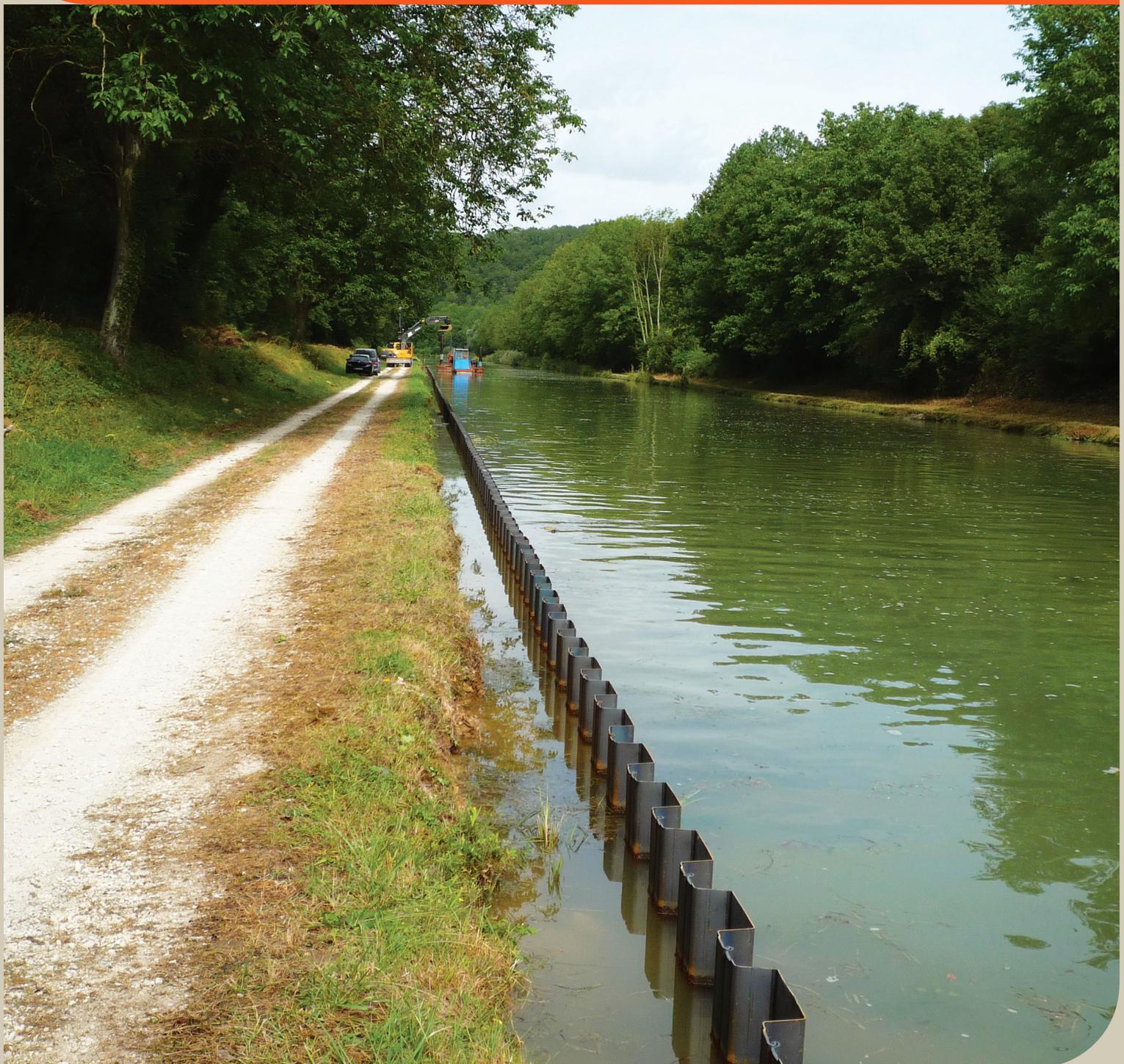


ArcelorMittal Spundwand



ArcelorMittal

# Kaltgeformte Spundbohlen





Zwolle | Niederlande

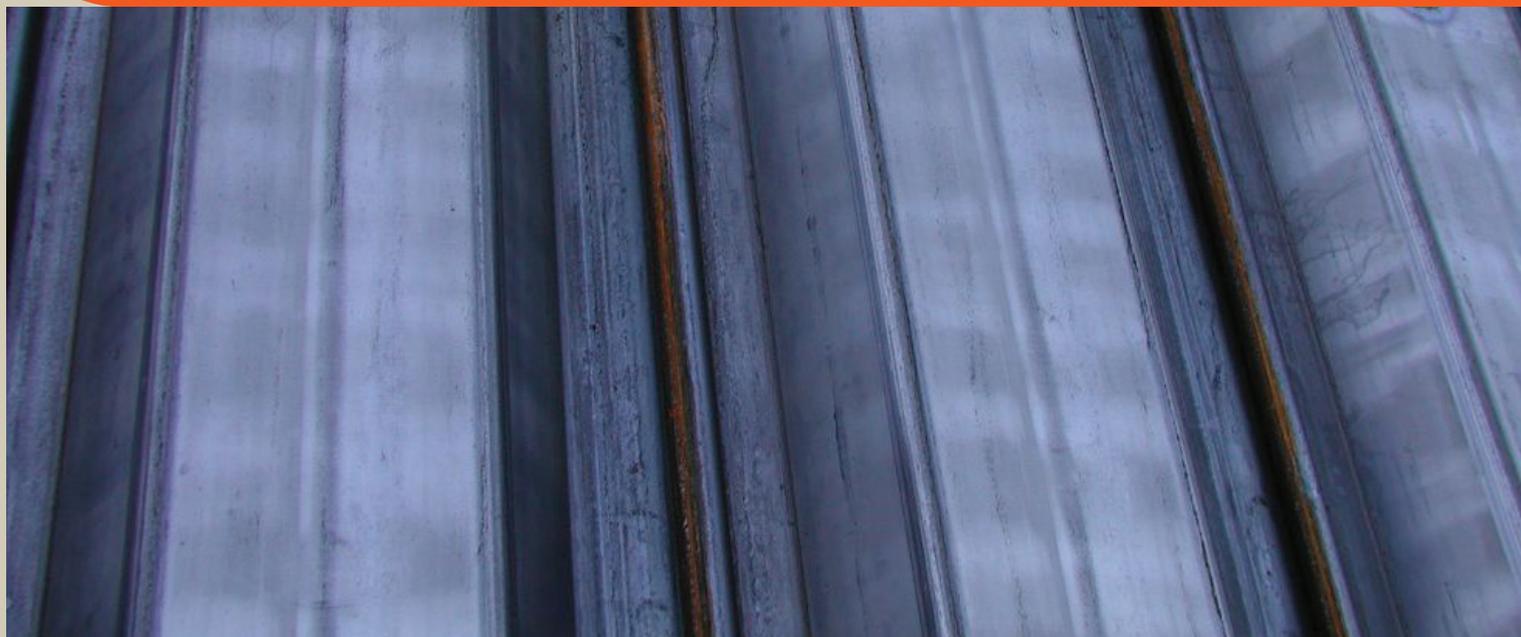


Verbau | Deutschland



Duisburg | Deutschland

# Kaltgeformte Spundbohlen



## Inhalt

Einleitung	4
Omega Profile	6
Z-Profile	7
Kanaldielen	8
Eigenschaften und Besonderheiten	9
Lieferbedingungen	11
Dauerhaftigkeit (Beständigkeit)	13
Wasserdichtigkeit	14
Einbringen	14
Bemessungswerte nach DIN EN 1993-5	15

