

Steel Sheet Piling

Welding of steel sheet piles / Soudage de palplanches / Schweißen von Stahlspundwänden



1. Introduction	2
2. Scope	2
3. Normative references	2
4. Welder qualification	4
5. Constructional details	5
5.1 Junction piles and corner piles	5
5.2 Sheet piles of non-standard width	9
5.3 Butt welding of sheet and bearing piles	10
5.4 Thermal cutting	13
5.5 Heat straightening (stress relieving)	15
6. Filler metal	17
6.1 Choice of filler metal	17
6.2 Storage of welding consumables	19
7. Steel weldability	20
7.1 Minimum heat input during welding	20
7.2 Evaluation of welding heat input	22
8. General recommendations	23
9. Inspection	24
1. Introduction	2
2. Domaine d'application	2
3. Références normatives	2
4. Personnel – qualification	4
5. Dispositions constructives	5
5.1 Palplanches de raccord et palplanches d'angle	5
5.2 Palplanches de largeur spéciale	9
5.3 Raboutage des palplanches et pieux	10
5.4 Découpe thermique	13
5.5 Chaude de retrait	15
6. Produits d'apport	17
6.1 Choix des produits d'apport	17
6.2 Stockage des produits consommables pour le soudage	19
7. Soudabilité des aciers	20
7.1 Energie minimale d'apport en soudage	20
7.2 Evaluation de l'énergie de soudage	22
8. Recommandations générales	23
9. Contrôle	24
1. Einleitung	2
2. Anwendungsbereich	2
3. Normenverweis	2
4. Qualifikation des Personals	4
5. Konstruktive Maßnahmen	5
5.1 Eckbohlen und Abzweigbohlen	5
5.2 Spundbohlen mit Sonderbreite	9
5.3 Verlängerung von Spundbohlen und Pfählen	10
5.4 Brennschneiden	13
5.5 Flammrichten durch Schwindungswärme	15
6. Zusatzwerkstoffe	17
6.1 Wahl der Zusatzwerkstoffe	17
6.2 Lagerung von Schweißhilfsstoffen	19
7. Schweißbeignung der Stähle	20
7.1 Mindestenergiezufuhr beim Schweißen	20
7.2 Bestimmung der Schweißenergie	22
8. Allgemeine Empfehlungen	23
9. Prüfung	24

1.

INTRODUCTION

Installation of continuous steel sheet piling and bearing piles may call for site welding and cutting.

This document offers recommendations and guidelines on welding problems encountered when making the more common assemblies, to supplement the information in EN 12063 and EN 12699.

INTRODUCTION

L'exécution de rideaux continus de palplanches métalliques et de pieux de fondation peut nécessiter des opérations de soudage et de découpe sur chantier.

Le présent fascicule a pour but de proposer des solutions et des recommandations aux problèmes de soudage rencontrés lors de la réalisation des assemblages les plus courants en complément de la EN 12063 et EN 12699.

EINLEITUNG

Bei der Ausführung durchgehender Stahlpundwände und Pfahlgründungen können Schweiß- und Schneidarbeiten auf der Baustelle anfallen.

Die vorliegende Anweisung bietet zusätzlich zu EN 12063 und EN 12699 Lösungen und Empfehlungen zu Schweißproblemen, die bei der Ausführung der gängigsten Verbindungen auftreten können.

2.

SCOPE

The welding and cutting operations described relate to ProfilARBED hot rolled U and Z sheet piles and HP bearing piles, and standard structural steel fittings.

Procedures for AS 500 straight web junction piles and HZ bearing piles need special approval and are not dealt with herein.

DOMAINE D'APPLICATION

Les opérations de soudage et de découpe décrites concernent les palplanches en U, Z et pieux HP, laminés à chaud par ProfilARBED, ainsi que les accessoires en aciers de construction courants.

Les raccords en palplanches plates AS 500 ainsi que les pieux HZ font l'objet d'une qualification du mode opératoire spéciale et ne sont pas traités dans ce document.

ANWENDUNGSBEREICH

Die beschriebenen Schweiß- und Schneidarbeiten betreffen warmgewalzte ProfilARBED U- und Z-Spundbohlen, HP-Pfähle sowie das gängige Zubehör aus Baustahl.

Da für Abzweigbohlen aus AS 500 Flachprofilen und HZ-Pfähle ein spezifisches anerkanntes Schweißverfahren zur Anwendung kommt, werden sie in vorliegender Anweisung nicht behandelt.

3.

NORMATIVE REFERENCES

EN 10248-1 1995
Hot rolled sheet piling of non alloy steels – Part 1: Technical delivery conditions

EN 10248-2 1995
Hot rolled sheet piling of non alloy steels – Part 2: Tolerances on shape and dimensions

REFERENCES NORMATIVES

EN 102481 1995
Palplanches laminées à chaud en aciers non alliés – Partie 1: Conditions techniques de livraison

EN 10248-2 1995
Palplanches laminées à chaud en aciers non alliés – Partie 2: Tolérances sur forme et dimensions

NORMENVERWEIS

EN 10248-1 1995
Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen – Teil 1: Technische Lieferbedingungen

EN 10248-2 1995
Warmgewalzte Spundbohlen aus unlegierten Stählen – Teil 2: Grenzabmaße und Formtoleranzen

EN 12699	2000	EN 12699	2000	EN 12699	2000
Execution of special geotechnical work: Displacement piles		Exécution de travaux géotechniques spéciaux: Pieux avec refoulement de sol		Ausführung spezieller geotechnischer Arbeiten (Spezialtiefbau): Verdrängungspfähle	
EN 12063	1999	EN 12063	1999	EN 12063	1999
Execution of special geotechnical work: Sheet pile walls		Exécution de travaux géotechniques spéciaux: Rideaux de palplanches		Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten – (Spezialtiefbau) – Spundwandkonstruktionen	
EN 10034	1993	EN 10034	1993	EN 10034	1993
Structural steel I and H sections – Tolerances on shape and dimensions		Poutrelles I et H: Tolérances de forme et de dimensions		I- und H-Profile aus Baustahl, Grenzabmaße und Formtoleranzen	
EN 10025	1993	EN 10025	1993	EN 10025	1993
Hot rolled products of non alloy structural steels – Technical delivery conditions		Produits laminés à chaud en aciers de construction non alliés – Conditions techniques de livraison		Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen – Technische Lieferbedingungen	
EN 10113	1993	EN 10113	1993	EN 10113	1993
Hot rolled products in weldable fine grain structural steels		Produits laminés à chaud en aciers de construction soudable à grains fins		Warmgewalzte Erzeugnisse aus schweißgeeigneten Feinkornbaustählen	
EN 25817	1992	EN 25817	1992	EN 25817	1992
Arc-welded joints in steel – Guidance on quality levels for imperfections		Assemblages en acier soudés à l'arc – Guide des niveaux d'acceptation des défauts		Lichtbogenschweißverbindungen an Stahl – Richtlinie für Bewertungsgruppen von Unregelmäßigkeiten (ISO 5817:1992)	
EN 287-1/A1	1997	EN 287-1/A1	1997	EN 287-1/A1	1997
Approval testing of welders for fusion welding		Qualification des soudeurs – Soudage par fusion		Prüfung von Schweißern – Schmelzschweißen	
EN 288-1/A1	1997	EN 288-1/A1	1997	EN 288-1/A1	1997
Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 1: General rules for fusion welding		Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Partie 1: Règles générales pour le soudage par fusion		Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 1: Allgemeine Regeln für das Schmelzschweißen	
EN 288-2/A1	1997	EN 288-2/A1	1997	EN 288-2/A1	1997
Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 2: Welding procedures specification for arc welding		Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Partie 2: Descriptif d'un mode opératoire de soudage pour le soudage à l'arc		Anforderungen und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 2: Schweißanweisung für das Lichtbogenschweißen	
EN 288-3/A1	1997	EN 288-3/A1	1997	EN 288-3/A1	1997
Specification and approval of welding procedures for metallic materials – Part 3: Welding procedure tests for the arc welding of steels		Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques – Partie 3: Epreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage à l'arc sur acier		Anforderung und Anerkennung von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe – Teil 3: Schweißverfahrensprüfungen für das Lichtbogenschweißen von Stählen	
EN 439	1994	EN 439	1994	EN 439	1994
Welding consumables – Shielding gases for arc welding and cutting		Produits consommables pour le soudage – Gaz de protection pour le soudage et le coupage à l'arc		Schweißzusätze – Schutzgase zum Lichtbogenschweißen und Schneiden	
EN 440	1994				
Welding consumables – Wire electrodes and deposits for gas shielded metal arc welding of non-alloy and fine grain steels – Classification					

