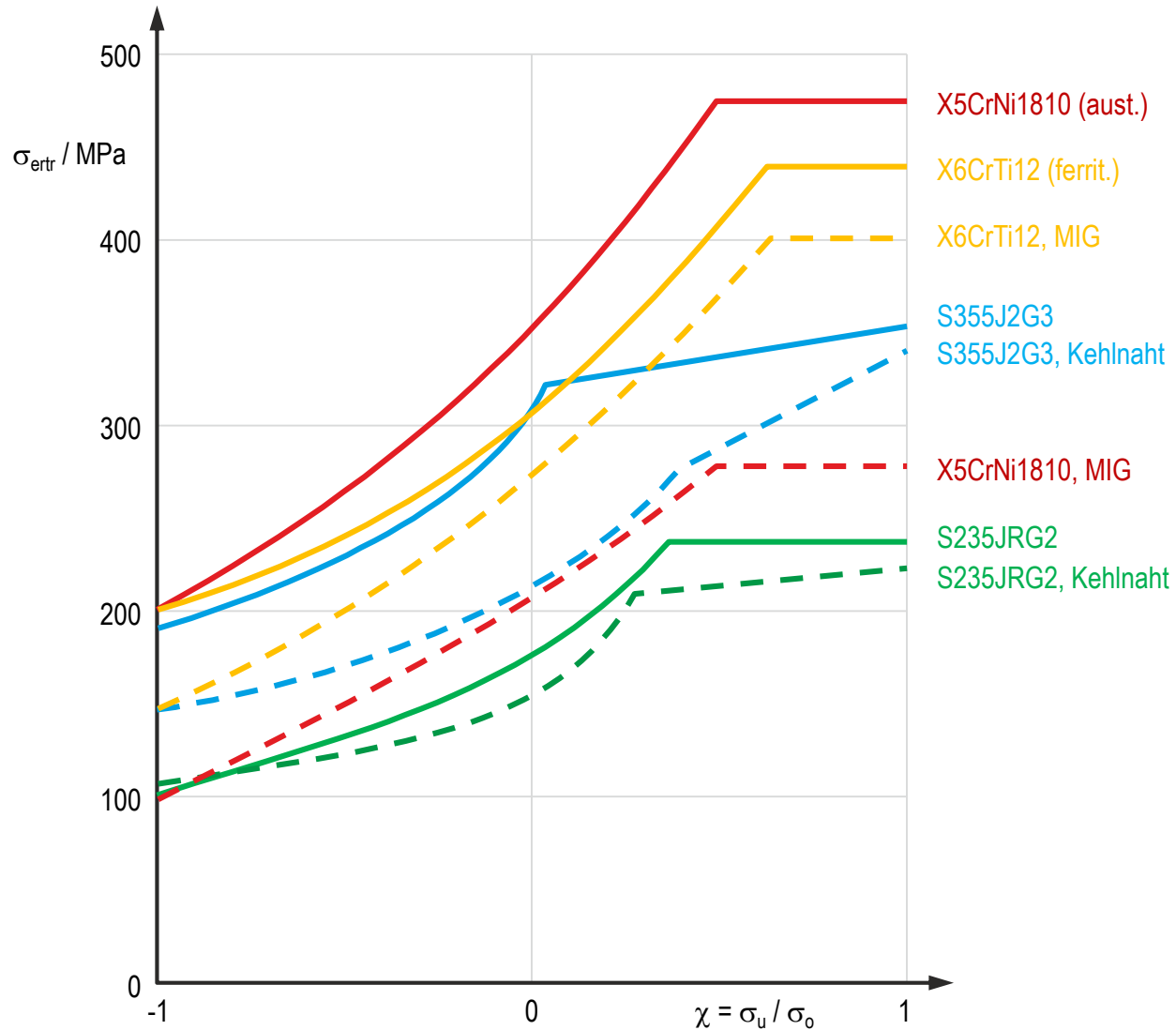
(Quelle: nach Informationsstelle Edelstahl Rostfrei, Merkblatt 821 / 914)

