



## HOCHFESTE UND ULTRAHOCHFESTE HOHLPORFILE FÜR EXTREME ANFORDERUNGEN

Um höchsten Ansprüchen gerecht zu werden, ist eine starke Performance notwendig. endurance extreme Hohlprofile aus hochfesten und ultrahochfesten Stählen besitzen eine hohe Festigkeit, die eine drastische Reduktion der Wandstärke und somit eine deutliche Gewichtseinsparung ermöglicht. Die robusten Rohrlösungen halten den härtesten Alltagsbedingungen und statischen Beanspruchungen stand.

### STAHLORTEN

Die in der Tabelle dargestellten Stahlsorten bilden die Basis für die Marke **endurance extreme**. Darüber hinaus ist endurance extreme auch aus Stahlsorten nach EN10305, EN10338, EN10346 oder VDA239-100 mit einer Mindeststreckgrenze von 500MPa verfügbar.

Stahlsorten	Mindeststreckgrenze ReH [MPa]	Zugfestigkeit Rm [MPa]	Bruchdehnung A [%] (ab 3mm) <sup>a)</sup>	Kerbschlagarbeit [J] bei Prüftemperatur -20°C
S500MH	500	580 bis 760	11	40
S550MH	550	600 bis 760	10	27
S600MH	600	650 bis 820	9	27
S650MH	650	700 bis 880	8	27
S700MH	700	750 bis 950	7	27
S900MH	900	930 bis 1200	5	27
S960MH	960	980 bis 1250	4	27

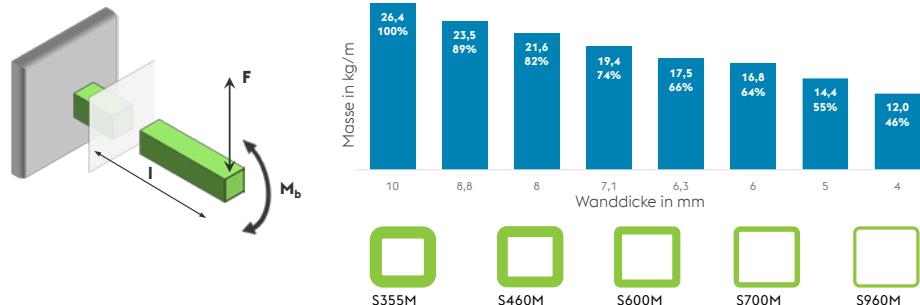
<sup>a)</sup> Für Dicken  $\geq 3$  mm und  $(B+H)/2T \leq 10$  (quadratisch und rechteckig) ist der Mindestwert der Dehnung um 4 zu reduzieren und die maximale Zugfestigkeit um 50 MPa zu erhöhen. Für Profilverhältnisse  $(B+H)/2T > 10$  bis  $< 15$  (quadratisch und rechteckig) ist der Mindestwert der Dehnung um 2 zu reduzieren und die maximale Zugfestigkeit um 50 MPa zu erhöhen.

### QUALITÄT

Ein erhöhter Qualitätsstandard wird durch unsere interne voestalpine Krems Werksnorm sichergestellt. Beispielsweise sind Höhe, Breite oder Schweißnahtmittigkeit bei endurance so bessergestellt. Darüber hinaus werden unsere endurance Hohlprofile nach Kundenwunsch gemäß Bauteilzeichnung gefertigt. endurance extreme erfüllt auf Bedarf auch die Normenforderung EN 10219-3.