EN 499 1994
Welding consumables – Covered electrodes for manual metal arc welding of non alloy and fine grain steels – Classification

EN 440 1994
Produits consommables pour le soudage – Fils électrodes et dépôts pour le soudage à l’arc sous gaz des aciers non alliés et des aciers à grain fin – Classification

EN 440 1994
Schweißzusätze – Drahtelektroden und Schweißgut zum Metall-Schutzgasschweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen – Einteilung

EN 499 1994
Produits consommables pour le soudage – Electrodes enrobées pour le soudage manuel à l’arc des aciers non alliés et des aciers à grain fin – Classification

EN 499 1994
Schweißzusätze – Umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogen-schweißen von unlegierten Stählen und Feinkornstählen – Einteilung

4.

WELDER QUALIFICATION

PERSONNEL – QUALIFICATION

QUALIFIKATION DES PERSONALS

All thermal cutting, welding and straightening operations described herein shall generally be performed by experienced operators.

Except as otherwise specified:

- welds of acceptance class D to EN 25817 shall be performed by experienced welders;
- welds of acceptance class C to EN 25817 shall be performed by welders qualified to EN 287-1/A1. (The same qualification requirements apply to the performance of tack welds.)

D’une manière générale toutes les opérations de découpe thermique, soudage et dressage décrites dans la présente procédure sont à effectuer par du personnel expérimenté.

Concernant l’exécution des soudures à la conception sauf prescriptions contraires:

- les soudures de classe d’acceptation D svt. EN 25817 doivent être exécutées par des soudeurs expérimentés;
- les soudures de la classe d’acceptation C svt. EN 25817 doivent être exécutées par des soudeurs qualifiés svt EN 287-1/A1. (Ces critères s’appliquent aussi à l’exécution des soudures de pointage.)

Generell gilt, dass alle in vorliegender Verfahrensanweisung beschriebenen Brennschneide-, Schweiß- und Richtarbeiten von erfahrener Fachpersonal auszuführen sind.

Vorbehaltlich anderslautender Vorschriften gilt bezüglich der Ausführung von Schweißarbeiten:

- Schweißnähte der Klasse D gemäß EN 25817 müssen von erfahrenen Schweißern ausgeführt werden;
- Schweißungen der Klasse C gemäß EN 25817 müssen von qualifizierten Schweißern gemäß EN 287-1/A1 ausgeführt werden. (Diese Anforderungen gelten auch an die Ausführung von Heftschweißungen.)



CONSTRUCTIONAL DETAILS

Site assemblies must be designed to keep welding simple and not needlessly complex.

Appropriate measures must be taken to keep to a minimum welding distortions caused by heat input and needing subsequent straightening of the welded parts.

Constructional detail:

Lap welding is simplest and is recommended for site welds.

Product tolerances must be to EN 10248-2.

5.1 Junction piles and corner piles

The figures below illustrate two examples of corner piles using welded prefabricated corner sections.

DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Les assemblages à réaliser sur chantier doivent être conçus de manière à simplifier les opérations de soudage, de façon à réduire le niveau de complexité à la réalisation.

Toutes les dispositions doivent être prises pour réduire le plus possible les déformations dues aux apports calorifiques rendant nécessaire un dressage ultérieur des éléments soudés.

Disposition constructive pour les palplanches:

Le soudage par recouvrement, plus simple d'exécution, est recommandé sur chantier.

Les tolérances sur produit de la norme EN 10248-2 doivent être respectées.

5.1 Palplanches de raccord et palplanches d'angle

Les figures suivantes montrent quelques exemples de palplanches de raccord moyennant le soudage d'un raccord préfabriqué.

KONSTRUKTIVE MASSNAHMEN

Die auf der Baustelle auszuführenden Verbindungen müssen im Hinblick auf die Vereinfachung der Schweißarbeiten und somit der Ausführungsanforderung konzipiert sein.

Es sind sämtliche Vorkehrungen zu treffen, um wärmebedingte Verzüge, die ein darauffolgendes Richten der geschweißten Profile erfordern würden, auf ein Mindestmaß zu reduzieren.

Konstruktive Maßnahme:

Auf Baustellen wird das ausführungsfreundlichere Überlappschweißen empfohlen.

Die Produkttoleranzen der Norm EN 10248-2 sind einzuhalten.

5.1 Eckbohlen und Abzweigbohlen

Folgende Zeichnungen zeigen Beispiele von Eckbohlen, die durch Anschweißen vorgefertigter Schloßprofile hergestellt werden.

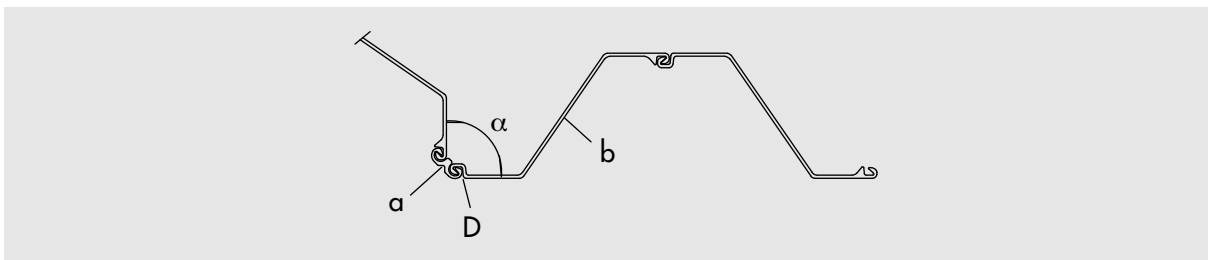


Figure 1:
AZ corner pile with Omega 18

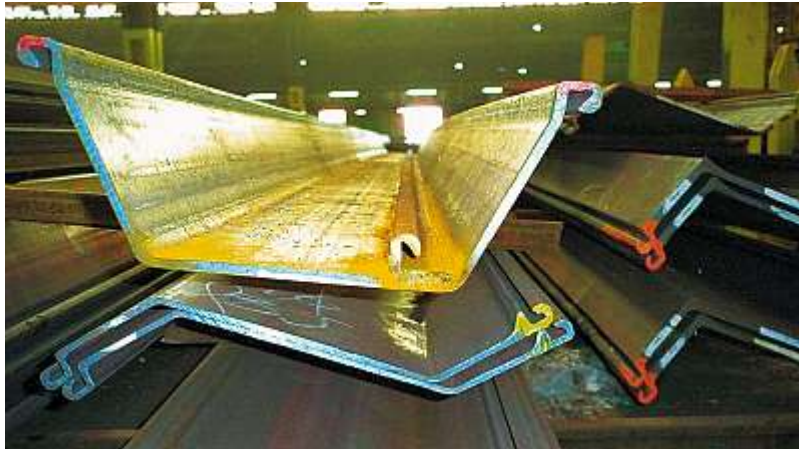
- a prefabricated Omega 18 corner section
- b special corner pile (single or double)
- α connecting angle (90° to 135°)
- D intermittent welds for 30% of total length (except if otherwise specified)

Figure 1:
Palplanche d'angle AZ avec raccord Omega 18

- a raccord Omega 18 préfabriqué
- b palplanche spéciale d'angle (simple ou double)
- α angle de raccordement (90° à 135°)
- D soudure discontinue (30% de la longueur totale de la palplanche sauf prescriptions contraires)

Abb. 1:
AZ Eckbohle mit Omega 18

- a vorgefertigtes Omega 18 Schlossprofil
- b Spezialeckbohle (einfach bzw. doppelt)
- α Anschlußwinkel (90°-135°)
- D unterbrochene Schweißnaht (30% der Gesamtlänge der Spundbohle vorbehaltlich anderslautender Vorschriften)



Assembly and welding procedure for junction piles

- Cut interlock from sheet pile (restraint recommended).
- Straighten interlock with torch or press.
- If necessary, clean edges by wire brushing or similar means.
- Tack weld parts together on horizontal supports.
- Tack welds must not be less than 50 mm long.
- Welding conditions for these welds must be the same as for the main welds.
- Tack welds under main welds must be free from imperfections.
- Perform main welds, 100 mm long at a pitch of 333 mm, beginning at the central one-metre length approx. followed by a one-metre length approx. at each extremity.
- Perform the remaining 100 mm main welds in back-step sequence working from the middle towards the ends.
- Welds D1 and D2 must be staggered and performed alternately, as shown in the figure.
- Welding of the junction piles has to be done in a way to minimise distortions and shrinkage. If necessary, the junction piles should be straightened with a torch after welding.