Folie Spannungs-Dehnungs-Diagramm Stahl



(Quelle: nach INSAPTRANS)

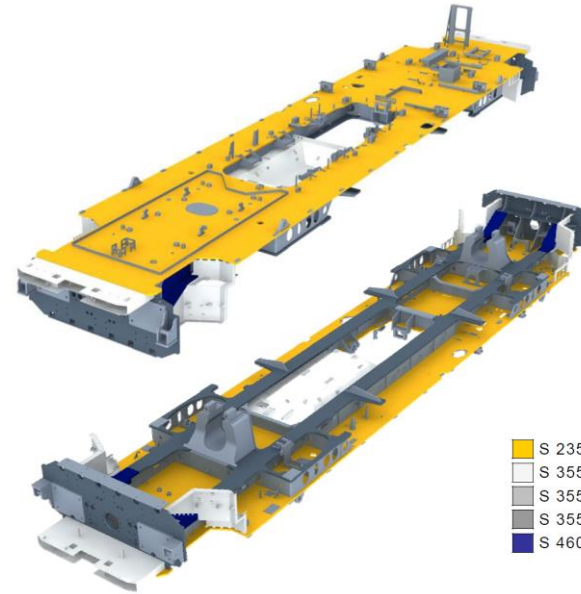
Folie Vergleich unlegierter – hochlegierter Stahl – MKJ-Diagramm



Folie Vergleich Stahlwerkstoffe (II)

	Allgemeiner Baustahl	Hochfester schweißbarer Baustahl – Feinkornbaustahl	Wetterfester Baustahl	Korrosionsbeständiger „nichtrostender“ Stahl
Verarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitbarkeit abhängig von Gehalt an nichtmetallischen Verunreinigungen • <u>Nicht</u> uneingeschränkt schweißbar (CEV) 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Kraftbedarf bei Umformung, größere Biegeradien • Gute Schweißleistung, bei höheren Festigkeit (>360 MPa) und Bauteildicken ggf. vorwärmen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gute Schweißbarkeit, aber wetterfestes Schweißgut verwenden • Besondere Vorsichtsmaßnahmen beim Schweißen und Abkanten der WP-Stahlsorten mit hohem Phosphorgehalt 	<ul style="list-style-type: none"> • Beste Verarbeitbarkeit • Schweißbarkeit (außer martensitische bei üblichen Schmelz- und Widerstandsschweißverfahren gegeben (Autogenschweißen ungünstig!) <ul style="list-style-type: none"> ○ Geeignete Schweißzusätze ○ Optimierte Schweißtechniken ○ Sorgfältige Nachnachbearbeitung (Anlauffarben!)
Anwendung	In allen Bereichen	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung günstig bei zug- und biegebeanspruchten Bauteilen ohne Stabilitätsnachweis • Fahrzeuge ← Masseinsparung • Bsp.: <ul style="list-style-type: none"> ○ IORE-Doppellokomotiven LKAB (Schweden) Wagenkasten aus S355 NL ○ Hochbelastete Rahmenbereiche Voith Gravita 	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung dort, wo: <ul style="list-style-type: none"> ○ äußeres Erscheinungsbild nicht leidet → dunkelbraun-violette genarbte Oberfläche ○ Eigenschaften den wesentlich teureren rostfreien Edelstahl ersetzen können • Bsp.: <ul style="list-style-type: none"> ○ Offene Gwg, Funkenschutzbleche Dachbleche ○ Reisezugwagen: Fußboden-Sickenbleche 	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung wegen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Korrosionsbeständigkeit ○ Günstiger Festigkeitseigenschaften • Bsp.: <ul style="list-style-type: none"> ○ Beblechung „Silberlinge“ (1961 ... 1980: 7000 Stck.) ○ ICE1/2-Triebkopf: Beblechung 1.4301 ○ BT Elektrischer Triebzug CONTESSA (Öresund-Querung): Kompletter Wagenkasten, hauptsächlich gepunktet, unlackiert
Typische Vertreter	S235: <ul style="list-style-type: none"> • Gut schweißbar • Hohes plastisches Formänderungsvermögen • Gutmütig bei dyn. Belastung 	Nach DIN 5512-4 für „fahrzeugbaulichen Teil der Schienenfahrzeuge“ als „schweißgeeignete Feinkornbaustähle ... in Frage kommend“: S275N, S275NL, S355N, S355NL	S235..W, S355...W, S355...WP	<ul style="list-style-type: none"> • 1.4003 = X2CrNi12 o. X2Cr11 → Ferrit. nichtrostender Stahl • 1.4301 = X5CrNi18-10 → Austenit. nichtrostender Stahl • 1.4318 = X2CrNi18-7 → Austenit. nichtrostender Stahl