### LEICHTBAU

Durch den Einsatz hochfester und ultrahochfester Stahlgüten können Gewichtseinsparungen erzielt werden, und das unter Beibehaltung der Tragfähigkeit. So lässt sich die Masse um bis zu 54% reduzieren. Durch den Einsatz geringerer Wandstärken bei höherer Festigkeit lässt sich folgende Formel anwenden:



$$T_{HSS} = T \times \sqrt{\frac{R_{eH}}{R_{eH-HSS}}}$$

Legende:  
 $T$  Wanddicke bei niederfesten Stahl  
 $T_{HSS}$  Wanddicke High Strength Steel  
 $R_{eH}$  Streckgrenze niederfester Stahl  
 $R_{eH-HSS}$  Streckgrenze High Strength Steel

## SCHWEISSBARKEIT UND SCHWEISSEMPFEHLUNGEN

Damit Hohlprofilkonstruktionen den Qualitätsanforderungen bei Herstellung und Einsatz entsprechen, ist es notwendig, vom Konstruktionsstadium über die Werkstoffwahl bis hin zur Schweißfolge richtig zu planen.

Für ein gutes Schweißergebnis werden folgende Empfehlungen gegeben.

### Zusatzwerkstoff und Schutzgas

Werkstoff (EN10219)	Ver- fahren	Zusatzwerkstoff Massivdraht (135)	Zusatzwerkstoff Fülldraht (136)	Schutzgas	Vorwärmung [°C]
S500MH S550MH	MAG	z.B. BÖHLER Nimoy 1-IG, UNION MoNi, ... ER90S-G (nach AWS A5.28)	z.B. BÖHLER HL 53T-MC, BÖHLER Ti 60T-FD, ... E80T15, E81T1 (nach AWS A5.36)	M21 (z.B. Cargon 18)	---
S600MH S650MH	MAG	z.B. BÖHLER NICO 2,5-IG, ER110S-G (nach AWS A5.28)	z.B. BÖHLER HL 75T-MC, BÖHLER Ti 80T-FD, ... E101T15, E111T1 (nach AWS A5.36)	M21 (z.B. Cargon 18)	---
S700MH	MAG	BÖHLER alform 700-IG, G 79 5 M21 Mn4Ni1, 5CrMo (nach EN ISO 16834-A)	BÖHLER alform 700 L-MC T 69 6 Mn2NiCrMo M M21 1 H5 (nach EN ISO 18276-A)	M21 (z.B. Cargon 18, ...) M20 (z.B. Cargon 10, ...)	---
S900MH	MAG	BÖHLER alform 900-IG, G 89 6 M21 Mn4Ni2CrMo (nach EN ISO 16834-A)	BÖHLER alform 900 L-MC T 89 5 ZMn2NiCrMo M M21 1 H5 (nach EN ISO 18276-A)	M21 (z.B. Cargon 18, ...) M20 (z.B. Cargon 10, ...)	---
S960MH	MAG	BÖHLER alform 960-IG, G 89 5 M21 Mn4Ni2,5CrMo (nach EN ISO 16834-A)	BÖHLER alform 960 L-MC T 89 4 ZMn2NiCrMo M M21 1 H5 (nach EN ISO 18276-A)	M21 (z.B. Cargon 18, ...) M20 (z.B. Cargon 10, ...)	---

<sup>1)</sup> Je nach klimatischen Bedingungen (Unterschreitung des Taupunktes bzw. kondensierende Luftfeuchtigkeit) wird ein Trocknen der Schweißkanten bei mind. 80 °C unmittelbar vor dem Schweißen empfohlen.

<sup>2)</sup> Für den jeweiligen Einzelfall wird eine Abschätzung nach EN 1011-2, C.3 - Methode B bzw. SEW 088 (CET-Methode) und / oder AWS/ANSI D 1.1 (PCP-Methode) empfohlen.

### voestalpine Welding Calculator

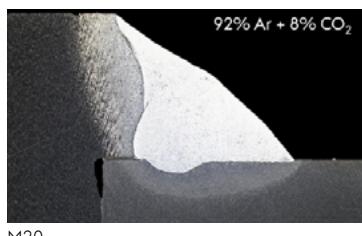
Die Welding Calculator App erleichtert die Berechnung und Planung von Schweißaufgaben, wie Abkühlzeiten, Vorwärmtemperaturen und Zusatzwerkstoffmengen. Entwickelt von voestalpine Steel Division und voestalpine Böhler Welding, ist sie für PC, Android und iOS verfügbar.



