

# Innovativer Einsatz von Stählen

Andreas Kölsch – Campus Freising, 03.07.2014

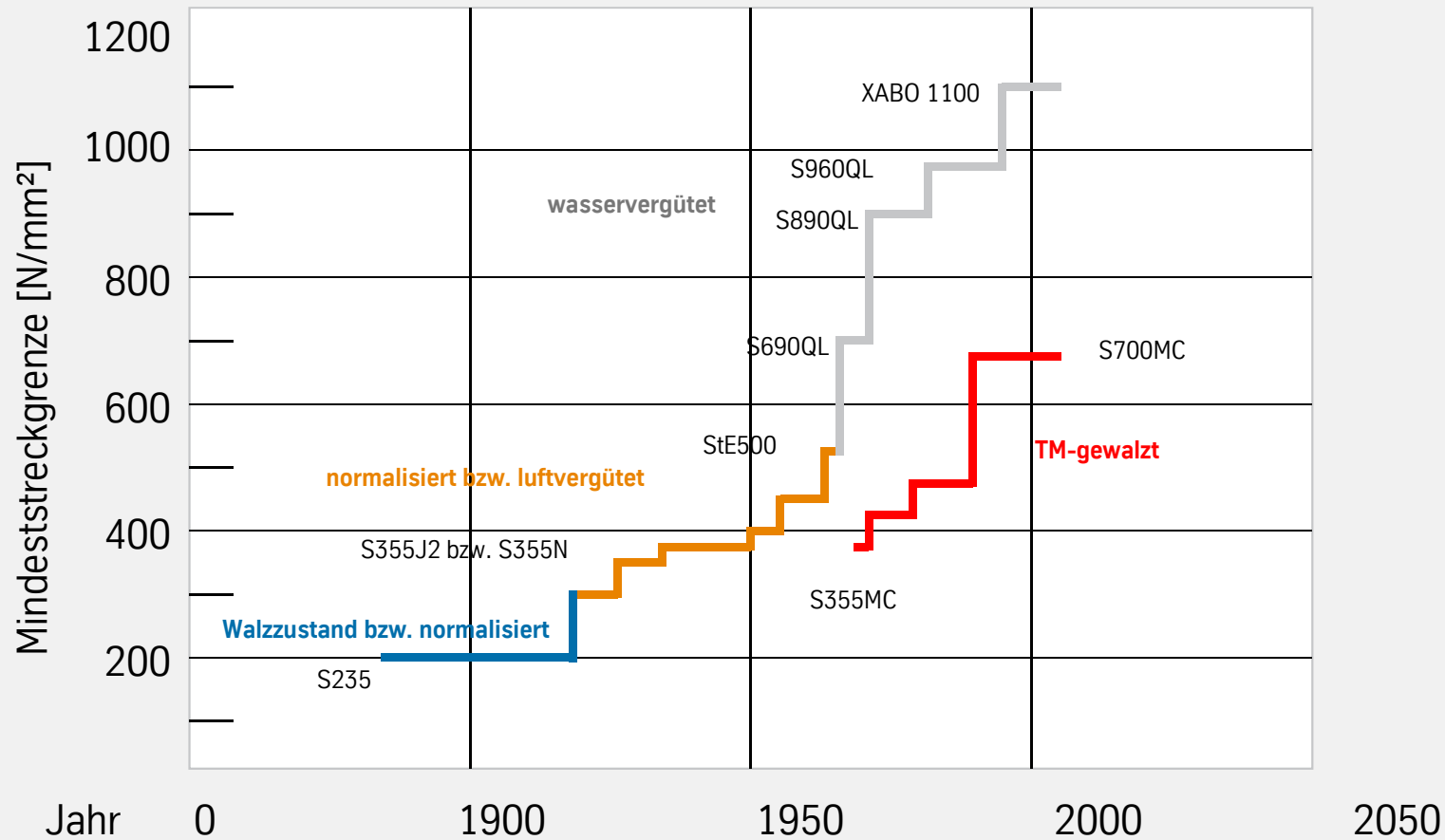
ThyssenKrupp  
Materials International



ThyssenKrupp

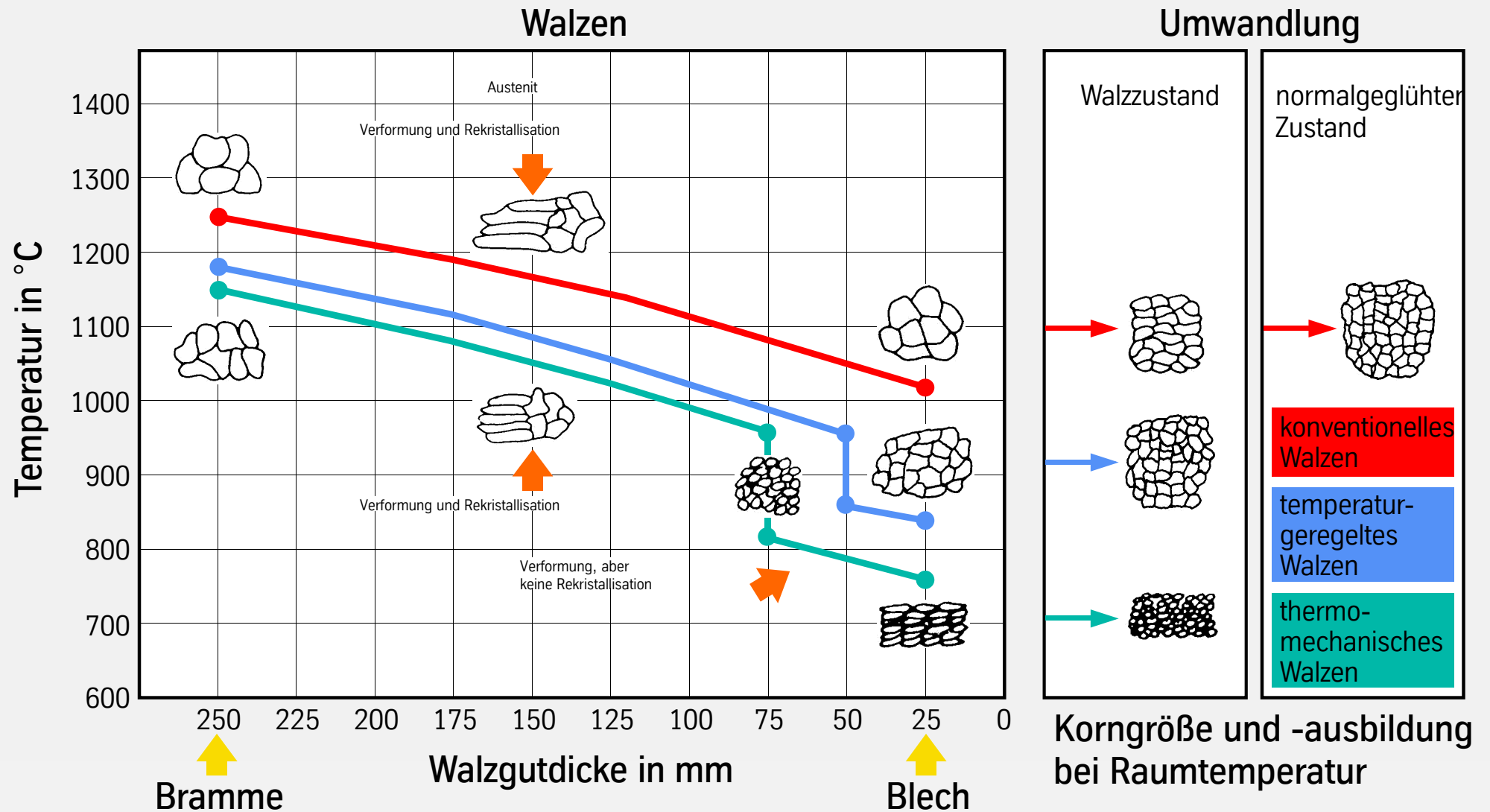
# Herstellung

## Entwicklung schweißbarer Baustähle in Deutschland



# Herstellung

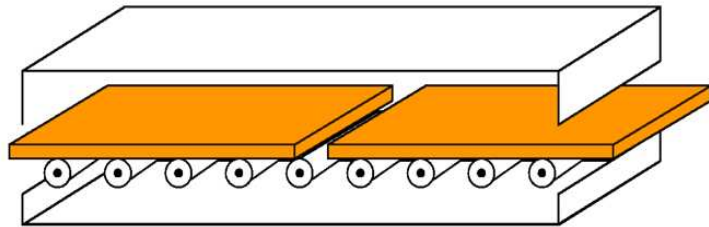
## Änderung der Korngröße während verschiedener Walzverfahren



# Herstellung Wasservergüten von Stahlblechen

## Austenitisieren

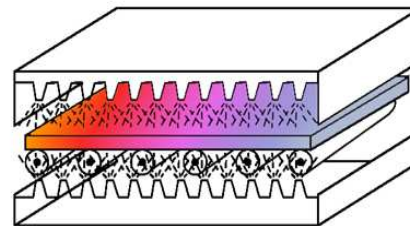
~ 920 °C



Rollenherd-Durchlaufofen

## Härten

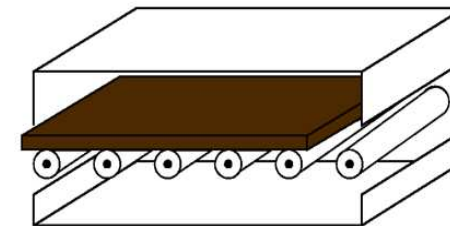
Abkühlgeschwindigkeit  
ca. 100 °C/sec  
(Blechedicke 10 mm)