## Geschichtliche Entwicklung

Die Geschichte des Französischen Hüttenwerkes MESSEMPRE beginnt zu Anfang des 19. Jahrhunderts mit der Gründung der Schmiede BOUTMY. Das Vorhandensein zahlreicher Wälder in dieser Region, verbunden mit umfangreichen Wasservorkommen, die zur Erzeugung elektrischen Stroms genutzt werden konnten, mag zur Auswahl dieses Standortes geführt haben. Bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts war MESSEMPRE über die Region hinaus für ein spezielles Produkt bekannt: das berühmte "blaue" Stahlblech aus den Ardennen. Danach war dem Werk allerdings ein anderes Schicksal bestimmt. Mit der Übernahme durch den Stahlunternehmer DE WENDEL im Jahre 1912 wurde ein neuer industrieller Kurs eingeschlagen: die Herstellung von Feinblechen. Der weitere großtechnische Wandel führte schließlich dazu, dass im Jahre 1954 in MESSEMPRE zunächst mit der Kaltumformung von Stahlblechen und 1955 mit der Herstellung kaltgeformter Stahlspundbohlen begonnen wurde.



Im Lauf der Jahre fanden verschiedene weitere Besitzerwechsel statt, die 1995 mit der Gründung der Firma PALFROID endeten. Bis 2001, dem Jahr, in dem Arbed, Acelaria und Usinor zu ARCELOR fusionierten, war ProfilArbed für den Vertrieb der Kaltprofile verantwortlich. Seit dem Bestehen von ArcelorMittal im Jahr 2006, hat ArcelorMittal Commercial RPS den Verkauf der kaltgeformten Stahlspundbohlen übernommen.



PALFROID (MESSEMPRE) ist derzeit der Marktführer unter den Herstellern kaltgeformter Stahlspundbohlen in Europa. Das Unternehmen ist seit 2004 nach ISO 9001 zertifiziert und seine Produkte entsprechen den europäischen Normen EN 10249, Teil 1 und 2.

Seit 2018 liegt eine Übereinstimmungserklärung für Messempre vor und kaltgeformte Spundbohlen können mit Ü-Zeichen geliefert werden. Weiterhin werden die kaltgeformten Stahlspundbohlen in einer beim Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU) eingetragenen Umweltproduktdeklaration (EPD) gemäß ISO 14025 und EN 15804 behandelt.



## Anwendungsbereiche für kaltgeformte Stahlpundbohlen

Über Jahrzehnte hinweg wurden kaltgeformte Stahlpundbohlen für den Bau von verbleibenden und vorübergehend bestehenden Bauwerken wie Uferwänden, Deichen und Fangedämmen verwendet. Hauptanwendungsbereiche sind Rückhaltewände mit geringem Geländesprung, zeitlich begrenzt verbleibende Rückhaltewände, bei denen eine geringe Wasserdurchlässigkeit gefordert ist, Ankerwände von Uferwänden, Dichtwände in Deichen, usw. Das Einbringen der Bohlen ist sehr einfach und schnell ausgeführt und kann mit geringem Personalaufwand unter Verwendung minimaler Standards durchgeführt werden. Erforderlich sind die bekannten Einbringverfahren und – geräte wie Schlagrammen, Vibratoren oder hydraulische Pressen.

## Wesentliche Merkmale und Eigenschaften der kaltgeformten Stahlpundbohlen

- Lieferung entsprechend europäischer Norm EN 10249.
- Verfügbare Stahlsorten : S 235 JRC, S 275 JRC und S 355 J0C.
- Elastisches Widerstandsmoment von  $112 \text{ cm}^3/\text{m}$  bis  $2470 \text{ cm}^3/\text{m}$ .
- Konstante Dicke über den gesamten Querschnitt, von 3 mm bis 10 mm (profilabhängig).
- Optimales Verhältnis von Widerstandsmoment zum Gewicht.
- Große Breite, dadurch minimaler Zeitaufwand für Handling und Einbringung notwendig.
- Geringe Profilhöhe (bei einigen Profilen) für Bauwerke mit begrenzter Wandtiefe.
- Mögliche Schlossdrehung bis  $10^\circ$ .
- Schubkraftübertragung in der Mittelachse ist garantiert (wichtiger Punkt für U-Bohlen).
- Eckprofile können als werkseitig gefertigte geknickte oder geschweißte Konstruktionen geliefert werden.
- PAL 32 und PAU 27 sind optimal zur Wiederverwendung geeignet.
- Möglichkeit der Beschichtung und des Korrosionsschutzes nach internationaler Normung (z.B. DIN EN ISO 12944).

## Angepasste Produktionskapazitäten

- Einige Profile mit unterschiedlichen Wanddicken und Bohlenlängen in verschiedenen Stahlsorten sind mit sehr kurzen Lieferzeiten von ein bis zwei Wochen als Lagerware erhältlich.
- Eine große Anzahl an Coils mit Wanddicken von 3 mm bis 10 mm wird für die Produktion der wichtigsten kaltgeformten Stahlpundbohlen vorgehalten. Die Lieferzeit für diese Profile beträgt 4 bis 6 Wochen.
- Alle Profiltypen können mit einer Abstufung in den Wanddicken von 0,1 mm hergestellt werden (bis zur maximalen Dicke des entsprechenden Profils). Die Lieferzeit beträgt hierfür, einschließlich der Beschaffungszeit der Coils, weniger als 8 Wochen.