### Schutzgas

#### Schutzgas ISO 14175 M21

höherer Aktivgasanteil = tiefer und breiter Einbrand  
siehe nebenstehender Vergleich:



M20

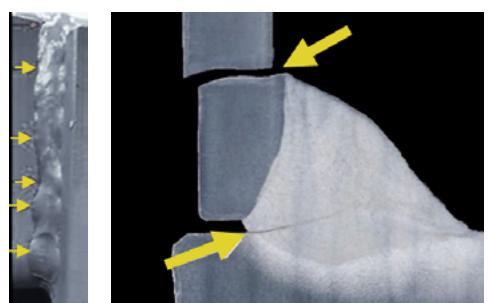
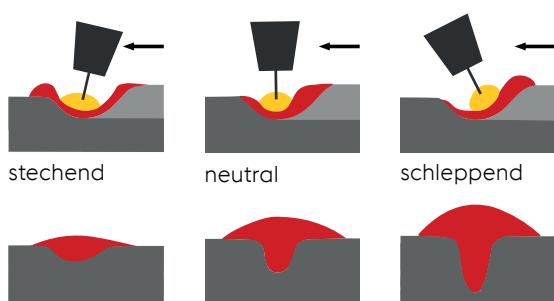


M21

### Brennerstellung

Richtige Brennerstellung für tiefen Einbrand und durchgeschweißte Wurzel

- » Stechend: flache Naht, geringer Einbrand
- » Neutral: normale Naht, normaler Einbrand
- » Schleppend: erhöhte Naht, tiefer Einbrand



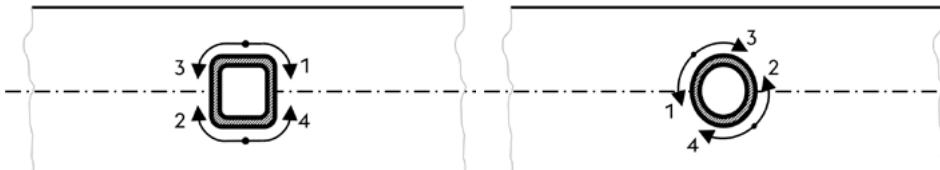
Gleichmäßiger und tiefer Einbrand vor allem in den Fußpunkten Nahtübergang und Wurzel wichtig.

## Gestaltung der Schweißverbindung

### Start- und Endpunkte in Radien vermeiden

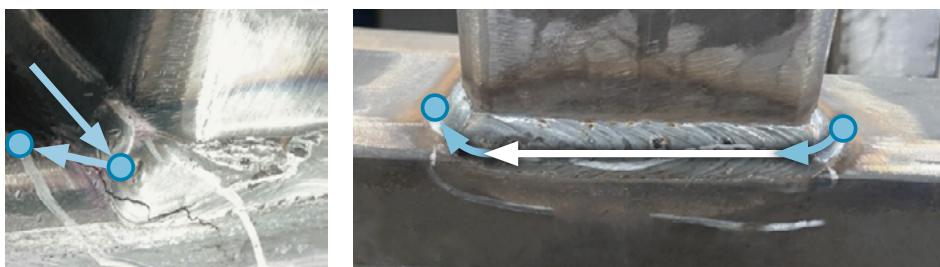
Empfehlung aus EN 1090-2:2018 Anhang E - Geschweißte Hohlprofilverbindungen:

- » Nahtanfangs- und Nahtendstellen einlagiger Schweißnähte sollten so gewählt werden, dass diese nicht direkt an Stellen von bereits vorhandenen Nähten zwischen einer Strebe und dem Gurt liegen.
- » **Nahtanfangs- und Nahtendstellen** von Schweißnähten zwischen zwei zentrischen quadratischen oder rechteckigen Hohlprofilen sollten **nicht bei oder in der Nähe einer Ecke angeordnet** werden.
- » Schweißverbindungen zwischen Hohlprofilen sollten als vollständig umlaufend ausgeführt werden, selbst wenn die volle Nahtlänge zur Kraftübertragung nicht notwendig ist.