Assemblage et procédure de soudage pour les palplanches de raccord

- Découpe d'un élément de serrure sur une palplanche (bridage recommandé).
- Dressage de l'élément en utilisant une torche ou une presse.
- Si nécessaire, nettoyage à la brosse métallique ou avec un autre moyen mécanique approprié, des bords à souder.
- Assemblage des éléments sur des supports horizontaux par soudures de pointage.
- Longueur minimale des soudures de pointage: 50 mm.
- L'exécution de ces soudures est soumise aux mêmes conditions de soudage que celles prévues pour les soudures finales.
- La soudure finale devra être exécutée sur une soudure de pointage saine.
- Réalisation des soudures finales de 100 mm de longueur tous les 333 mm en commençant d'abord au centre de l'assemblage sur une distance d'environ 1 m, et, en continuant aux extrémités de l'assemblage sur une distance d'environ 1 mètre aussi.
- Réalisation des soudures finales de 100 mm de longueur dans les parties intermédiaires de l'assemblage selon la procédure «à reculons», en se déplaçant du centre vers les extrémités.
- Au cours des opérations de soudage, les soudures D1 et D2 doivent être réalisées alternativement, comme indiqué sur la figure.
- Le soudage des palplanches de raccord devra être effectué de manière à minimiser toutes les déformations. Si nécessaire ces palplanches devront être redressées au chalumeau après soudage.

Zusammensetzen und Schweißen von Abzweigbohlen

- Abschneiden eines Schlosselements von einer Spundbohle (Einspannen wird empfohlen).
- Richten des Schlossabschnittes mittels Brenner oder Presse.
- Bei Bedarf Reinigung der Fugenvorbereitung mit einer Stahlbürste oder einem anderen geeigneten mechanischen Mittel.
- Zusammensetzen der Profile auf einer horizontalen Auflagefläche durch Heftschiessen.
- Mindestlänge der Heftschiessungen: 50 mm.
- Bei der Ausführung dieser Heftnähte gelten die gleichen Schweißbedingungen wie beim Fertigschweißen.
- Das Fertigschweißen muss auf einer gesunden Heftschiessung durchgeführt werden.
- Ausführen der endgültigen, je 100 mm langen Schweißnähte (in einem Mittenabstand von 333 mm), wobei zuerst in der Mitte, über eine Länge von rund 1 m, begonnen und danach an den Enden, ebenfalls über eine Länge von rund 1 m, fortgefahren wird.
- Ausführen der endgültigen, je 100 mm langen Schweißnähte in den Zwischenbereichen nach dem Pilgerschrittverfahren, ausgehend von der Mitte zu den Enden hin.
- Die Schweißnähte D1 und D2 sind wie in der Abbildung dargestellt wechselseitig auszuführen.
- Das Schweißen der Abzweigbohlen sollte so erfolgen, dass Verformungen, Verzug vermieden werden. Gegebenenfalls müssen die Bohlen nach dem Schweißen warmgerichtet werden.



5.2 Sheet piles of non-standard width

Narrowed or widened sheet piles may be needed to achieve the exact design length of the pile wall or to correct for sideways leaning of the wall. Pile width can be increased or decreased as required.

5.2 Palplanches de largeur spéciale

Les palplanches de largeur spéciale sont utilisées parfois quand il faut obtenir une longueur de rideau exacte ou quand il faut rattraper le dévers accidentel d'un rideau dans son plan. La palplanche peut alors être rétrécie ou élargie.

5.2 Spundbohlen mit Sonderbreite

Spundbohlen mit Sonderbreite werden mitunter benutzt, wenn eine genau einzuhaltende Spundwandlänge vorgegeben ist oder ein unbeabsichtigtes Vor- oder Nacheilen einer Spundwand ausgeglichen werden soll. Die Spundbohle kann in diesem Fall verengt bzw. erweitert werden.

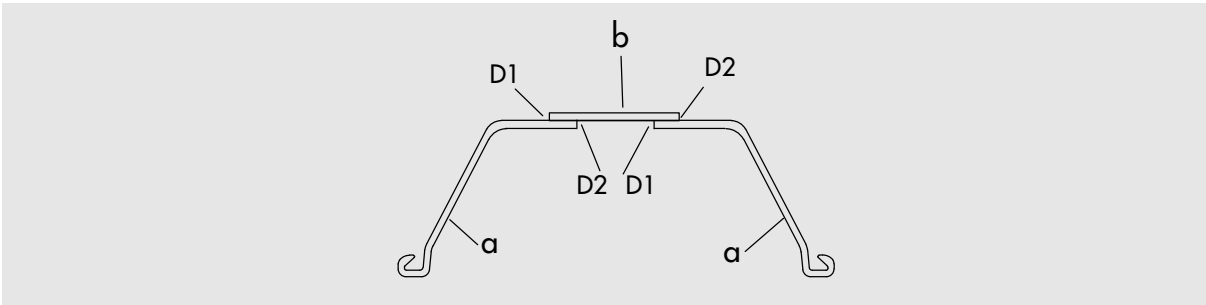


Figure 4:
Widened pile

a U pile
b steel plate
D1, D2
30 % intermittent weld

Figure 4:
Palplanche élargie

a palplanche U
b tôle
D1, D2
soudure discontinue 30 %

Abb. 4:
Erweiterte Spundbohle

a U-Spundbohle
b Blech
D1, D2
unterbrochene Schweißnaht 30 %

5.3 Butt welding of sheet and bearing piles

Sheet pile and bearing pile length is specified by the designer but length limitations (for transport, etc.) may make it necessary to butt weld piles on site. Butt weld details must be such as to provide the required strength of the assembled parts.

Preparations for butt welding piles in the vertical position are shown in the figure below.

5.3 Raboutage des palplanches et pieux

La longueur des palplanches et des pieux est déterminée lors de la conception du projet. Dans certains cas, la limitation de la longueur (transport, manutention, etc.) rend nécessaire l'assemblage bout à bout des éléments de fondations profondes sur chantier. Ces raboutages doivent être dimensionnés de façon à obtenir la résistance requise.

Pour le soudage des palplanches ou pieux en position verticale, les préparations de l'assemblage sont reprises par les croquis ci-après.

5.3 Verlängerung von Spundbohlen und Pfählen

Die Länge der Spundbohlen und Pfählen wird beim Entwurf des Projekts bestimmt. In manchen Fällen werden – bedingt durch die Beschränkung der Länge (Transport usw.) – Stumpfstoßverbindungen von Spundbohlen oder Pfählen auf der Baustelle erforderlich. Die Verbindungen müssen so bemessen sein, dass die erforderliche Festigkeit erzielt wird.

Nachstehende Zeichnungen geben Aufschluss über die Schweißnahtvorbereitung von senkrecht stehenden Spundbohlen oder Pfählen.