Wasserquette

## Anlassen

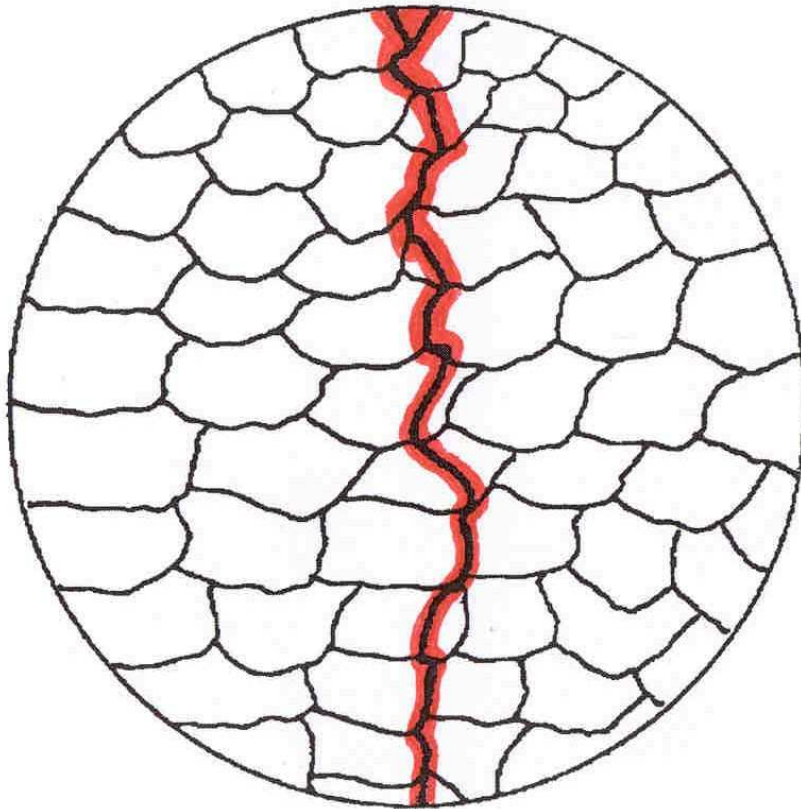
400–650 °C



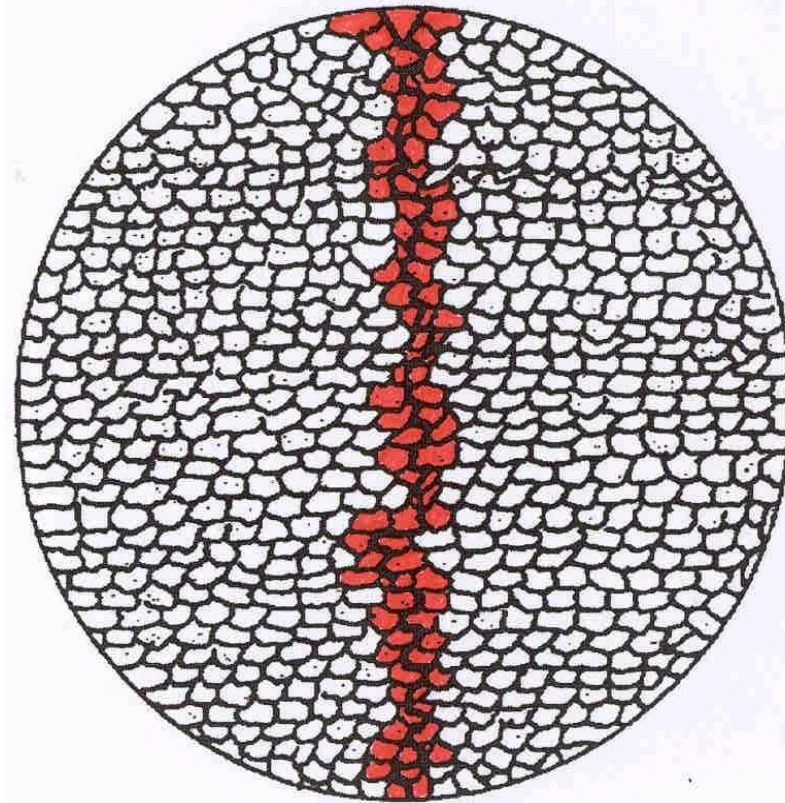
Rollenherdofen

# Herstellung

## Rissverlauf in Grob- und Feinkorngefüge beim Kerbschlagversuch



Grobkorn



Feinkorn

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Vergütete Baustähle mit hoher Streckgrenze nach EN 10025-6

Güte gemäß EN 10025-6	Werkstoff- nummer	TK Steel Bezeichnung	Legierungs- zusätze	$R_{e,min.}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A_{min}$ %
S690Q S690QL S690QL1	1.8931 1.8928 1.8988	N-A-XTRA M 700 N-A-XTRA 700	CrMo	690 690	770 – 940 770 – 940	14 14
S890Q S890QL S890QL1	1.8940 1.8983 1.8925	XABO 890	CrMo	890	940 – 1100	11
S960Q S960QL S960QL1	1.8941 1.8933 1.8934	XABO 960	CrMoNiV	960	980 – 1150	10
S1100*		XABO 1100	CrMoNiV	1100	1200 – 1500	8

\*= nicht genormt

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Typische chemische Zusammensetzung des vergüteten Sonderbaustahls S690QL1 / N-A-XTRA 700

Blechdicke (mm)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Al (%)	Cr (%)	Mo (%)	Nb (%)	B (%)	CE <sub>IW</sub> * (%)	CET * (%)
< 20	0,17	0,23	0,90	0,08	0,30	0,25	0,03	0,0025	0,43	0,31
21 - 40	0,17	0,23	0,90	0,08	0,30	0,45	0,03	0,0025	0,47	0,33
41 - 70	0,17	0,23	1,10	0,08	0,35	0,50	0,03	0,0025	0,52	0,35
> 70	0,17	0,23	1,40	0,08	0,35	0,50	0,03	0,0025	0,57	0,38

$$* CE_{IW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$$* CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Typische chemische Zusammensetzung der vergüteten Sonderbaustähle XABO 890, XABO 960 und XABO 1100

Blechdicke (mm)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Cr (%)	Mo (%)	Ni (%)	V (%)	CE <sub>IIW</sub> * (%)	CET * (%)
XABO 890									
3 - 20	0,16	0,42	1,40	0,60	0,45		0,04	0,61	0,38
21 - 100	0,17	0,35	0,85	0,70	0,40	1,90	0,07	0,67	0,38
XABO 960									
≤ 12	0,16	0,42	1,40	0,60	0,45		0,04	0,61	0,38
13 - 50	0,17	0,35	0,90	0,70	0,45	1,90	0,08	0,69	0,39
XABO 1100									
4 - 40	0,17	0,3	1,00	0,70	0,50	1,90	0,08	0,72	0,40

$$* CE_{IIW} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$$* CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$