Folie Anwendung von Feinkorn- und wetterfesten Baustählen



Rahmen Voith Gravita
(S235NL, S235J2C+N,
S355NL, S355J2C+N,
S460NL)

- S 235 (30 mm)
- S 355 (3 - 6 mm)
- S 355 (10 - 30 mm)
- S 355 (40 mm)
- S 460 (20 - 40 mm)

Trams

High-strength SSAB Weathering steel can replace basic stainless steel grades such as 1.4003 as it is more cost-effective and easier to weld and bend.



Freight wagons

Wagons with high-strength and weather-resistant steel take more payload, have good dent resistance and low maintenance costs as there is no need to paint.



(Quelle: Exkursion 2016; Diplomarbeit Keilau 2011; Produktbroschüre SSAB 2018)

Folie Anwendung korrosionsbeständiger Stähle im Schienenfahrzeugbau



„Silberling“



CityRail Intercity (Sydney)



X2000 SJ

(Quelle: Wikipedia 2011, Kache)

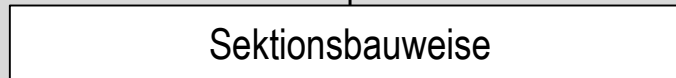
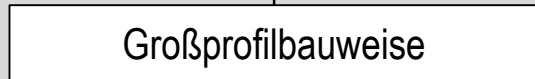
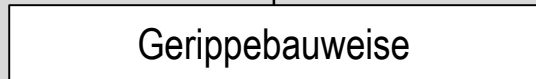
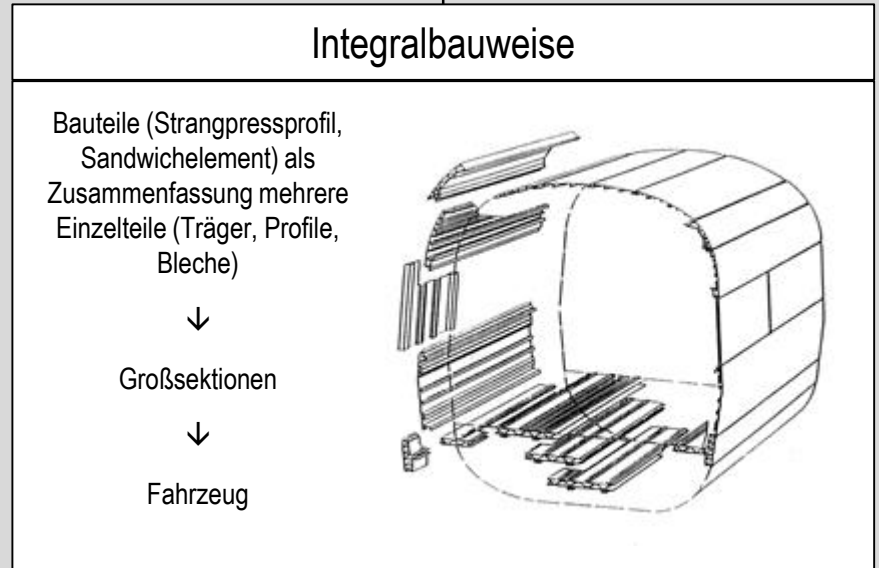
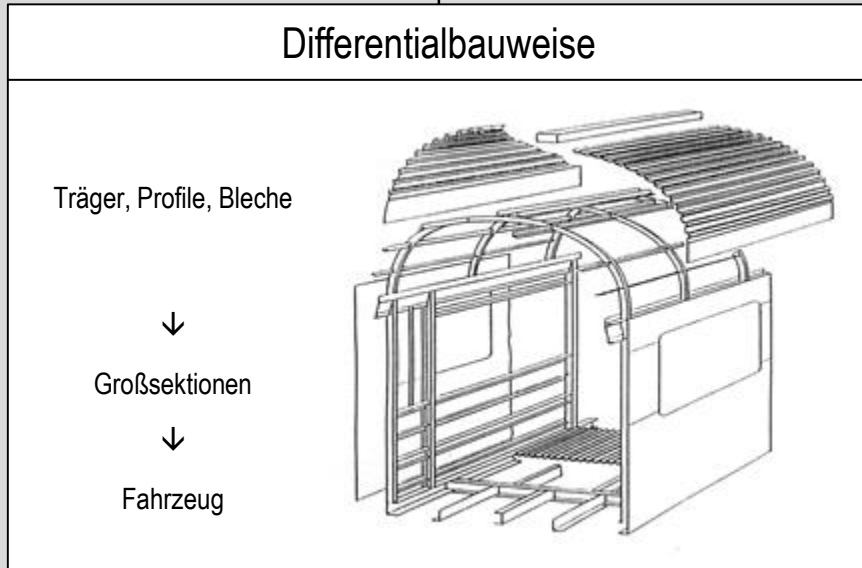
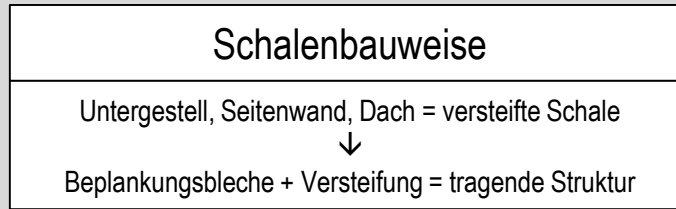
Folie Stähle im Schienenfahrzeugbau