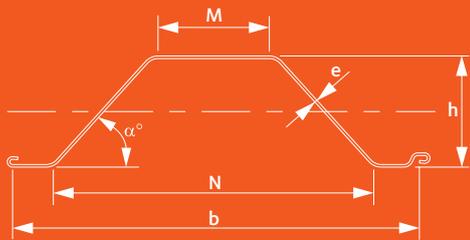
Formung eines Omega Profiles



Schnitt der Schlösser mit der Säge



# Omega Profile



Omega Profile sind besonders geeignet für die Ausführung durchlaufender Wände mit eingeschränkter Wandtiefe. Die Form der Schlösser erlaubt die Ausbildung von recht schmalen Wandformen. Die Profile wurden im Hinblick auf ein sehr gutes Verhältnis von Widerstandsmoment zum Gewicht optimiert, wobei Widerstandsmomente bis 1100 cm<sup>3</sup>/m erreicht werden konnten.

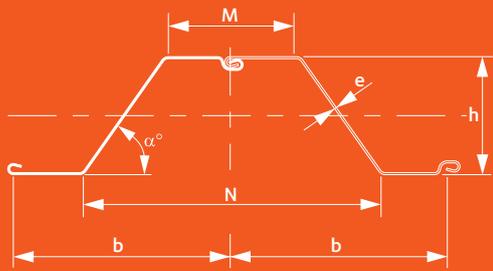
Profil	Wandstärke (*)	Breite	Höhe	Winkel	Weitere Abmessungen		Gewicht		Trägheitsmoment	Elastisches Widerstandsmoment	Statisches Moment	Querschnittsfläche	Anstrichfläche (**)
					M	N	Einzelbohle	Wand					
	e	b	h	α	M	N	kg/m	kg/m <sup>2</sup>	I	W <sub>el</sub>	S	A	A <sub>LW</sub>
	mm	mm	mm	°	mm	mm			cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /m
PAL 3030	3,0	660	89	41	260	466	19,4	<b>29,4</b>	500	<b>112</b>	65	37,5	0,80
PAL 3040	4,0	660	90	41	260	466	25,8	<b>39,2</b>	666	<b>147</b>	85	49,9	0,80
PAL 3050	5,0	660	91	41	260	466	32,2	<b>48,8</b>	831	<b>181</b>	105	62,2	0,80
PAL 3130	3,0	711	125	79	350	419	23,5	<b>33,1</b>	1 244	<b>199</b>	110	42,2	0,97
PAL 3140	4,0	711	126	79	350	419	31,3	<b>44,0</b>	1 655	<b>261</b>	145	56,1	0,97
PAL 3150	5,0	711	127	79	350	419	39,0	<b>54,9</b>	2 063	<b>322</b>	180	70,0	0,97
PAL 3260	6,0	700	149	61	299	471	46,2	<b>66,0</b>	3 096	<b>413</b>	245	84,1	0,92
PAL 3270	7,0	700	150	61	299	471	53,2	<b>76,0</b>	3 604	<b>479</b>	285	96,8	0,92
PAL 3280	8,0	700	151	61	299	471	61,6	<b>88,0</b>	4 109	<b>545</b>	325	112,1	0,92
PAL 3290	9,0	700	152	61	299	471	70,0	<b>100,0</b>	4 611	<b>605</b>	365	127,4	0,92
PAU 2240	4,0	921	252	48	252	725	39,0	<b>42,3</b>	5 101	<b>404</b>	240	53,9	1,22
PAU 2250	5,0	921	253	48	252	725	48,7	<b>52,8</b>	6 363	<b>504</b>	300	67,3	1,22
PAU 2260	6,0	921	254	48	252	725	58,3	<b>63,3</b>	7 620	<b>600</b>	360	80,7	1,22
PAU 2440	4,0	813	293	60	252	615	39,0	<b>48,0</b>	7 897	<b>537</b>	320	61,1	1,22
PAU 2450	5,0	813	294	60	252	615	48,7	<b>59,9</b>	9 858	<b>669</b>	395	76,3	1,22
PAU 2460	6,0	813	295	60	252	615	58,3	<b>71,8</b>	11 813	<b>801</b>	475	91,4	1,22
PAU 2760	6,0	804	295	60	252	615	60,4	<b>75,1</b>	12 059	<b>803</b>	495	95,7	1,16
PAU 2770	7,0	804	296	60	252	615	70,4	<b>87,5</b>	14 030	<b>934</b>	575	111,4	1,16
PAU 2780	8,0	804	297	60	252	615	80,3	<b>99,8</b>	15 995	<b>1 063</b>	655	127,1	1,16

(\*) andere Wandstärken möglich.

(\*\*) Eine Seite, ohne Innenseite des Schlosses.



# Z-Profile



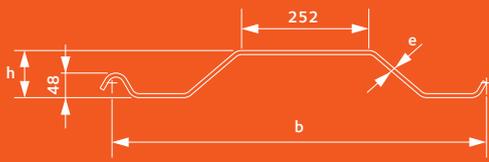
PAZ-Profile sind die kostengünstigste Art von kaltgeformten Stahlpundbohlen. Ihre große Breite verringert die Einbringzeit auf der Baustelle erheblich. Sie sind besonders gut geeignet für Uferwände und Uferbefestigungen an Flüssen und Kanälen. Die elastischen Widerstandsmomente der Z-Profile erreichen ca. 2500 cm<sup>3</sup>/m.