# Korrespondierende Güten

EN 10025-6 Hersteller	S690Q	S690QL	S690QL1	S890Q	S890QL	S890QL1	S960Q	S960QL	S1100QL **
ThyssenKrupp Steel	-	N-A-XTRA M 700	N-A-XTRA 700	-	XABO 890	XABO 890	-	XABO 960	XABO 1100
Dillinger Hütte	DILLIMAX 690 B	DILLIMAX 690 T	DILLIMAX 690 E	DILLIMAX 890 B	DILLIMAX 890 T	DILLIMAX 890 E	DILLIMAX 965 B	DILLIMAX 965 T	DILLIMAX 1100
Salzgitter Ilsenburger Grobblech	MAXIL 690 Q	MAXIL 690 QL	MAXIL 690 QL1	MAXIL 890 Q	MAXIL 890 QL	MAXIL 890 QL1	MAXIL 960 Q	MAXIL 960 QL	MAXIL 1100 QL
Voest	ALDUR 700 Q	ALDUR 700 QL	ALDUR 700 QL1	-	-	-	-	-	-
SSAB	WELDOX 700D	WELDOX 700 E	WELDOX 700 F	WELDOX 900 D	WELDOX 900 E	WELDOX 900 F	WELDOX 960 D	WELDOX 960 E	WELDOX 1100 E/F
Corus	-	RQT 701*	RQT 701*	-	RQT 901	-	RQT 960	-	-

\* KBZ -45°C

\*\* nicht genormt

# Korrespondierende Güten

EN 10025-6 Hersteller	S690Q	S690QL	S690QL1	S890Q	S890QL	S890QL1	S960 Q	S960QL	S1100QL**
Arcelor Mittal Industeel	-	SUPRAL-SIM 690	SUPRAL-SIM 690 QL1	-	SuperElso 890	-	-	SUPER- ELSO 960	SuperElso 1100
Huta Czestochowa	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ruukki	-	S690 QL	-	-	OPTIM 900 QC*	-	-	OPTIM 960 QC*	OPTIM 1100 QC*)***

\* nur gehärtet

\*\* nicht genormt

\*\*\* KBZ Werte bei -20°C

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Mechanische Eigenschaften von Sonderbaustahl zum Kaltumformen

Güte gemäß EN 10149-2	Werkstoff- nummer	TK Steel Bezeichnung	Legierungs- zusätze	$R_{e,min.}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A_{min}$ %	Liefer- zustand
S315MC	1.0972	PAS 315	CMnNb	315	390 – 510	24	TM
S355MC	1.0976	PAS 355	CMnNb	355	430 – 550	23	TM
-		PAS 380	CMnNb	380	450 – 590	23	TM
S420MC	1.0980	PAS 420	CMnNb	420	480 – 620	19	TM
S460MC	1.0982	PAS 460	CMnNbV	460	520 – 670	17	TM
S500MC	1.0984	PAS 500	CMnNbV	500	550 – 700	14	TM
S550MC	1.0986	PAS 550	CMnNbV	550	600 – 750	14	TM
S600MC	1.8969	PAS 600	CMnNbTiB	600	650 – 820	13	TM
S700MC	1.8974	PAS 700	CMnNbTiB	700	750 – 950	12	TM

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Typische chemische Zusammensetzung von Sonderbaustahl zum Kaltumformen S700MC / PAS 700

Blechdicke (mm)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	Al (%)	Mo (%)	Nb (%)	Ti (%)	B (%)	CE <sub>IIV</sub> *	CET *
3 - 8 <sup>(1)</sup>	0,06	0,45	1,80	0,04		0,07	0,10	0,0020	0,36	0,24
> 8 - 15 <sup>(2)</sup>	0,07	0,25	1,80	0,04	0,20	0,02	0,03	0,0020	0,41	0,27

(1) Warmband

(2) Quartogrobblech

$$* CE_{IIV} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$$* CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

# Korrespondierende Güten

EN 10149-2 Hersteller	S355MC	S420MC	S460MC	S500MC (1.0984)	S550MC	S600MC	S650MC	S700MC*
ThyssenKrupp Steel	PERFORM 355	PERFORM 420	PERFORM 460	PERFORM 500	PERFORM 550	PERFORM 600	PERFORM 650	PERFORM 700
Dillinger Hütte	Di-MC 355	Di-MC 420	Di-MC 460	-	Dillimax 500 MC	-	-	-
Salzgitter	-	-	-	MAXIL 500 TM (1.8829)	-	-	-	-
Voest	Alform 355 M	Alform 420 M	Alform 460 M	Alform 500 M	Alform 550 M	-	-	Alform 700 M
SSAB	DOMEX 355 MC	DOMEX 420 MC	DOMEX 460 MC	DOMEX 500 MC	DOMEX 550 MC	DOMEX 600 MC	DOMEX 650 MC	DOMEX 700 MC
Corus	Ympress S355MC	Ympress S420MC	Ympress S460MC	Ympress S500MC	Ympress S550MC	-	-	Ympress S700MC (4-8mm) Ympress E690TM (5-10 mm)