### Soweit möglich überlappend Schweißen

Muss aus konstruktiven Gründen der Start- und Endpunkt im Radius liegen, ist der Start und Endpunkt über den Radius hinauszuziehen, um eine Überlappung sicherzustellen. **Dies reduziert die Kerbwirkung erheblich.**



## Schweißnahtvorbereitung

Allgemeine gültige Empfehlungen zur Schweißnahtvorbereitung beachten z.B.:

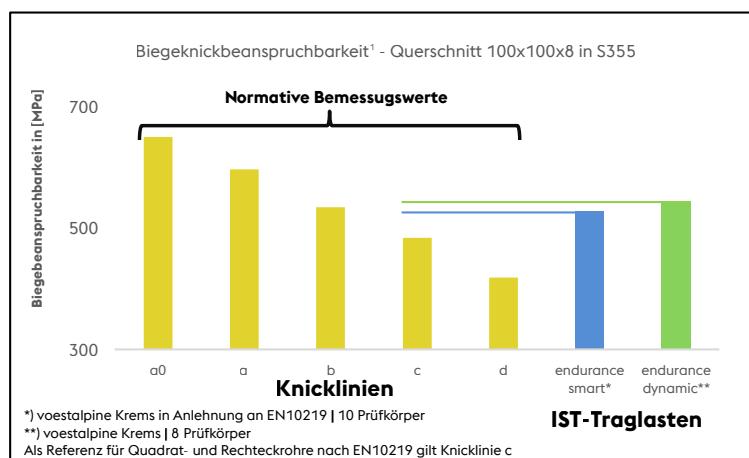
- » Verbundflächen entzündern
- » sauber, fettfrei

## Knicksteifigkeit

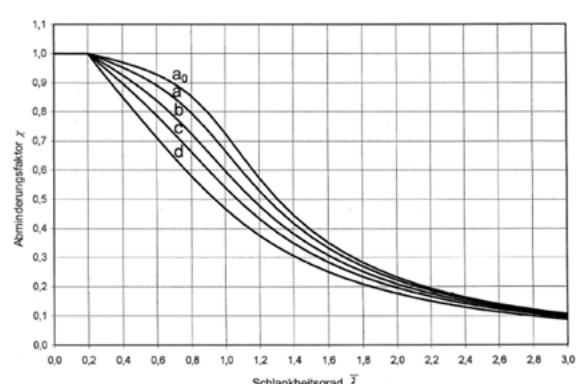
Gemäß gültiger Normen (Eurocode 3: DIN EN 1993-1-1:2010-12) muss für planmäßig zentrisch belastete Druckstäbe ein Bemessungswert der Biegeknickbeanspruchbarkeit nachgewiesen werden.

Ein Berechnungsbeispiel für ein quadratisches Hohlprofil mit Seitenlänge 120mm und Wanddicke 8mm ergibt bei einer Nennstreckgrenze von 355MPa folgende normativen Bemessungswerte. Dem gegenübergestellt wurden Rohre der voestalpine Krems endurance smart und endurance dynamic, welche am Knickstabilitätsprüfstand der Universität München geprüft wurden.

**endurance Hohlprofile übertreffen die Referenz für Quadrat- und Rechteckrohre - Knicklinie C für EN10219 - deutlich:**



1) Dargestellte Traglasten dürfen nicht als Bemessungsgrundlage herangezogen werden



Quelle: Eurocode 3: DIN EN 1993-1-1:2010-12

a0 Knicklinie f. warmgefertigte Hohlprofile ab S460

a Knicklinie f. warmgefertigte Hohlprofile bis S420

c Knicklinie f. kaltgefertigte Hohlprofile (festigkeitsunabhängig)

## Co-Engineering und Anwendung

Nach dem Leitspruch „Von der Entwicklung bis zur Anwendung“ versuchen wir unsere Kunden bereits frühzeitig mit technischem Know-How zu unterstützen