(Quelle: nach Cabos: Werkstoffe für Schienenfahrzeuge ETR (1992)11)

Folie Differential- und Integralbauweise

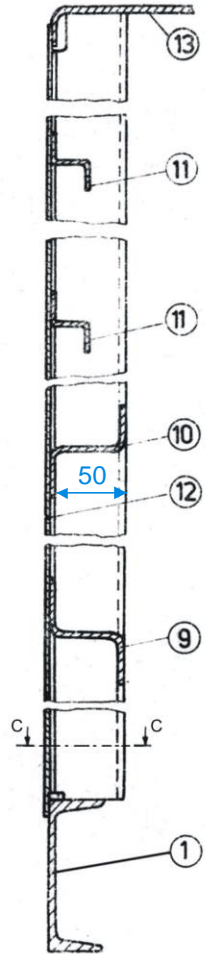
Konstruktion



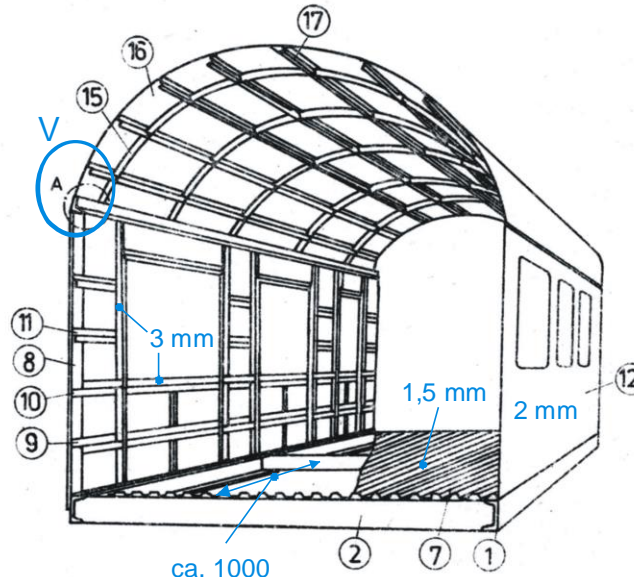
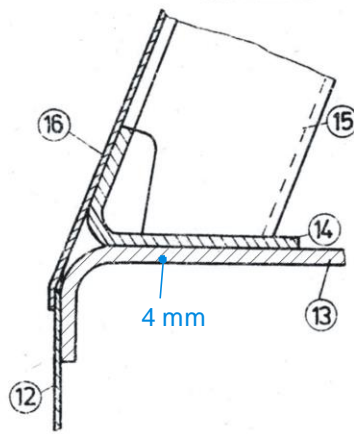
Herstellung