\* nur S700MC gehört zu Sonderbaustahl

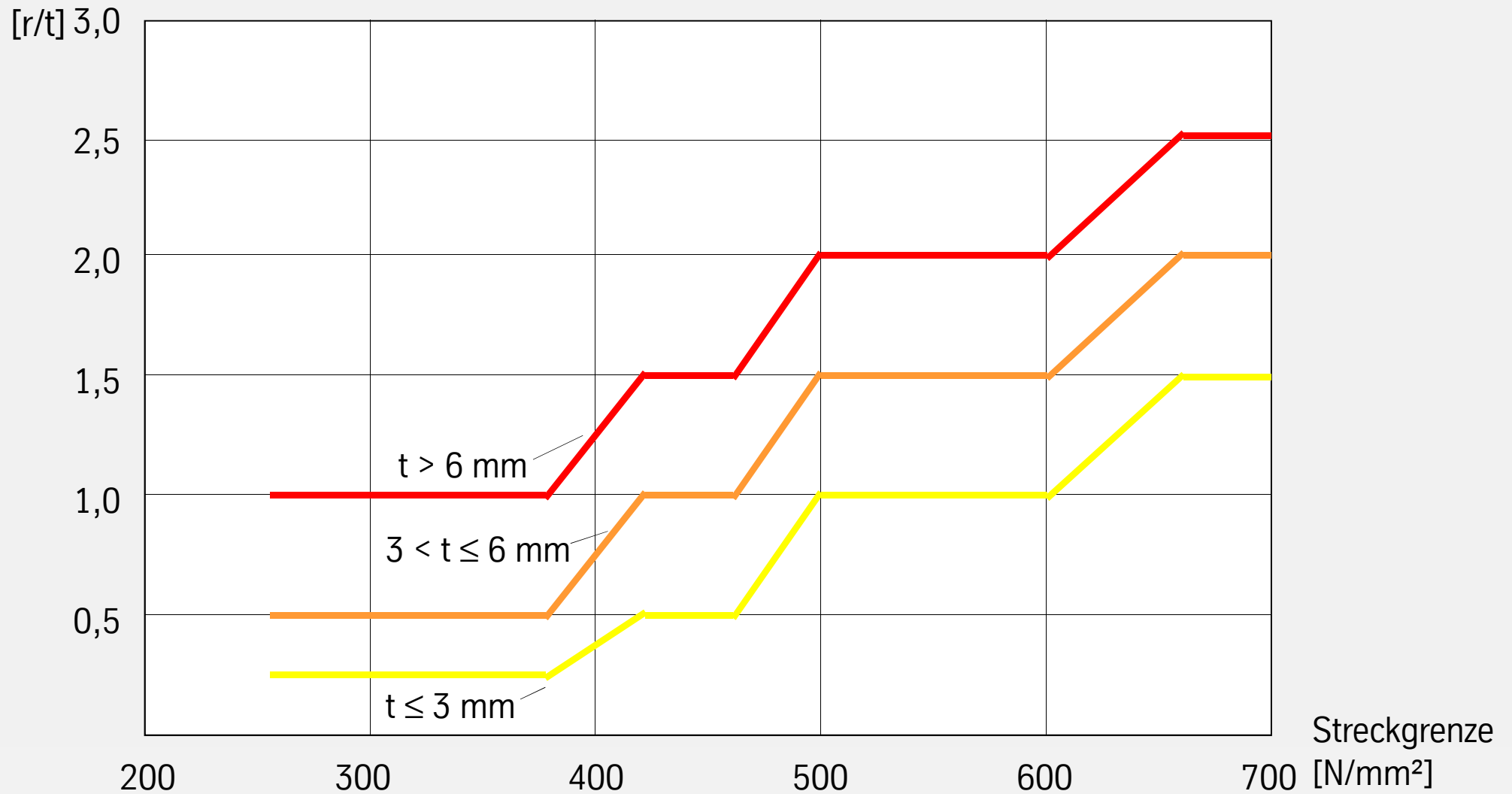
# Korrespondierende Güten

EN 10149-2 Hersteller	S355MC	S420MC	S460MC	S500MC	S550MC	S600MC	S650MC	S700MC*
Arcelor Mittal Industeel	-	-	-	-	-	-	-	-
Huta Czestochowa	-	-	-	-	-	-	-	-
Ruukki	Laser 355 MC	Laser 420 MC	OPTIM 460 MC	OPTIM 500 MC	OPTIM 550 MC	OPTIM 600 MC	OPTIM 650 MC	OPTIM 700 MC

\* Sonderbaustahl

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Empfohlene Abkantradien in Anlehnung an EN 10149



# Werkstoffe und Eigenschaften

## Thyssen Baustahl für Landmaschinen TBL / TBL Plus - mechanische Eigenschaften

TK Steel Bezeichnung	Werkstoff- nummer	$R_{e,min.}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ N/mm <sup>2</sup>	$A_{min}$ %
TBL	1.5529	400	580	18
TBL Plus	-	420	620	18

Die Werte gelten für 8 mm Blechdicke und den Lieferzustand normalgeglüht bzw. normalisierend gewalzt.



# Werkstoffe und Eigenschaften

## Thyssen Baustahl für Landmaschinen TBL / TBL Plus

### - chemische Zusammensetzung

Stahlsorte	C	Si	Mn	P	S	Cr	B
TBL	0,25 - 0,30	≤ 0,40	1,10 - 1,30	≤ 0,040	≤ 0,040	≤ 0,40	0,0008 - 0,0040
TBL Plus	0,31 - 0,38	≤ 0,40	1,20 - 1,50	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 0,50	0,0008 - 0,0040

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Festigkeitssteigerung durch harte Phasen (Gefügehärtung bei Mehrphasenstählen)