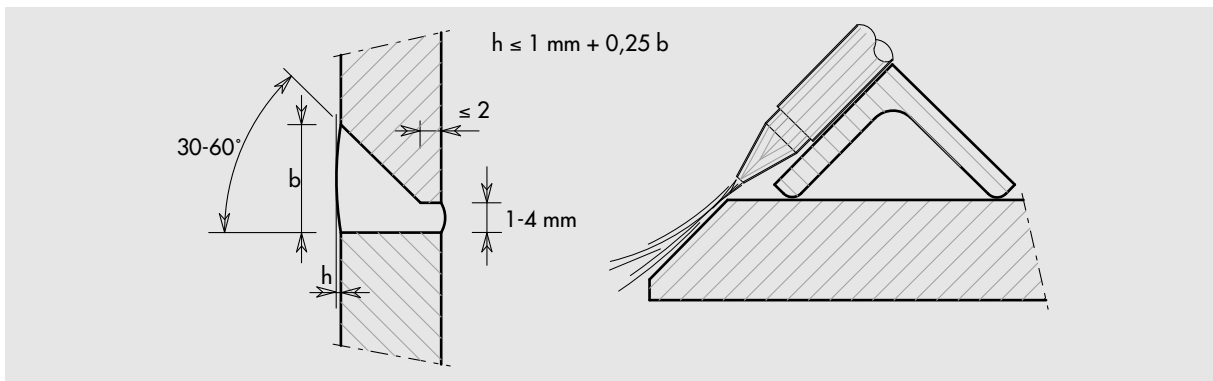


Figure 5:
Joint preparation for welding sheet and bearing piles (vertical position)

Figure 5:
Exécution du joint pour palplanches et pieux (position verticale)

Abb. 5:
Schweißnahtvorbereitung bei Spundbohlen oder Pfählen (vertikale Lage)

Butt welding (with or without splice plate)

The constituent parts must be aligned so that adjacent sheet piles can be properly threaded.

Soudage bout à bout (avec ou sans plaque de raccordement en renfort)

Les palplanches raboutées devront présenter un alignement tel qu'il permettra l'enfilade normal d'autres palplanches.

Stumpfstoßschweißen (mit oder ohne Lasche zur Verstärkung der Verbindung)

Die verlängerten Spundbohlen müssen so ausgerichtet sein, dass normales Einfädeln weiterer Spundbohlen möglich ist.

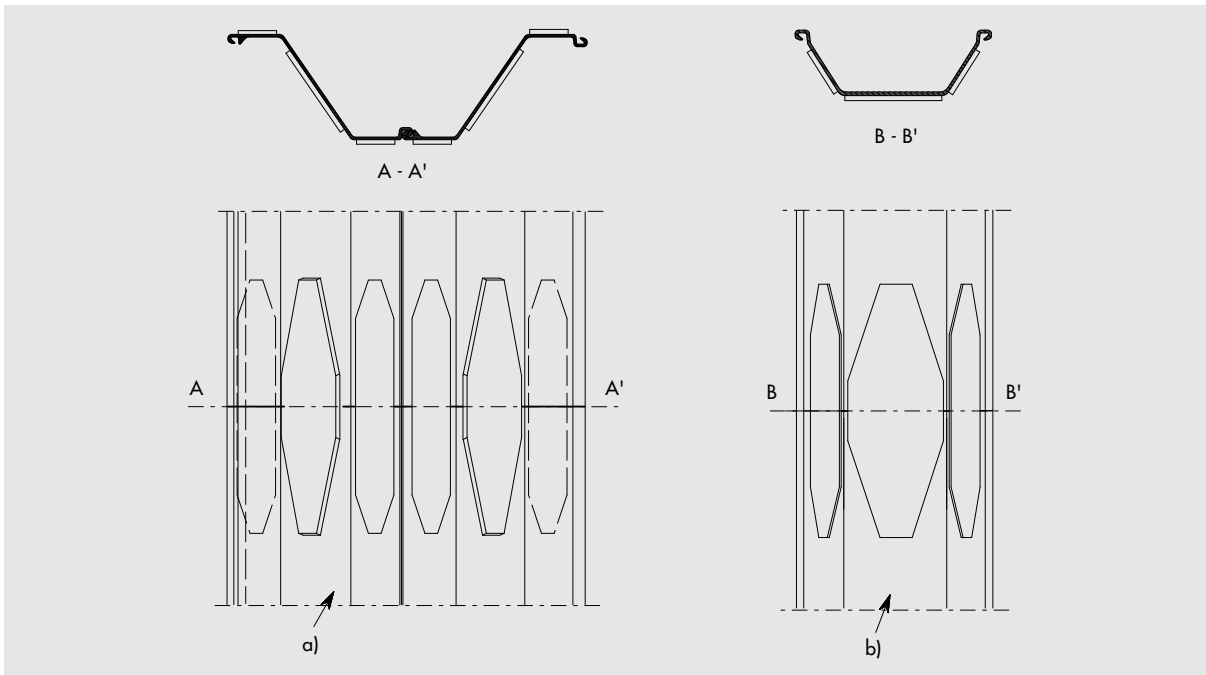


Figure 6:
Pile lengthening with optional splice plate

Figure 6:
Rabotage de palplanches
au moyen de plaques de
recouvrement (facultatif)

Abb. 6:
Verlängerung von Spundbohlen mittels
Laschen (wahlweise)

- a) AZ double pile
- b) U single pile

- a) palplanche double AZ
- b) palplanche simple U

- a) AZ-Doppelbohle
- b) U-Einzelbohle

Splice plates must have tapered ends to avoid sudden variations in inertia along the pile. They are continuously welded around their whole perimeter.

Les plaques de recouvrement sont à découper en biseau à leurs extrémités pour éviter les variations brusques d'inertie des profils. Ces plaques doivent être soudées sur tout leur périmètre.

Die Laschen sind an den Enden anzuschragen, um abrupte Veränderungen der Trägheit der Profile zu verhindern. Sie sind rundum durchgehend zu verschweißen.

Constructional details:

- Welds are not usually made at the interlocks since it would hamper smooth threading of the adjoining piles. Joints should be located at places of low stress. Joints between adjacent piles should be staggered by at least 1.0 m.

Dispositions constructives:

- En général, les serrures ne peuvent pas être soudées afin de permettre un enfilage correct des barres. Il est recommandé de choisir les niveaux de rabotage dans les zones faiblement sollicitées. De même il est recommandé de décaler d'au moins 1,0 m le niveau de rabotage entre palplanches adjacentes.

Konstruktive Maßnahmen:

- Im Allgemeinen dürfen Schlösser nicht verschweißt werden, um ein einwandfreies Einfädeln der Spundbohlen zu ermöglichen. Es wird empfohlen, die Verlängerung in schwach beanspruchten Bereichen vorzunehmen. Ferner wird geraten, die Nahtstellen von benachbarten Spundbohlen mindestens 1,0 m zu versetzen.

Butt welding of bearing piles in the horizontal position is shown versus pile thickness in figure 7.

La disposition pour le soudage bout à bout des pieux en position horizontale est donnée en fonction des épaisseurs par les croquis de la figure 7:

Folgende Zeichnungen führen die Ausführungsvorgaben für die Stumpfstoßschweißung der Pfähle in horizontaler Lage in Abhängigkeit von der Dicke an (Abbildung 7):