Profil	Wandstärke (*)	Breite	Höhe	Winkel	Weitere Abmessungen		Gewicht		Trägheitsmoment	Elastisches Widerstandsmoment	Statisches Moment	Querschnittsfläche	Anstrichfläche (**)
					M	N	Einzelbohle	Wand					
	e	b	h	α	M	N	kg/m	kg/m <sup>2</sup>	I	W <sub>el</sub>	S	A	A <sub>LW</sub>
	mm	mm	mm	°	mm	mm			cm <sup>4</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>3</sup> /m	cm <sup>2</sup> /m	m <sup>2</sup> /m
PAZ 4350	5,0	770	213	34	465	1 078	38,2	<b>49,6</b>	4 770	<b>448</b>	255	63,2	0,91
PAZ 4360	6,0	770	214	34	465	1 078	45,8	<b>59,4</b>	5 720	<b>534</b>	310	75,1	0,91
PAZ 4370	7,0	770	215	34	465	1 078	53,3	<b>69,2</b>	6 660	<b>619</b>	360	88,2	0,91
PAZ 4450	5,0	725	269	45	444	988	37,7	<b>52,0</b>	8 240	<b>612</b>	350	66,2	0,91
PAZ 4460	6,0	725	270	45	444	988	45,1	<b>62,2</b>	9 890	<b>730</b>	415	79,3	0,91
PAZ 4470	7,0	725	271	45	444	988	52,4	<b>72,3</b>	11 535	<b>846</b>	485	92,1	0,91
PAZ 4550	5,0	676	312	55	444	890	37,7	<b>55,8</b>	12 065	<b>772</b>	435	71,0	0,91
PAZ 4560	6,0	676	313	55	444	890	45,1	<b>66,7</b>	14 444	<b>922</b>	520	85,0	0,91
PAZ 4570	7,0	676	314	55	444	890	52,4	<b>77,5</b>	16 815	<b>1 069</b>	610	98,8	0,91
PAZ 4650	5,0	621	347	65	438	778	37,7	<b>60,7</b>	16 318	<b>940</b>	530	77,3	0,91
PAZ 4660	6,0	621	348	65	438	778	45,1	<b>72,6</b>	19 544	<b>1 122</b>	635	92,5	0,91
PAZ 4670	7,0	621	349	65	438	778	52,4	<b>84,4</b>	22 756	<b>1 302</b>	740	107,5	0,91
PAZ 5360	6,0	857	300	37	453	1 245	54,3	<b>63,3</b>	11 502	<b>766</b>	450	80,7	1,04
PAZ 5370	7,0	857	301	37	453	1 245	63,2	<b>73,7</b>	13 376	<b>888</b>	520	93,9	1,04
PAZ 5380	8,0	857	302	37	453	1 245	72,1	<b>84,0</b>	15 249	<b>1 009</b>	595	107,1	1,04
PAZ 5390	9,0	857	303	37	453	1 245	81,0	<b>94,4</b>	17 123	<b>1 131</b>	665	120,3	1,04
PAZ 5460	6,0	807	351	45	442	1 149	53,9	<b>66,8</b>	16 989	<b>968</b>	560	85,1	1,04
PAZ 5470	7,0	807	352	45	442	1 149	62,6	<b>77,6</b>	19 774	<b>1 123</b>	655	98,9	1,04
PAZ 5480	8,0	807	353	45	442	1 149	71,4	<b>88,4</b>	22 546	<b>1 277</b>	745	112,7	1,04
PAZ 5490	9,0	807	354	45	442	1 149	80,2	<b>99,3</b>	25 318	<b>1 431</b>	835	126,5	1,04
PAZ 54100	10,0	808	355	45	442	1 149	89,2	<b>110,3</b>	27 850	<b>1 570</b>	920	140,5	1,04
PAZ 5560	6,0	743	407	55	438	1 020	53,9	<b>72,5</b>	25 074	<b>1 233</b>	710	92,4	1,04
PAZ 5570	7,0	743	408	55	438	1 020	62,6	<b>84,3</b>	29 179	<b>1 432</b>	825	107,4	1,04
PAZ 5580	8,0	744	409	55	438	1 020	71,4	<b>96,0</b>	33 263	<b>1 628</b>	940	122,3	1,04
PAZ 5590	9,0	744	410	55	438	1 020	80,2	<b>107,8</b>	37 387	<b>1 825</b>	1 060	137,3	1,04
PAZ 55100	10,0	745	411	55	438	1 020	89,2	<b>119,8</b>	41 060	<b>2 000</b>	1 165	152,6	1,04
PAZ 5660	6,0	671	451	65	434	875	53,9	<b>80,3</b>	34 340	<b>1 525</b>	875	102,3	1,04
PAZ 5670	7,0	671	452	65	434	874	62,6	<b>93,3</b>	39 954	<b>1 770</b>	1 020	118,9	1,04
PAZ 5680	8,0	672	453	65	434	874	71,4	<b>106,3</b>	45 537	<b>2 013</b>	1 160	135,4	1,04
PAZ 5690	9,0	672	454	65	434	874	80,2	<b>119,3</b>	51 180	<b>2 259</b>	1 300	151,9	1,04
PAZ 56100	10,0	673	455	65	434	874	89,2	<b>132,5</b>	56 200	<b>2 470</b>	1 435	168,8	1,04

(\*) andere Wandstärken möglich.

(\*\*) Eine Seite, ohne Innenseite des Schlosses.

# Kanaldielen



Kanaldielen bilden eine durchgehende Wand durch eine Überlappung. Hauptanwendungsgebiete sind Kanal- und Grabenverbauten und besonders auch Rammungen für kleine und zeitlich befristete Baugruben. Als unverzichtbare Sicherungselemente schützen sie die Arbeiter im Inneren der Spundwandumschließung.

Profil	Wandstärke (*)	Breite	Höhe	Gewicht		Trägheits- moment	Elastisches Widerstands- moment	Statisches Moment	Quer- schnitts- fläche	Anstrich- fläche (**)
				Einzelbohle kg/m	Wand kg/m <sup>2</sup>					
	e mm	b mm	h mm			I cm <sup>4</sup> /m	W <sub>el</sub> cm <sup>3</sup> /m	S cm <sup>3</sup> /m	A cm <sup>2</sup> /m	A <sub>Lw</sub> m <sup>2</sup> /m
RC 8600	6,0	742	92	40,9	<b>55,1</b>	896	<b>194</b>	116	70,2	0,87
RC 8700	7,0	742	93	47,6	<b>64,2</b>	1 045	<b>224</b>	135	81,8	0,87
RC 8800	8,0	742	94	54,2	<b>73,0</b>	1 194	<b>254</b>	154	93,0	0,87

(\*) andere Wandstärken möglich.

(\*\*) Eine Seite.



Verbau | Cheppy | Frankreich

# Eigenschaften und Besonderheiten



Kleines Schloß



Großes Schloß

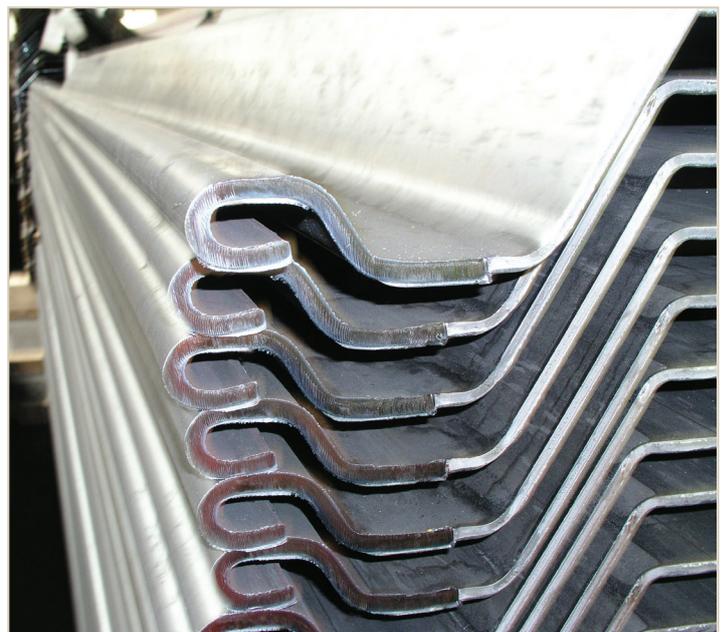
Bei den kaltgeformten Stahlspundbohlen existieren zwei Schlossformen: ein "kleines" und ein "großes" Schloß. Die Profilgeometrie hängt bei kaltgeformten Stahlspundbohlen unter anderem von der Wanddicke der Profile ab. Die unten abgebildete Tabelle zeigt, welche Schlösser der unterschiedlichen Profile ineinanderpassen.