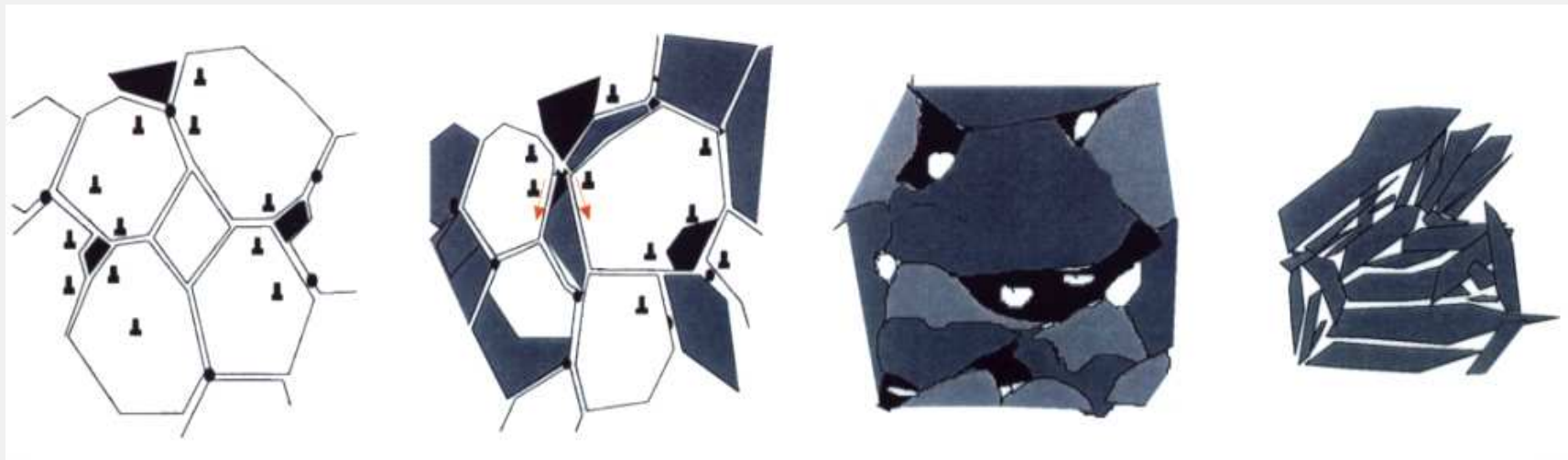
steigende Festigkeit →

DP

TRIP

CP

TMS



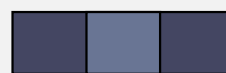
Ferrit



metastabiler Austenit



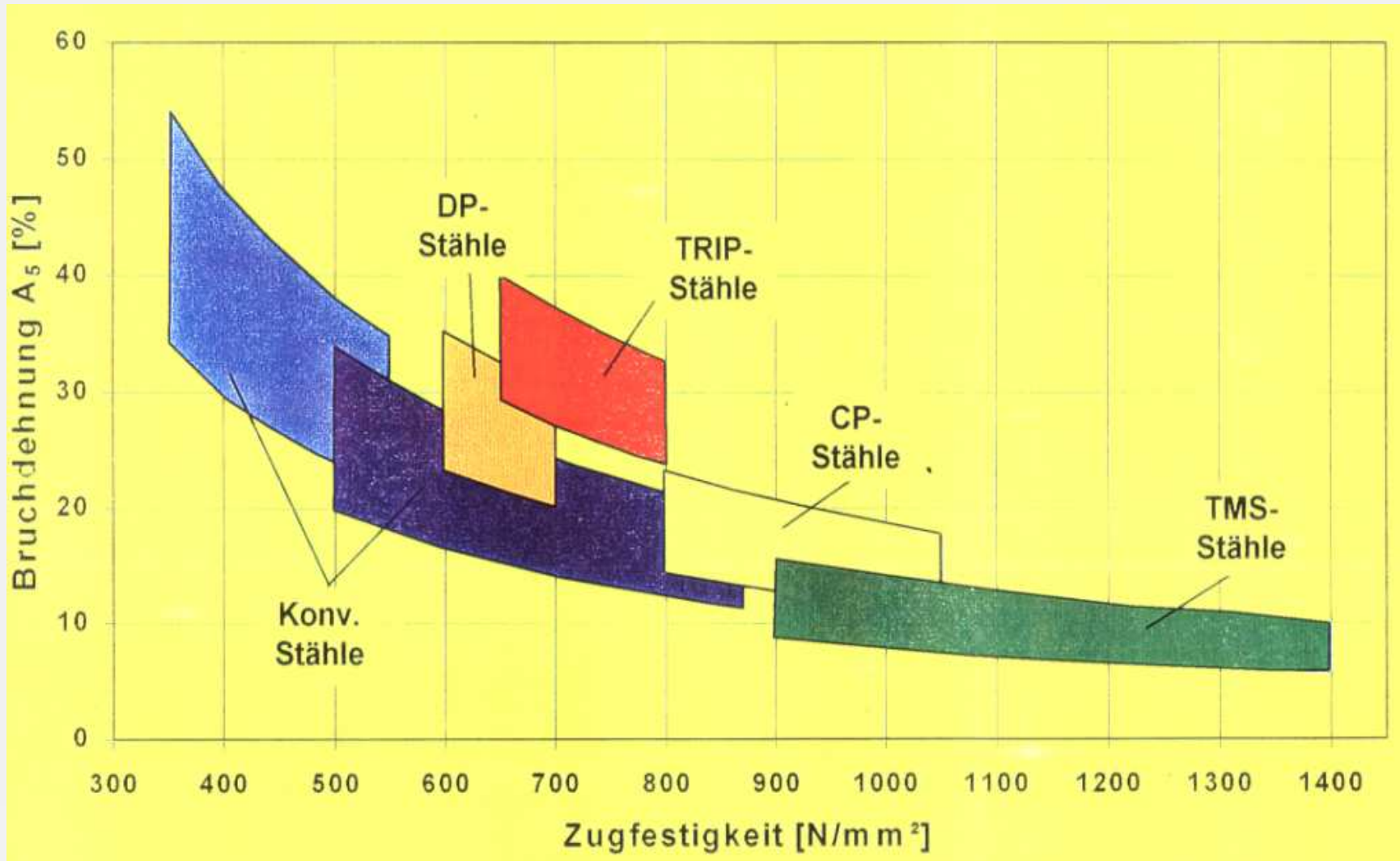
Martensit, Martensitfeinstruktur

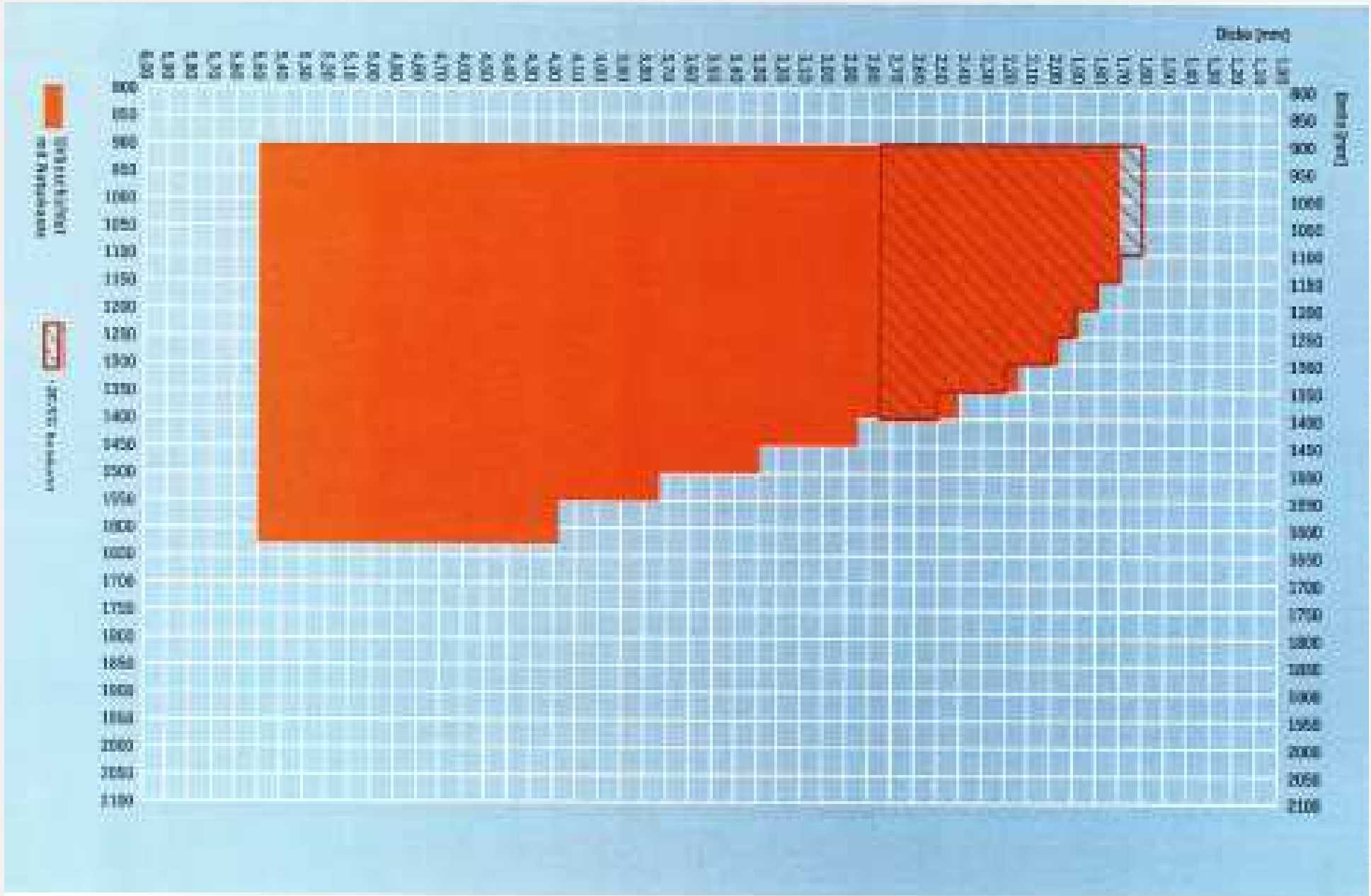


oberer, unterer, ferritischer Bainit

# Werkstoffe und Eigenschaften

## Mechanische Eigenschaften von Warmbandstählen





	Stahlsorte	Streckgrenze $R_{p0,2}$ [Mpa]	Zugfestigkeit $R_m$ [Mpa] min	Bruchdehnung		Verfestigungs- exponent		Bake- Hardening $BH_2$ [Mpa] min
				A [%] min	$A_{80}$ [%] min	$n_{4-6}$ min	$n_{10-UE}$ min	
DIN EN	DP-W 550 <sup>2)</sup>	310-430	530	24	21	-	0,13	30
	DP-W 600	330-460	580	23	19	-		
	DP-W 700 <sup>2)</sup>	450-580	680	19	16	-	0,11	
	DP-K 30/50	300-370	500	-	23	-	0,15	
	DP-K 34/60	340-420	600 <sup>1)</sup>	-	20	0,18	0,14	
	DP-K 34/60 HF <sup>2)</sup>	340-420	600 <sup>1)</sup>	-	23	0,20	0,16	
	DP-K 45/78	450-560	780	-	14	-	-	
	DP-K 60/98	600-750	980	-	10	-	-	

<sup>1)</sup> Die Mindestzugfestigkeit beträgt bei elektrolytisch verzinkter Ausführung 590 Mpa