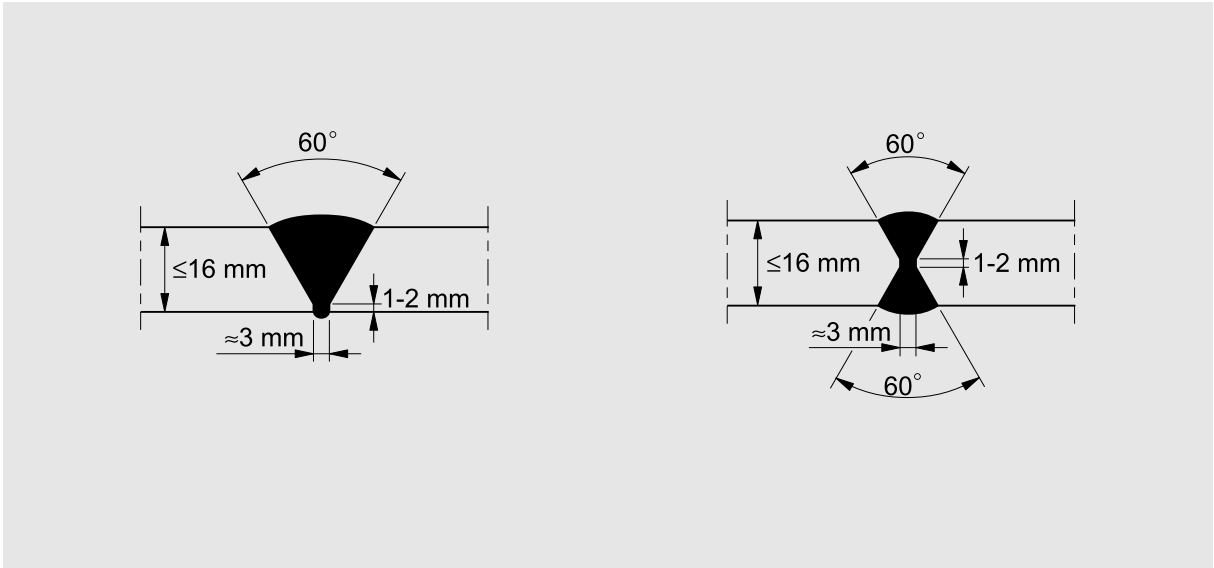


Figure 7:
Joint preparation for welding bearing piles
(horizontal position)

Figure 7:
Exécution du joint pour pieux
(position horizontale)

Abb. 7:
Schweißnahtvorbereitung für Pfähle
(horizontale Lage)

5.4 Thermal cutting

The reaction of sheet and bearing pile steel in the presence of oxygen is sufficiently exothermic for the cut edge to be suitable for welding without any particular preparation.

Flame strength, oxygen pressure and nozzle diameter must suit the sheet pile steel grade and thickness.

5.4 Découpe thermique

La réaction des aciers pour palplanches et pieux en présence d'oxygène est suffisamment exothermique pour obtenir des coupes aptes au soudage sans parachèvement particulier.

La puissance de la flamme, la pression de l'oxygène et le diamètre de la buse de coupe doivent être adaptés à l'épaisseur et à la nuance d'acier de l'élément.

5.4 Brennschneiden

Das Verhalten von Spundwand- und Pfahlstählen gegenüber Sauerstoff ist ausreichend exotherm, um ohne Nachbehandlung schweißfähige Schnittkanten zu erzielen.

Die Flammstärke, der Sauerstoffdruck und der Durchmesser der Brennerdüse müssen auf die Dicke und die Sorte des Spundwandstahls abgestimmt sein.



Cut edges must meet the following criteria for welding.

La qualité des faces de coupe aptes au soudage doit répondre aux critères suivants:

Die schweißfähige Schnittflächen müssen folgenden Kriterien genügen:

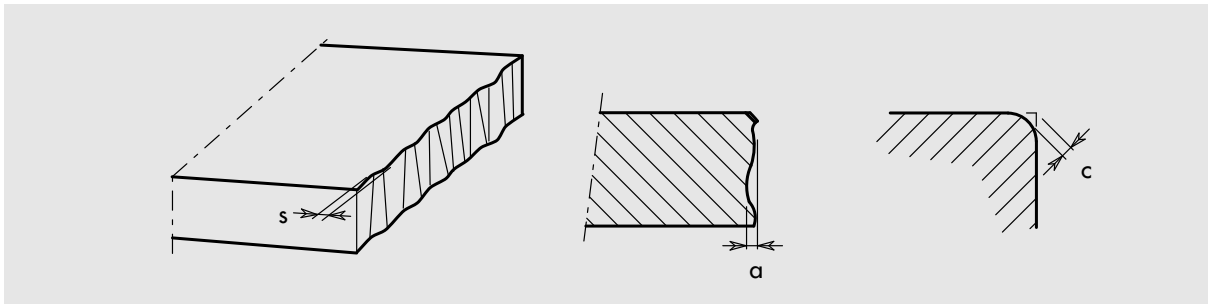


Figure 8:
Cut edge criteria

Figure 8:
Qualités des faces de coupe

Abb. 8:
Beschaffenheit der Schnittflächen

- depth of transverse serrations s : 0.5 mm max
- deviation from flatness a : 1 mm max
- arris fusion c : 0.5 mm max
- accidental notches (scouring): 1.5 mm max
- no hot cracking
- no oxide inclusions

- profondeur des stries transversales s : 0,5 mm max.
- écart de planéité a : 1 mm max.
- fusion d'arête c : 0,5 mm max.
- encoches accidentelles (affouillements): 1,5 mm max.
- absence de criques thermiques
- absence d'amas d'oxydes

- Tiefe der Querriefen s : max. 0,5 mm
- Abweichung von der Ebenheit a : max. 1 mm
- Kantenanschmelzung c : max. 0,5 mm
- Einkerbungen: max. 1,5 mm
- keine Wärmerisse
- keine Oxideinschlüsse

The temperature of the items must be higher than + 5° C for thermal cutting.

La température des pièces à couper thermiquement doit être supérieure à + 5° C.

Die Temperatur der zu schneidenden Werkstücke muss über + 5° C liegen.

Irregularities on the cut faces must be ground down and any loose material removed before welding.

Les irrégularités de coupe doivent être égalisées par meulage et les joints resp. bords à souder sont à nettoyer de tout métal sans liaison intime avec le matériel de base avant soudage.

Unregelmäßigkeiten der Schnittfläche müssen vor dem Schweißen durch Schleifen beseitigt werden. Von den Schweißnahtfugen sind dabei alle Metallpartikel zu entfernen, die vor dem Schweißen nicht fest am Grundwerkstoff anhaften.



5.5 Heat straightening (stress relieving)

Flame straightening consists in upsetting material from the longer zone by heating. Upsetting is effected by localised thermal expansion restrained by the cold part of the pile, followed by shrinkage of the metal as it cools.

Heat straightening is applicable mainly to sheet piles displaying distortion about the Z axis.

Distortions about the Y axis are usually corrected with a press or similar means.

5.5 Chaude de retrait

En cas d'éléments déformés, le principe du dressage à la flamme consiste à refouler la matière de la zone la plus longue par un apport calorifique. Le refoulement est obtenu par une dilatation thermique locale contrariée, soit par bridage naturel (partie froide de la barre, poids propre), soit par bridage externe (vérins hydrauliques qualifiés, poids mort, etc.), suivie d'une contraction du métal au refroidissement.

Le dressage thermique est applicable aux palplanches et pieux pouvant présenter une déformation locale ou longitudinale le long de la barre.

5.5 Flammrichten durch Schwindungswärme

Das Prinzip des Flammrichtens besteht darin, den Werkstoff des längsten Bereiches unter Wärmeeinwirkung zu stauchen. Dies wird durch eine örtliche, durch den kalten Teil der Spundbohle gehemmte Wärmeausdehnung und die darauf folgende Schrumpfung des Metalls bei der Abkühlung erzielt.

Das Flammrichten kommt hauptsächlich bei Spundbohlen zur Anwendung, die einen Verzug um die z-Achse aufweisen.

Ein Verzug um die y-Achse wird im Allgemeinen mit einer Presse o.ä. behoben.