## Lieferformen

<b>Omega Profile</b>	Form II Standard	Form I auf Anfrage
<b>Z-Profile</b>	Position A	Position B
	Form II Standard	Form I auf Anfrage

## Ineinanderpassen der Profile

Typ	PAL			PAU			PAZ								
	30	31	32	22	24	27	43	44	45	46	53	54	55	56	
PAL	30	✓	✓												
	31	✓	✓												
	32			✓		✓					✓	✓	✓	✓	
PAU	22			✓	✓										
	24			✓	✓										
	27		✓			✓					✓	✓	✓	✓	
PAZ	43						✓	✓	✓	✓					
	44						✓	✓	✓	✓					
	45						✓	✓	✓	✓					
	46						✓	✓	✓	✓					
	53		✓			✓					✓	✓	✓	✓	
	54		✓			✓					✓	✓	✓	✓	
	55		✓			✓					✓	✓	✓	✓	
56		✓			✓					✓	✓	✓	✓		



## Verschweißung

PAZ-Profile werden üblicherweise zu Doppelbohlen zusammengezogen geliefert. Das gemeinsame Schloß wird in regelmäßigen Abständen durch 150 mm lange Schweißnähte miteinander verbunden. Die Anzahl der Schweißnähte ist von der Länge der Bohlen abhängig.

### Verschweißung

Länge des Profils L m	Anzahl der Schweißnähte
$L \leq 3,0$	2
$3,0 < L \leq 8,0$	3
$8,0 < L \leq 12,0$	4
$12,0 < L$	5

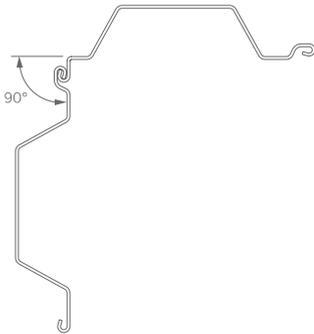


## Konstruktionsbohlen (Eckbohlen)

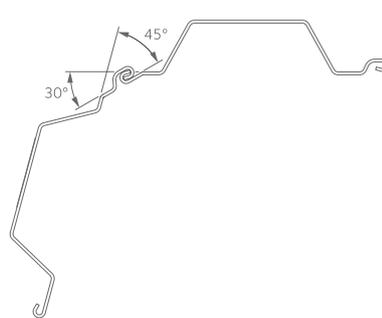
PAZ-, PAU- und PAL-Profile lassen sich durch geschweißte oder geknickte Konstruktionsbohlen an alle geometrischen Anforderungen anpassen.

Bitte zögern Sie nicht, sich mit Fragen an unser Technisches Büro zu wenden.

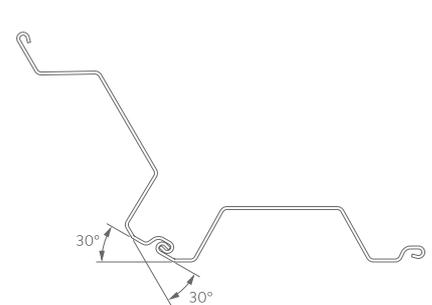
Kombination aus 90° und 0°



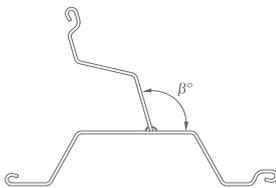
Kombination aus 45° und 30°



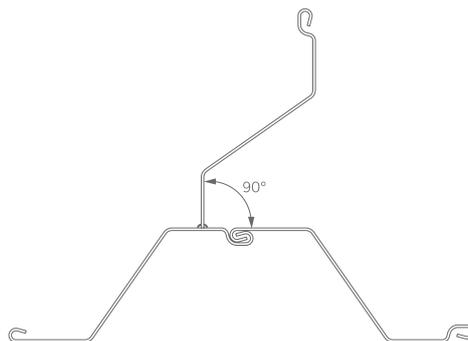
Kombination aus 30° und 30°



Zusammenfügen von PAL oder PAU



T-Förmige Zusammensetzung von PAZ



Hinweis: Die Herstellung von Spezialbohlen erfordert keine Eckprofile.

## Stahlsorten

PAZ-, PAU- und PAL-Profile sowie Kanaldielen sind in den in EN 10249-1 aufgeführten Stahlsorten erhältlich :

Stahlsorte EN 10249-1 (*)	Min. Streckgrenze $R_{eH}$ MPa	Min. Zugfestigkeit $R_m$ MPa	Min. Bruchdehnung $L_0=5,65\sqrt{S_0}$ %
S 235 JRC	235	360 - 510	26
S 275 JRC	275	410 - 560	23
S 355 JOC	355	470 - 630	22

(\*) Mechanischen Eigenschaften entsprechend EN 10025-2:2004. Andere Stahlsorten sind auf Anfrage verfügbar.

## Maximal mögliche Wanddicke nach Spundbohlen-Typ

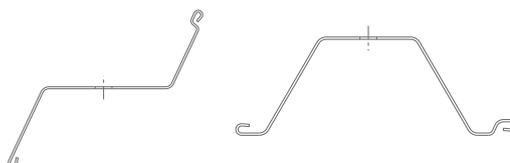
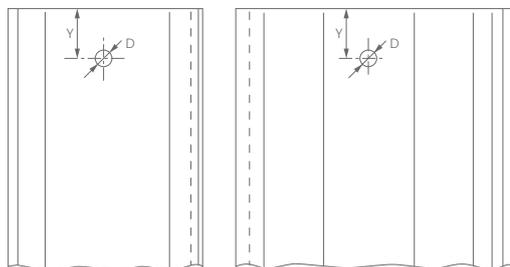
Typ		Stahlsorte		
		S 235 JRC	S 275 JRC	S 355 JOC
PAL	30	5,0	5,0	5,0
	31	5,0	5,0	5,0
	32	9,0	9,0	8,0
PAU	22	6,0	6,0	6,0
	24	6,0	6,0	6,0
	27	8,0	8,0	7,0
PAZ	43	7,0	7,0	7,0
	44	7,0	7,0	7,0
	45	7,0	7,0	7,0
	46	7,0	7,0	7,0
	53	9,0	9,0	8,0
	54	10,0	9,0	8,0
	55	10,0	9,0	8,0
	56	10,0	9,0	8,0