<sup>2)</sup> Werkssondergüte

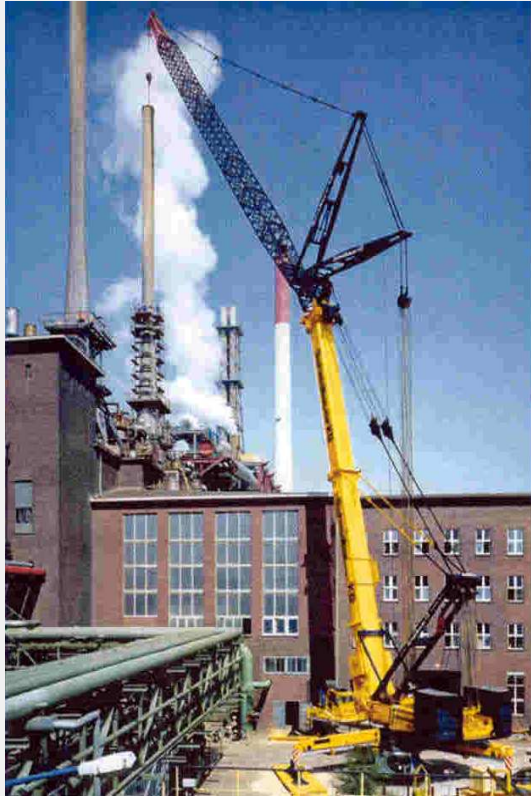
# Einsatzgebiete

## TBL/TBL Plus - Landmaschinen



# Einsatzgebiete

## Mobilkran LTM 1800 der Firma Liebherr

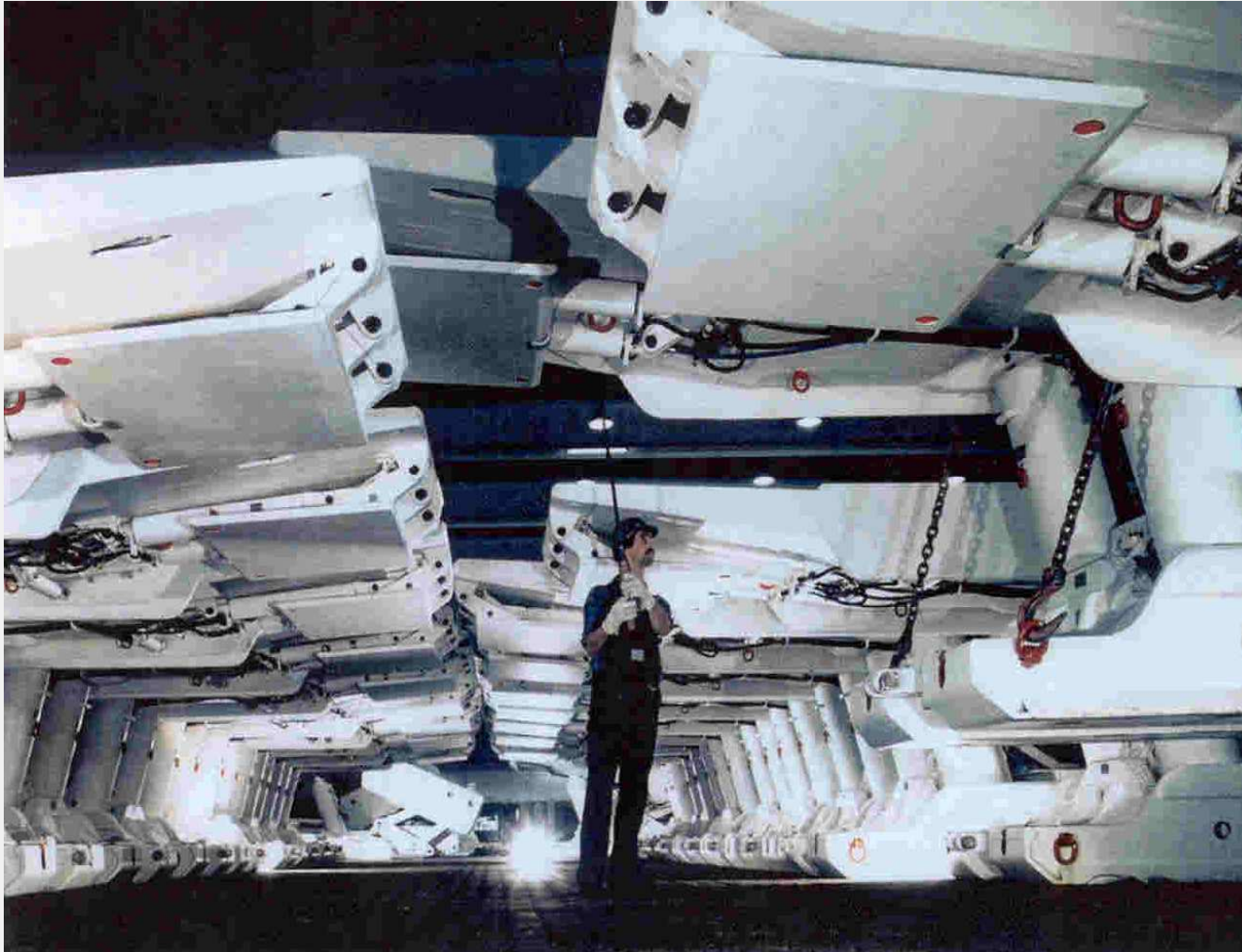


### **XABO 960**

800 t Traglast  
134 m Hubhöhe  
104 m Reichweite  
96 t Gesamtgewicht  
(ohne Teleskopausleger)

# Einsatzgebiete

## Schildausbaukomponenten für den Bergbau



**N-A-XTRA 700**



# Einsatzgebiete

## LKW-Betonpumpen der Firma Putzmeister

### N-A-XTRA 700



# Einsatzgebiete

## Komponente einer Druckrohrleitung



**XABO 960**

# Einsatzgebiete

## Elemente einer PKW-Achsenkonstruktion



**S355MC**

# Einsatzgebiete

## Kipperfahrzeug



**S700MC**