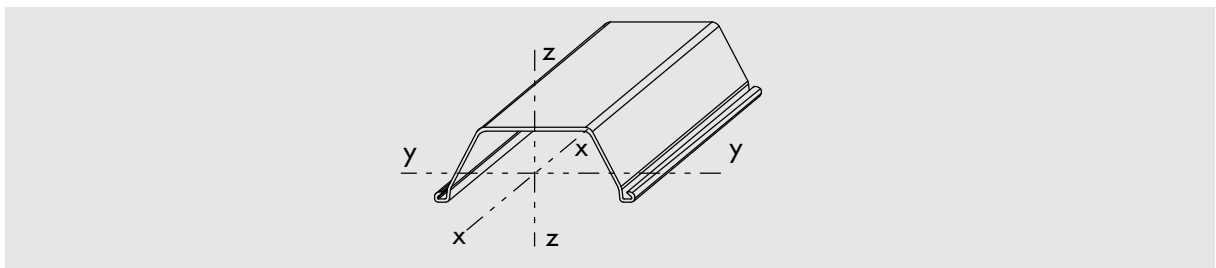


Figure 9:
Definition of axes

Figure 9:
Exemple type de chauffe d'un profilé pieu déformé suivant l'axe faible

Abb. 9:
Bestimmung der Achsen

Work method

- Heat straightening must be performed by experienced workmen.
- The section to be straightened must be placed on a work surface suitable for obtaining the required deformation when the item cools down.
- Heating must be restricted to the surface and not exceed 700°C (dark red colour when the flame is withdrawn). If the section is naturally restrained by cooler surrounding material, the workman must ensure that the temper-

Conditions d'exécution

- Le dressage thermique par chaude de retrait est une opération nécessitant un personnel expérimenté.
- Le profil à redresser doit être déposé sur un plan de travail permettant de réaliser la déformation souhaitée au refroidissement de la barre.
- Le réchauffage doit être localisé en surface, de manière à ne pas dépasser 700 °C (couleur rouge sombre dès l'enlèvement de la flamme). En cas de bridage naturel, l'opérateur devra veiller

Ausführung

- Flammrichten durch Schwindungswärme erfordert erfahrene Fachkräfte.
- Das zu richtende Profil ist so auf einer Arbeitsfläche abzulegen, dass die gewünschte Verformung beim Abkühlen des Werkstücks ungehindert erfolgen kann.
- Das Erwärmen ist örtlich auf die Oberfläche zu begrenzen und darf 700°C nicht überschreiten (Dunkelrotglut beim Wegnehmen der Flamme). Bei natürlicher Behinderung der Wärmedehnung durch die kalte Umgebung ist auf

ature rise affects only the surface of the steel ($\leq 1/3$ of the thickness) so that excessive heat input does not prevent the expected upsetting resulting from expansion being restrained.

- External restraint may accelerate the flame-straightening operation. The section must be restrained in such a way that the steel cannot expand when heated and can contract freely as it cools. The restraining force must not exceed the hot yield force of the section during the heating phase. Additional heating to a temperature of 700 °C inside the section and 900 °C at the surface will not adversely affect the initial mechanical properties of our steels.
- The standard techniques used are vee heating, spot heating, and line heating (Fig. 10). In some cases, a combination of these heating methods may be appropriate.
- In the case of regular distortion along the item, for example, line heating is generally carried out over the whole length of the area to be shrunk.
- After complete cooldown, the item must be inspected for straightness and the operation repeated as necessary.

à ce que la température reste localisée en surface ($\leq 1/3$ de l'épaisseur), pour éviter un apport calorifique trop important, ne permettant plus de réaliser le refoulement de matière escompté par dilatation contrariée.

- Un bridage externe, peut accélérer l'opération de dressage à la flamme. Le bridage doit être réalisé de façon à empêcher la dilatation de l'acier lors du chauffage et de permettre sa libre contraction lors du refroidissement. L'effort de bridage doit être limité, afin de ne pas dépasser la capacité plastique à chaud du profilé lors de la phase de chauffage. Un réchauffage d'appoint à une température de 700 °C jusqu'à cœur et de 900 °C en surface n'altère pas de façon préjudiciable les propriétés mécaniques initiales de nos aciers.
- Les techniques couramment utilisées sont le réchauffage en forme de «V», par point et en ligne (Fig. 10). Dans certains cas, une combinaison de ces formes de chauffe peut être appropriée.
- Lors de déformations régulières le long du profilé par exemple, le réchauffage en ligne est généralement pratiqué sur toute la longueur de la zone à rétrécir.
- Après refroidissement complet, la rectitude de la barre doit être vérifiée et, si nécessaire, l'opération répétée.

eine oberflächliche Erwärmung (über 1/3 der Werkstückdicke) zu achten.

Bei einer zu hohen Wärmezufuhr könnte nämlich die gewünschte, durch die Einspannung hervorgerufene Stauchung ausbleiben.

- Durch zusätzliches Einspannen kann das Flammrichten beschleunigt werden. Die Einspannung ist so auszuführen, dass die Dehnung des Stahls beim Erwärmen behindert wird und der Werkstoff beim Abkühlen ungehindert schrumpfen kann. Die Einspannkraft ist so zu begrenzen, dass sie beim Erwärmen nicht über die Streckgrenze des erwärmten Werkstoffs hinausgehen. Ein zusätzliches Erwärmen auf eine Temperatur von 700° C bis ins Werkstoffinnere und von 900° C an der Oberfläche hat keinen nachteiligen Einfluss auf die ursprünglichen mechanischen Eigenschaften unserer Stähle.
- Als herkömmliche Techniken kommen die Wärmekeil-, Wärmepunkt- und Wärmestrichverfahren zum Einsatz (Abbildung 10). In gewissen Fällen eignet sich eine Kombination dieser Erwärmungsformen.
- Bei durchgehenden Verformungen entlang des Profils wird in der Regel der Wärmestrich über die gesamte Länge der zu schrumpfenden Zone eingesetzt.
- Nach der vollständigen Abkühlung muss die Geradheit überprüft und der Vorgang gegebenenfalls wiederholt werden.

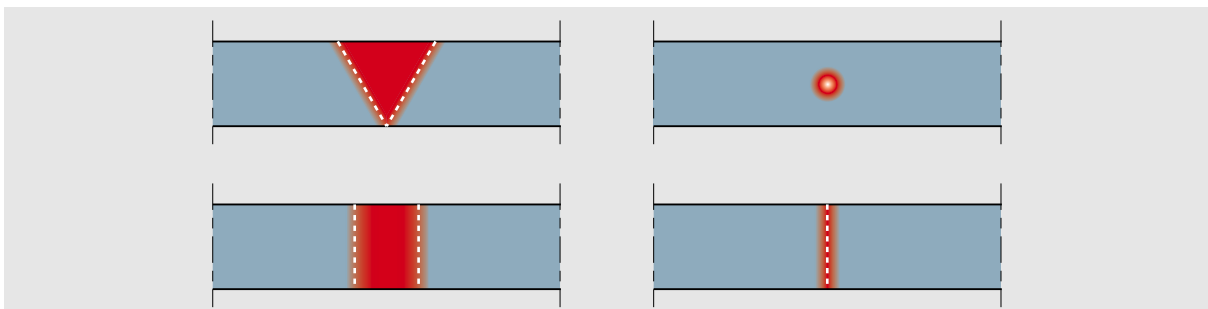


Figure 10:

Figure 10:
Formes standards du chauffage à la flamme

Abb. 10:

6.1 Choice of filler metal

- Filler metal must meet the requirements of current standards and produce a metal deposit with mechanical properties at least equal to those of the base metal.
- ProfilARBED sheet pile steels are weldable with the filler metals available from the leading approved suppliers on the market.
- Standard symbols on packaging identify the quality of the metal deposit, so that the correct filler metal can be chosen in accordance with the table hereunder.
- Where dissimilar steels are to be welded together, the steel quality with the lower strength can be used to select the filler metal.
- The choice of filler metal shown is for guidance only in the absence of approved welding procedures.

6.1 Choix des produits d'apport

- Les produits d'apport doivent satisfaire aux exigences des normes en vigueur et donner un métal déposé dont les caractéristiques mécaniques sont au moins égales à celles du métal de base.
- Les aciers pour palplanches de ProfilARBED sont soudables avec les produits d'apport des principaux fournisseurs agréés du marché.
- Les symboles normés indiqués sur les étiquettes d'emballage permettent d'identifier la qualité du métal déposé et de choisir le produit d'apport suivant les indications du tableau ci-après.
- Pour les assemblages hétérogènes, on peut utiliser la qualité d'acier de résistance la moins élevée pour le choix du produit d'apport.
- Le choix du métal d'apport est donné à titre indicatif à défaut d'une qualification d'un mode opératoire de soudage (QMOS).