Folie Selbsttragender Reisezugwagenkasten in Differentialbauweise

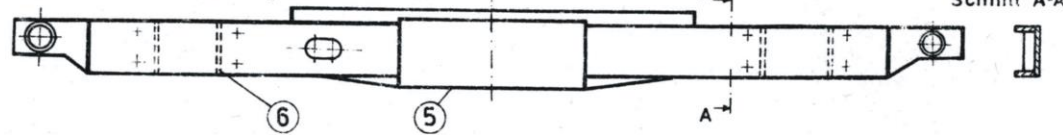
Seitenwandsäule



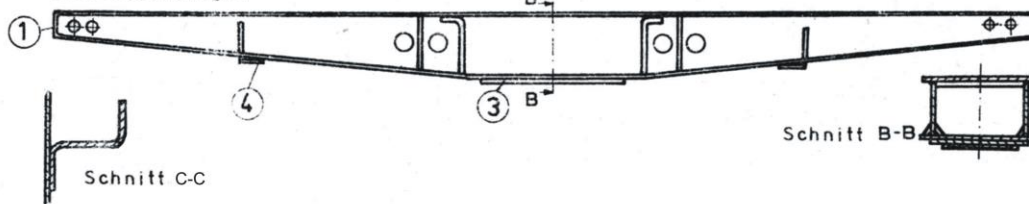
Einzelheit A



Kopfstück (Pufferträger)