## Lochung

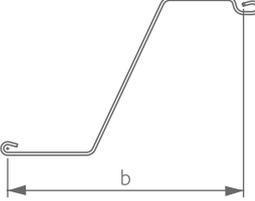
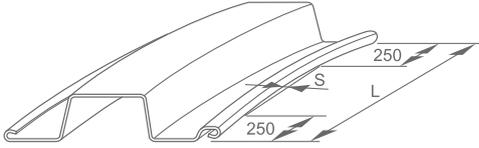
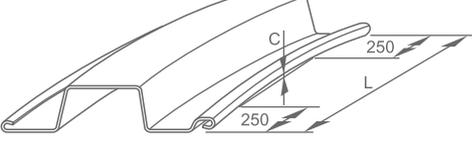
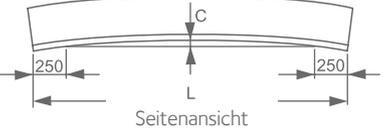
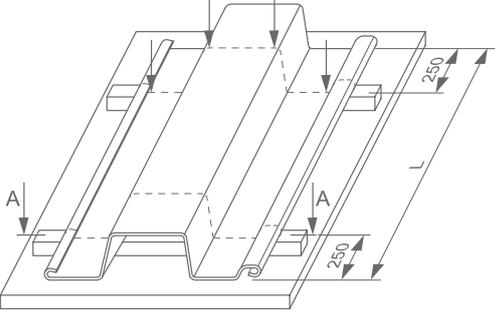
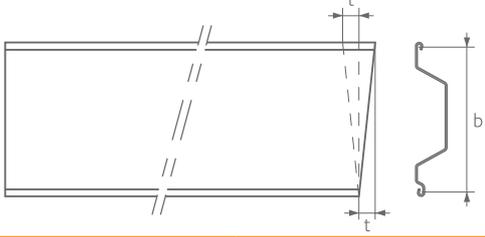
Alle Spundwandprofile können mit einer Lochung geliefert werden. Die Standardabmessungen sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt:

	Durchmesser D mm	Abstand Y mm
	PAL 30-31	40
PAL 32	45	150
PAU	45	200
PAZ	50	200

Abweichende Abmessungen sind auf Anfrage erhältlich.



# Formtoleranzen gemäß EN 10249

Bezeichnung	Abbildung	Nennabmessungen	Toleranzen
Höhe Höhe h		$h \leq 200 \text{ mm}$ $200 < h \leq 300$ $300 < h \leq 400$ $400 < h$	$\pm 4 \text{ mm}$ $\pm 6 \text{ mm}$ $\pm 8 \text{ mm}$ $\pm 10 \text{ mm}$
Breite Breite b		Einzelbohlen Doppelbohlen	$\pm 2\% b$ $\pm 3\% b$
Krümmung Durchbiegung S		 Draufsicht	$0,25\% L$
Abweichung von der Geradheit Durchbiegung C		 Seitenansicht	$0,25\% L$
Verdrillung Abmessung V		 Schnitt A-A	$\pm 2\% L$ oder $100 \text{ mm max.}$
Länge der Profile Länge L Standardtoleranz (*)			$\pm 50 \text{ mm}$
Winkelhaltigkeit der Endquerschnitte Abweichung t von der Rechtwinkligkeit			$\pm 2\% b$
Gewicht Unterschied zwischen dem gelieferten Gewicht und dem theoretischen Gesamtgewicht (*)			$\pm 7\%$

(\*) Engere Toleranzen auf Anfrage

Hinweis: Für die Wanddicke e gelten die in den Tabellen 3 und 4 der EN 10051:2010 aufgeführten Werte.

# Dauerhaftigkeit (Beständigkeit) Wasserdichtigkeit | Einbringen

## Dauerhaftigkeit (Beständigkeit)

Wenn Stahl ungeschützt der Atmosphäre, dem Wasser oder dem Erdreich ausgesetzt ist, kann dies im ungünstigsten Fall zu schwerer Korrosion führen. Örtlich begrenzte Wanddickenverluste und Lochfraß werden üblicherweise im Rahmen der Wartung ausgebessert. Abhängig von der geforderten Nutzungsdauer und Zugänglichkeit des Bauwerks kann eine der nachfolgend aufgeführten Maßnahmen oder eine Kombination aus mehreren Methoden die Dauerhaftigkeit der Stahlspundwände verbessern und die Nutzungsdauer verlängern:

- Oberflächenbeschichtung,
- Steigerung der statischen Reserven durch Wahl einer größeren Wanddicke oder einer höherwertigen Stahlsorte,
- Anpassung der Konstruktion (des Statischen Systems) durch Vermeidung großer Biegemomente in Zonen starker Korrosion,
- Kathodischer Korrosionsschutz durch Fremdstrom oder Opferanoden.

Die Korrosionsrate des Stahles hängt von der Korrosionszone (Atmosphäre, Spritzwasser-, Wasserwechsel-, Niedrigwasser-, Unterwasserzone, Baugrund) ab. Für genauere Informationen wird auf Kapitel 4 der DIN EN 1993-5 verwiesen.

## Beschichtung

Der klassische Korrosionsschutz für Stahlspundwände besteht aus einer Oberflächenbeschichtung. Der Korrosionsschutz durch Beschichtungssysteme wird in der DIN EN ISO 12944 behandelt, deren unterschiedlichen Teile alle wesentlichen Kriterien beleuchten und Hilfestellung bei der Wahl eines geeigneten Korrosionsschutzes bieten. Eine sorgfältige Oberflächenbeschaffenheit ist hierfür eine grundlegende Voraussetzung. Um den Anforderungen des Marktes gerecht zu werden, können all unsere Produkte mit einer Oberflächenbeschichtung geliefert werden, die exakt den angetroffenen Umweltbedingungen und der vorgesehenen Nutzung angepasst ist. So bieten wir Ihnen sehr einfache, aber auch technisch anspruchsvolle Beschichtungssysteme an: dies kann eine simple Grundbeschichtung, die nach dem Strahlen der Oberfläche aufgebracht wird, aber auch ein sehr komplexes Mehrschichtsystem sein. Aufgrund unserer Erfahrung sind wir zudem in der Lage besondere Anforderungen zu erfüllen wie z.B. Sonderbeschichtungen oder aber Oberflächenbehandlungen nur über eine Teillänge der Stahlspundbohle. Aus ästhetischen und wirtschaftlichen Gründen wird die Deckbeschichtung häufig auf die sichtbaren Bereiche der Stahlspundwand beschränkt.