6.1 Wahl der Zusatzwerkstoffe

- Die Zusatzwerkstoffe müssen den Anforderungen der geltenden Normen genügen und ein Schweißgut ergeben, dessen mechanische Eigenschaften zumindest denen des Grundwerkstoffes entsprechen.
- Die Stähle der ProfilARBED-Spundbohlen können mit den Zusatzwerkstoffen der größten anerkannten Lieferfirmen des Fachmarktes verschweißt werden.
- Die genormten Symbole auf den Verpackungsetiketten gestatten die Identifizierung des Schweißgutes und die Wahl des Zusatzwerkstoffes gemäß den Angaben der nachstehenden Tabelle.
- Bei heterogenen Verbindungen kann hinsichtlich des Zusatzwerkstoffes die niedrigste Stahlfestigkeitsstufe gewählt werden.
- In Ermangelung eines anerkannten Schweißverfahrens geben folgende Tabellen die Wahl des Zusatzwerkstoffes annäherungsweise an.

Table 1: Filler metals for electrode welding (Symbols from EN 499)

Tableau 1: Produits d'apport pour le soudage à l'électrode (Symboles suivant EN 499)

Tabelle 1: Zusatzwerkstoffe zum Elektrodenschweißen (Symbole nach EN 499)

Grade Nuances Stahlgüten EN 10248-1	Grade EN Nuances usuelles svt. Stahlgüten EN 10025	Grade Nuances usuelles svt. Stahlgüten EN 1011-3 and/et/und HISTAR	Yield strength Résistance/allongement Streckgrenze N/mm ²	Bend test ¹ Essai de flexion ¹ Biegeversuch ¹	Hydrogen Hydrogène Wasserstoff	Coating Enrobage Umhüllung
Sheet piles Palplanches Spundbohlen	Bearing piles Pieux Pfähle	Bearing piles Pieux Pfähle				
S240GP	S235JR S235J0 S235J2		350 350 350	A 0 - 20	H10 H05	R, C, B B B
S270GP	S275JR S275J0 S275J2		350 350 350	A 0 - 20	H10 H05	R, C, B B B
S320GP S355GP	S355JR/J0 S355J2	S355M	350 380 380	A 0 - 20	H10 H05	R, C, B B B
S390GP		S420M	420 420	0 - 20	H10 H05	B B
S430GP		S460M Histar 420, 460, 500	460 460 460	0 - 20 - 20	H10 H05 H05	B B B

¹ A = + 20 °C
0 = 0 °C
- 20 = - 20 °C

Example: EN 499 E38 O B H10 for basic-coated electrode welding of S355GP grade steel.

Ex.: EN 499 E38 O B H10 pour le soudage à l'électrode basique d'un acier de la nuance S355GP.

Z.B.: EN 499 E38 O B H10 für das Schweißen eines Stahls der Güte S355GP mit einer basischen Elektrode.



Table 2: Filler metals for gas shielded welding (Symbols from EN 439 and EN 440)

Tableau 2: Produits d'apport pour le soudage sous flux gazeux (Symboles suivant EN 439 et EN 440)

Tabelle 2: Zusatzwerkstoffe zum Schutzgasschweißen (Symbole nach EN 439 und EN 440)

Grade Nuances Stahlgüten EN 10248-1	Grade Nuances usuelles svt. Stahlgüten EN 10025	Grade Nuances usuelles svt. Stahlgüten EN 10113-3 and/et/und HISTAR	Yield strength Résistance/allongement Streckgrenze N/mm ²	Bend test ¹ Essai de flexion ¹ Biegeversuch ¹	Gas ² Gaz ² Gas ² EN 439	Wire electrode Fil électrode Drahtelektrode EN 440
Sheet piles Palplanches Spundbohlen	Bearing piles Pieux Pfähle	Bearing piles Pieux Pfähle				
S240GP	S235JR S235J0 S235J2		350 350 350	A 0 - 20	M M M	G2Si G2Si G2Si
S270GP	S275JR S275J0 S275J2		350 350 350	A 0 - 20	M M M	G2Si G2Si G2Si
S320GP S355GP	S355JR/J0 S355J2	S355M	350 380 380	A 0 - 20	M M M	G2Si G2Si G2Si
S390GP		S420M	420 420	0 - 20	M M	G3Si G3Si
S430GP		S460M Histar 420, 460, 500	460 460 460	0 - 20 - 20	M M M	G3Si G3Si G3Si

¹ A = + 20 °C
0 = 0 °C
- 20 = - 20 °C

² As indicated by manufacturer
Suivant les indications du fabricant
Gemäß Angaben des Herstellers

Example: EN 440 G38 O M G2Si
for gas shielded welding of S355GP
grade steel.

Ex.: EN 440 G38 O M G2Si pour le
soudage sous flux gazeux d'un acier
de la nuance S355GP.

Z.B.: EN 440 G38 O M G2Si für das
Schutzgasschweißen eines Stahls der
Güte S355GP.

6.2 Storage of welding consumables

All consumables must be handled and stored with care in accordance with current standards and manufacturers' recommendations.

It is inadvisable to use filler metal products showing signs of deterioration such as damaged packaging, cracked or spalled electrode coatings, rusty or dirty wire electrodes, or spalled or damaged copper coatings.

Consumables should be stored in their original packaging in a dry, preferably heated place, out of the weather.

6.2 Stockage des produits consommables pour le soudage

Tous les produits consommables doivent être manipulés et stockés avec précaution, en conformité avec les normes en vigueur et les recommandations du fabricant.

Il est déconseillé d'utiliser des produits d'apport portant des marques de détérioration. Parmi les exemples de détérioration, on peut citer les emballages abîmés, les enrobages d'électrode fissurés ou écaillés, les fils d'apport rouillés ou sales, ou les fils à revêtement de cuivre écaillés ou endommagés.

6.2 Lagerung von Schweißhilfsstoffen

Schweißhilfsstoffe müssen stets sorgfältig entsprechend den Normen und Empfehlungen des Herstellers gehandhabt und gelagert werden.

Es wird davon abgeraten, Zusatzwerkstoffe zu benutzen, die nicht einwandfrei erhalten sind. Anzeichen für nicht einwandfreie Werkstoffe sind etwa: beschädigte Verpackungen, rissige bzw. abgesplitterte Elektrodenumhüllungen, verrostete bzw. verschmutzte Schweißdrähte oder Schweißdrähte, deren Kupfermantel abgesplittert oder sonstwie beschädigt ist.

Except if otherwise specified by the manufacturer, the electrodes are dried for two hours at 250-350 °C. The electrodes should then be protected from further humidity in a drying oven at 120 °C.

Il convient de stocker les produits consommables dans leurs emballages d'origine, dans un lieu sec, chauffé de préférence et convenablement protégé des effets des intempéries.

Avant utilisation et sauf prescription contraire par le fabricant, le séchage des électrodes est effectué durant deux heures à 250 °C-350 °C. Les électrodes doivent être ensuite protégées contre la reprise d'humidité dans une étuve à 120 °C.

Die Hilfsstoffe sollten stets in den Originalverpackungen in einem trockenen, vorzugsweise geheizten und gegen Witterungseinflüsse geschützten Raum gelagert werden.

Vorbehaltlich anderslautender Herstellerangaben sind die Elektroden vor ihrer Benutzung zwei Stunden lang bei 250 °C-350 °C zu trocknen. Um erneute Feuchtigkeitseinwirkung zu verhüten, müssen die Elektroden anschließend in einem Trockenofen bei 120 °C aufbewahrt werden.

STEEL WELDABILITY

SOUDEABILITE DES ACIERS

SCHWEISSEIGNUNG DER STÄHLE

7.

7.1 Minimum heat input during welding

Steel weldability is dependent on many factors such as the weld heat input. The heat input from the arc slows the critical cooling rate of sheet pile steel and thereby reduces the risk of cold cracking.

The following tables show the recommended minimum heat input for welding without preheating of ProfilARBED sheet pile shapes and HP piles according to steel grades.

Shaded boxes in the tables show where preheat may be necessary when the minimum heat input is not achieved for standard size electrodes (diameter 4-5 mm).

When joining dissimilar steels, the steel requiring the higher welding energy is taken. In cold weather (below freezing), preheating to at least 80 °C is necessary, regardless of steel grade.

7.1 Energie minimale d'apport en soudage

La soudabilité de l'acier dépend de nombreux facteurs dont notamment l'énergie calorifique apportée par le soudage. L'apport calorifique de l'arc permet de réduire la vitesse critique de refroidissement des aciers pour palplanches, donc le risque de fissuration à froid.