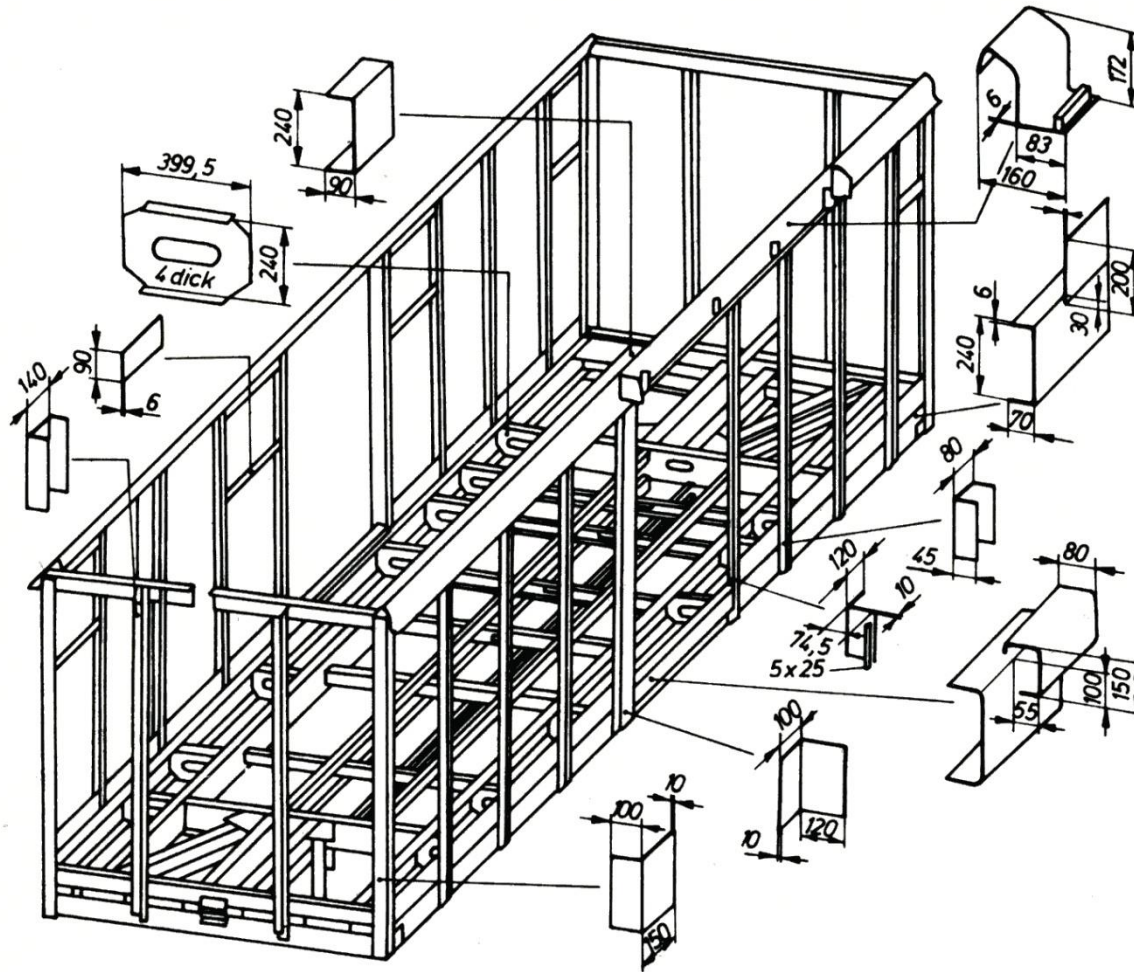


Hauptquerträger

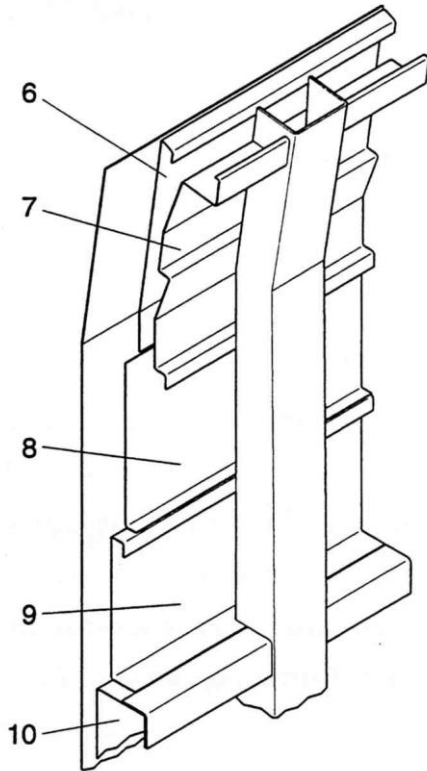


- 1 seitliche Langträger
- 2 Querträger
- 3 Gurtplatte für Drehzapfen bzw. Drehpfannenoberteil
- 4 seitliche Abstützung
- 5 Stoßrosette
- 6 Rippen (Versteifungen an Pufferbefestigungen)
- 7 Sickenblech
- 8 Seitenwandsäule
- 9 Beulversteifung (Riegel)
- 10 Brüstungsleiste
- 11 Beulversteifung
- 12 Seitenwandblech
- 13 Seitenwandobergurt
- 14 Dachgurt
- 15 Spiegel
- 16 Dachblech
- 17 Pfette
- V Voute
- 13+14 = Seitenwandoberrahmen