## Feuerverzinkung

Nach der Vorbehandlung der Oberfläche des zu verzinkenden Bauteils wird die Stahlspundbohle in ein Flüssigzinkbad getaucht. Die Bohle erhält dadurch eine Vollverzinkung mit gleichmäßiger Schichtdicke. Zur Vorbehandlung wird die Spundbohle in Säurebäder zum Abbeizen gelegt und anschließend in ein Fluxbad eingetaucht. Das Zinkbad hat eine Temperatur von 450 °C, die aufgetragene Zinkschicht eine minimale Stärke von 85 µm, entsprechend DIN EN ISO 1461.

Sofern ein Beschichtungssystem auf eine Feuerverzinkung aufgebracht wird, spricht man von einem "Duplex" System. Das Beschichtungssystem muss auf die Verzinkung abgestimmt werden.

Bemerkung: Die Verzinkung eines Stahlprodukts wird durch die chemische Zusammensetzung des Stahles beeinflusst. Daher muss die Eigenschaft "zum Feuerverzinken geeignet" dem Walzwerk rechtzeitig vor Walzbeginn mitgeteilt werden.



## Wasserdichtigkeit

Die Stahlspundbohlen selbst sind an sich wasserundurchlässig. Das Wasser kann lediglich durch die Schlösser der Spundwand sickern. Aufgrund seiner Form bietet das Schloß einen gewissen Sickerwiderstand. Bei Anwendungen wie z.B. temporären Stützwänden, bei denen eine mäßige Durchsickerung tolerierbar ist, sind daher zusätzliche Dichtungsmaßnahmen nicht notwendigerweise erforderlich. Bei Bauwerken, die einen mittleren bis hohen Sickerwiderstand erfordern, z.B. Dichtwände von Deponien oder Stützwände von Brückenwiderlagern und Tunnelbauwerken, wird die Verwendung von werkseitig gedichteten oder verschweißten Doppelbohlen empfohlen. Die Wasserundurchlässigkeit kaltgeformter Stahlspundbohlen kann durch die bituminöse Schloßverfüllung **"Beltan®Plus"** verbessert werden, die Wasserüberdrücken bis 100 kN/m<sup>2</sup> standhalten kann. Als kostenintensivere Alternative kommt das Verschweißen der Bohlen nach dem Einbringen durch eine durchlaufende Dichtnaht (in dem Teilbereich, der nach dem Einbringen frei zugänglich ist) in Frage.



## Einbringen

Das Einbringen kaltgeformter Stahlspundbohlen ist einfach und schnell. Es kann mit geringem Personalaufwand durchgeführt werden. Will man Kaltprofile nach dem Stand der Technik einbringen, benötigt man eine geeignete Rammausrüstung. Die Wahl des Rammverfahrens und der – ausrüstung ist im Wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig: den Querschnittswerten des Spundwandprofils, der Stahlsorte, der Bohlenlänge und der Baugrundbeschaffenheit.

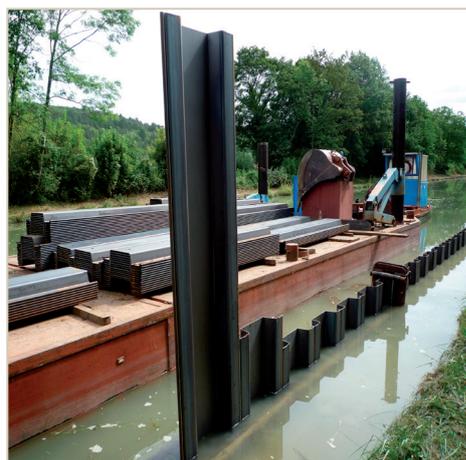
Die Einbringgeräte können grundsätzlich folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- **Schlagrammen** sind die ältesten Geräte zum Einbringen von Stahlspundbohlen in den Baugrund. Ein steifes Rammelement wird mit Hilfe eines massiven Schlagstückes in den Baugrund gerammt. Die Masse des Schlagstückes und die Fallhöhe werden nach den Querschnittswerten des Spundwandprofils und den Baugrundeigenschaften festgelegt. Man unterscheidet drei Arten von Schlagrammen: einfach oder doppelt wirkende Hydraulikhämmer, Dieselhämmer und die zwischenzeitlich veralteten Schnellschlaghämmer.
- **Vibratoren** versetzen das einzubringende Spundwandelement in vertikale Schwingung und verringern dadurch die Reibung und die Adhäsion zwischen Spundwandoberfläche und Baugrund erheblich. Die Vibration ist eine sehr kostengünstige Einbringmethode in nichtbindigem Baugrund, wie Sand und Kies, besonders wenn er wassergesättigt ist, aber auch in weichem bis steifem bindigem Boden.
- **Hydraulische Pressen** wurden entwickelt, um das erschütterungsfreie, geräuschreduzierte Einbringen von Stahlspundbohlen möglich zu machen. Das Einbringen mit einer hydraulischen Presse wird besonders in sensibler Umgebung wie innerstädtischen Wohngebieten empfohlen. Die Einbringkosten sind grundsätzlich höher als bei den beiden zuvor beschriebenen Methoden. Die Einpresstechnik kann sehr erfolgreich in locker bis mitteldicht gelagerten Böden sowie in weichem bis steifem kohäsivem Baugrund eingesetzt werden.

Das Einbringverfahren, das das beste Ergebnis liefert, ist das "Staffelweise Einbringen". Es ist jedoch teurer und zeitaufwendiger als das "Fortlaufende Rammen", bei dem alle Rammelemente gleich bis zur geplanten Absetzkote eingebracht werden.

Das Einbringen von Stahlspundbohlen kann durch Einbringhilfen erleichtert werden. Zu den bekanntesten Verfahren gehören das Vorbohren und das Spülen. Beim Spülverfahren wird während der Einbringung Wasser unter Druck am Fußende der Bohle in das Erdreich eingespült. Das Verfahren ist sehr hilfreich bei dicht gelagerten Sandböden.

*Bei weiteren Fragen zu oben angesprochenen Themen steht Ihnen unser Technisches Büro gern zur Verfügung.*



# Bemessungswerte nach DIN EN 1993-5

Profil	$W_{el}$ cm <sup>3</sup> /m	$W_{pl}$ cm <sup>3</sup> /m	Klasse <sup>1)</sup>			$M_k$ <sup>2)</sup> kNm/m		
			S 235 JRC	S 275 JRC	S 355 JOC	S 235 JRC	S 275 JRC	S 355 JOC
<b>PAL 3030</b>	112	-	4	4	4	21	24	29
<b>PAL 3040</b>	147	-	4	4	4	31	35	43
<b>PAL 3050</b>	181	-	4	4	4	42	48	59
<b>PAL 3130</b>	199	-	4	4	4	29	33	40
<b>PAL 3140</b>	261	-	4	4	4	45	51	63
<b>PAL 3150</b>	322	-	4	4	4	63	70	86
<b>PAL 3260</b>	413	-	4	4	4	95	108	133
<b>PAL 3270</b>	479	-	3	3	4	118	135	167
<b>PAL 3280</b>	545	624	2	3	3	139	159	200
<b>PAL 3290</b>	605	696	2	2	3	160	184	233
<b>PAU 2240</b>	404	-	4	4	4	84	95	111
<b>PAU 2250</b>	504	-	4	4	4	116	133	161
<b>PAU 2260</b>	600	-	3	3	4	150	170	212
<b>PAU 2440</b>	537	-	4	4	4	111	124	148
<b>PAU 2450</b>	669	-	4	4	4	154	174	212
<b>PAU 2460</b>	801	-	3	3	4	197	224	279
<b>PAU 2760</b>	803	-	3	3	4	198	226	276
<b>PAU 2770</b>	934	1 136	2	3	3	243	280	346
<b>PAU 2780</b>	1 063	1 293	2	2	3	289	333	416

Profil	$W_{el}$ cm <sup>3</sup> /m	$W_{pl}$ cm <sup>3</sup> /m	Klasse <sup>1)</sup>			$M_k$ <sup>2)</sup> kNm/m		
			S 235 JRC	S 275 JRC	S 355 JOC	S 235 JRC	S 275 JRC	S 355 JOC
<b>PAZ 4350</b>	448	-	4	4	4	77	83	94
<b>PAZ 4360</b>	534	-	4	4	4	95	104	118
<b>PAZ 4370</b>	619	-	3	4	4	114	124	142
<b>PAZ 4450</b>	612	-	4	4	4	126	139	156
<b>PAZ 4460</b>	730	-	4	4	4	158	174	197
<b>PAZ 4470</b>	846	-	3	4	4	189	209	239
<b>PAZ 4550</b>	772	-	4	4	4	172	192	220
<b>PAZ 4560</b>	922	-	4	4	4	213	239	279
<b>PAZ 4570</b>	1 069	-	3	4	4	254	287	338
<b>PAZ 4650</b>	940	-	4	4	4	220	251	298
<b>PAZ 4660</b>	1 122	-	4	4	4	269	308	374
<b>PAZ 4670</b>	1 302	-	3	4	4	319	365	451
<b>PAZ 5360</b>	766	-	4	4	4	169	187	213
<b>PAZ 5370</b>	888	-	3	4	4	201	223	256
<b>PAZ 5380</b>	1 009	-	3	3	4	232	259	299
<b>PAZ 5390</b>	1 131	-	3	3	3	265	296	344
<b>PAZ 5460</b>	968	-	4	4	4	231	261	307
<b>PAZ 5470</b>	1 123	-	3	4	4	274	310	369
<b>PAZ 5480</b>	1 277	-	3	3	4	317	360	431
<b>PAZ 5490</b>	1 431	-	3	3	3	361	408	493
<b>PAZ 54100</b>	1 570	1 840	2	x	x	432 <sup>3)</sup>	x	x
<b>PAZ 5560</b>	1 233	-	4	4	4	304	349	426
<b>PAZ 5570</b>	1 432	-	3	4	4	360	413	509
<b>PAZ 5580</b>	1 628	-	3	3	4	415	477	590
<b>PAZ 5590</b>	1 825	-	3	3	3	471	541	673
<b>PAZ 55100</b>	2 000	2 330	2	x	x	548 <sup>3)</sup>	x	x
<b>PAZ 5660</b>	1 525	-	4	4	4	378	435	542
<b>PAZ 5670</b>	1 770	-	3	4	4	446	515	645
<b>PAZ 5680</b>	2 013	-	3	3	4	514	594	746
<b>PAZ 5690</b>	2 259	-	3	3	3	583	671	848
<b>PAZ 56100</b>	2 470	2 865	2	x	x	673 <sup>3)</sup>	x	x

$W_{el}$ : Elastisches Widerstandsmoment

$W_{pl}$ : Plastisches Widerstandsmoment

<sup>1)</sup> Klassifizierung gemäß DIN EN 1993-5. Klasse 1 wird durch Nachweis der Rotationskapazität eines Klasse 2 Querschnitts erlangt.

<sup>2)</sup> Die charakteristische Momenten-Tragfähigkeit  $M_k$  wurde mittels, an 4-Punkt Biegeversuchen kalibrierter, numerischer Simulationen (FEM) nach DIN EN 1993-5, Anhang B, bestimmt (Gutachten Nr. 10-35g vom IFSW). Die Bemessungswerte für die Biegetragfähigkeit werden durch die Formel  $M_d = M_k / \gamma_{MO}$  ermittelt, wobei  $\gamma_{MO} = 1,0$  nach DIN EN 1993-5:2010-12, Ziff. 5.1.1 (4) unter Beachtung der DIN EN 1993-5/NA:2010-12, zu Ziff. 5.1.1 (4), DIN EN 1993-1-1:2010-12, Ziff. 6.1 (1) Anmerkung 2B und DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12, zu Ziff. 6.1 (1) Anmerkung 2b gesetzt werden darf. Ist ein Stabilitätsnachweis zu führen, so ist in die entsprechenden Formeln nach DIN EN 1993-5 der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_{M1} = 1,1$  einzusetzen.

<sup>3)</sup> Charakteristische Momenten-Tragfähigkeit nach DIN EN 1993-5, Formel (5.2), Ziff. 5.2.2.

x: Profil in dieser Stahlsorte nicht verfügbar.

## Hinweis

Alle Informationen und Empfehlungen in dieser Dokumentation dienen nur der allgemeinen Information. Die Angaben sind ohne Gewähr. Für fehlerhafte Angaben oder fehlende Angaben sowie missbräuchliche Nutzung der gemachten Angaben kann ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l. nicht haftbar gemacht werden. Nutzung der Informationen auf eigene Gefahr und eigenes Risiko. ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l. kann in keinem Fall für Schäden, Verdienstaussfall, finanzielle Verluste oder andere Nachteile, die sich aus der Nutzung der Informationen aus dieser Dokumentation oder aus der Unmöglichkeit ihrer Nutzung ergeben sollten, haftbar gemacht werden. Änderungen am Lieferprogramm vorbehalten.

**ArcelorMittal Commercial RPS S.à r.l.**

Spundwand

66, rue de Luxembourg  
L-4221 Esch-sur-Alzette (Luxemburg)

T (+352) 5313 3105

**ArcelorMittal Commercial Long  
Deutschland GmbH**

Eilper Strasse, 71-75  
D-58091 Hagen | Deutschland

T +49 (0)2331 37 09-41

spundwand@arcelormittal.com  
spundwand.arcelormittal.com



Hotline: (+352) 5313 3105



ArcelorMittalSP



ArcelorMittal Sheet Piling (group)