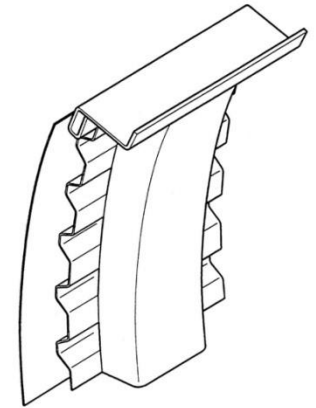
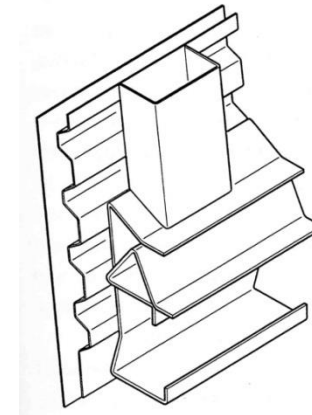
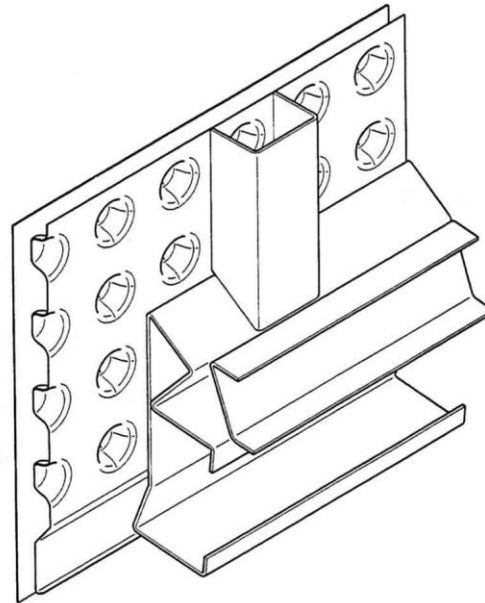
Folie Kastengerippe gedeckter Güterwagen



(Quelle: Reisezug- und Güterwagen, transpress Verlag)

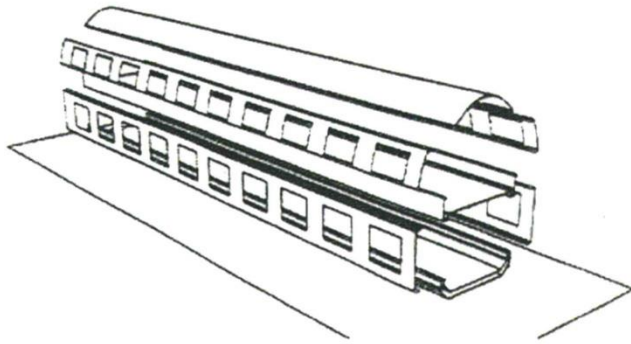
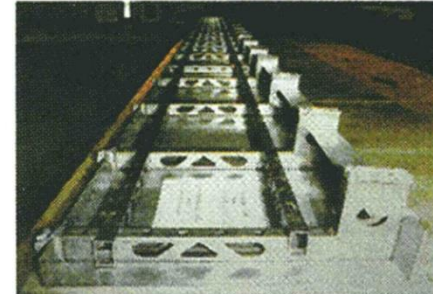
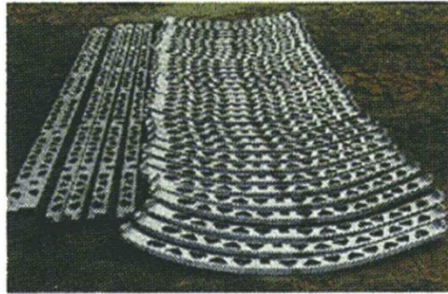
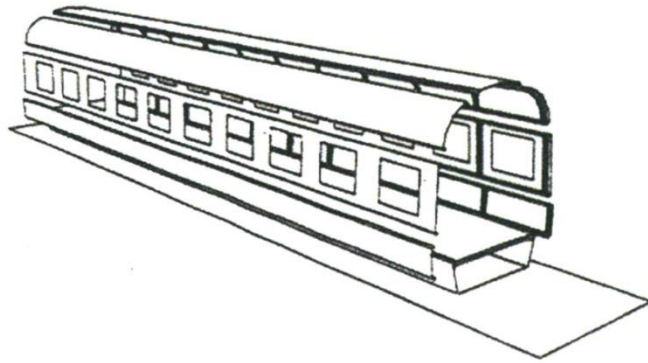


Prinzip Stahl-Integralbauweise
6 ... 10 = Einzelprofile



Verbundbauweise mit Flächentragwerken
(Höckerplattenvariante, Trapezblechvarianten)

Folie Modulare Hybridbauweise



Metro Delhi (BT Görlitz)

(Quelle: Altenburg ZEV+DET Glas. Ann. 123(1999)11/12; www.mdr.de)