Les tableaux ci-après indiquent pour les différents profils de palplanches et profils HP, l'énergie minimale d'apport recommandée pour le soudage sans préchauffage en fonction des nuances d'acier ProfilARBED.

Les zones ombrées des tableaux représentent les cas pouvant nécessiter un préchauffage, lorsque l'énergie minimale n'est pas atteinte pour les électrodes de diamètre courant (Ø 4 à 5 mm).

Pour les assemblages hétérogènes, on prend en compte l'acier nécessitant l'énergie de soudage la plus élevée. Par temps froid ($T < 0$ °C) un préchauffage à la température de 80 °C au moins est obligatoire pour toutes les nuances.

7.1 Mindestenergiezufuhr beim Schweißen

Die Schweißbeignung von Stahl hängt von zahlreichen Faktoren ab, darunter insbesondere der Wärmeeinbringung beim Schweißen. Die Wärmezufuhr des Lichtbogens erlaubt es, die kritische Abkühlungsgeschwindigkeit der Spundbohlenstähle und somit die Gefahr der Kaltrissbildung zu reduzieren.

Nachfolgende Tabellen geben Aufschluss über die empfohlene Mindestenergiezufuhr beim Schweißen ohne Vorwärmen. Sie beziehen sich auf die verschiedenen ProfilARBED-Spundbohlenprofile und HP-Profile je nach Stahlsorte.

In manchen Fällen (in den Tabellen durch Schattierung ausgewiesen) ist unter Umständen Vorwärmen erforderlich, sofern die Mindestenergie bei Elektroden gängigen Durchmessers (Ø 4 à 5 mm) nicht erreicht wird.

Bei heterogenen Verbindungen richtet sich die Energiezufuhr nach dem Stahl, der die höchste

Preheating operations must generally follow the rules of best practice.

D'une manière générale, les principes de bonne conduite sont à appliquer en matière de préchauffage.

Schweißenergie benötigt. Bei kaltem Wetter ($T < 0\text{ °C}$) ist für alle Stahlgüten ein Vorwärmen auf mindestens 80 °C erforderlich.

Generell gelten beim Vorwärmen die Grundsätze ordnungsgemäßer Durchführung.

Table 3: Minimum heat input (E) in kJ/cm for welding ProfilARBED sheet piles without preheat ($T \geq +0\text{ °C}$)

Tableau 3: Energies minimales d'apport (E) en kJ/cm pour le soudage des palplanches ProfilARBED

Tab. 3: Mindestenergiezufuhr (E) beim Schweißen von ProfilARBED-Spundbohlen ohne Vorwärmen ($T \geq +0\text{ °C}$) – in kJ/cm

ProfilARBED grades to EN 10248-1 Nuances ProfilARBED suivant EN 10248-1 ProfilARBED-Stahlgüten nach EN 10248-1						
Shape Profil Profil	S240GP E	S270GP E	S320GP E	S355GP E	S390GP E	S430GP E
AZ 12 - AZ 13 - AZ 14	5.5	7	8	8	9	11
AZ 17 - AZ 18 - AZ 19	5.5	7	8	8	9	11
AZ 25 - AZ 26 - AZ 28	7.2	9	13	13	15	15
AZ 34 - AZ 36 - AZ 38	11.5	11.5	17	18	20	20
AZ 46 - AZ 48 - AZ 50	11.5	11.5	17	18	20	20
AU 16	6.8	8.5	12	12	14	14
AU 20	6.8	8.5	12	12	14	14
AU 25	9.5	9.5	13	14	16	16
PU 6	5	6	6.5	6.5	7	9
PU 8	5.2	6.5	7	7	8	10
PU 12	6	7.5	9	9	10	12
PU 16	6.8	8.5	12	12	14	14
PU 20	6.8	8.5	12	12	14	14
PU 25	9.5	9.5	13	14	16	16
PU 32	12	12	17	19	21	21
L2S	6.8	8.5	12	12	14	14
L3S	7.7	9.5	14	14	16	16
L4S	10	10	14	15	17	17

Preheat temperature:

Températures de préchauffage:

Vorwärmtemperaturen:

50 °C

120 °C

Table 4: Minimum heat input (E) in kJ/cm for welding ProfilARBED bearing piles without preheat (T ≥ 0 °C)

Tableau 4: Energies minimales d'apport (E) en kJ/cm pour le soudage des pieux ProfilARBED

Tabelle 4: Mindestenergiezufuhr (E) beim Schweißen von ProfilARBED Pfählen ohne Vorwärmen (T ≥ 0 °C) – in kJ/cm

HP bearing piles Profil pieux HP Profil HP-Pfähle	EN 10025			EN 10113-3	HISTAR
	S235JR	S275JR	S355JR/ S355J0	S355M/S420M	355/420/460
	S235J0	S275J0	S355J0	S460M	500
	E	E	E	E	E
HP200 x 43	5	6	8	8	7
HP200 x 53	5	6	10	10	8
HP220 x 57	6	7	10	10	8
HP260 x 75	6	7	11	11	8
HP260 x 87	8	9	13	13	9
HP305 x 79	6	7	10	10	8
HP305 x 88	6	7	11	11	8
HP305 x 95	7	8	12	12	9
HP305 x 110	8	9	14	14	10
HP305 x 126	9	10	16	16	11
HP305 x 149	12	12	19	19	12
HP305 x 180	12	12	23	23	13
HP305 x 186	12	12	23	23	13
HP305 x 223	12	12	25	25	15
HP320 x 88	6	7	11	11	9
HP320 x 103	8	9	13	13	9
HP320 x 117	8	9	15	15	10
HP320 x 147	12	12	19	19	12
HP320 x 184	12	12	23	23	13
HP360 x 84	6	7	8	8	7
HP360 x 109	7	8	12	12	8
HP360 x 133	8	9	14	14	10
HP360 x 152	9	10	16	16	11
HP360 x 174	12	12	19	19	12
HP360 x 180	12	12	20	20	12
HP400 x 122	8	9	13	13	9
HP400 x 140	8	9	15	15	10
HP400 x 158	9	10	17	17	11
HP400 x 176	12	12	19	19	12
HP400 x 194	12	12	21	21	12
HP400 x 213	12	12	23	23	13
HP400 x 231	12	12	24	24	13

Preheat temperature:

Températures de préchauffage:

Vorwärmtemperaturen:

50 °C

120 °C

7.2 Evaluation of welding heat input

The nominal welding heat input is calculated as

$$E \text{ [kJ/cm]} = \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000}$$

where U = voltage (V)
I = current (A)
v = weld travel speed (cm/min.)

Electrode-welding energy can be read off the chart below from the electrode diameter and the ratio of length of electrode consumed over length of welded seam:

Diameter (mm)	4.0	5.0	6.0
Current (A)	180	235	275

7.2 Evaluation de l'énergie de soudage

L'énergie nominale apportée au soudage est obtenue par la formule suivante:

$$E \text{ [kJ/cm]} = \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000}$$

où U = tension (V)
I = intensité (A)
v = vitesse d'avancement (cm/min.)

L'énergie apportée au soudage à l'électrode peut être lue sur le diagramme suivant en fonction du diamètre de l'électrode et du rapport: longueur de l'électrode consommée/longueur du cordon déposé.

Diamètre (mm)	4,0	5,0	6,0
Intensité (A)	180	235	275

7.2 Bestimmung der Schweißenergie

Der Nennwert der Schweißenergie errechnet sich nach folgender Formel:

$$E \text{ [kJ/cm]} = \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000}$$

wobei U = Spannung (V)
I = Stromstärke (A)
v = Schweißgeschwindigkeit (cm/min.)

Die Energiezufuhr beim Elektrodenschweißen in Abhängigkeit vom jeweiligen Elektrodendurchmesser und dem Verhältnis zwischen der Länge der aufgebrauchten Elektrode und der Länge der Schweißnaht geht aus nachfolgendem Diagramm hervor.

Durchmesser (mm)	4,0	5,0	6,0
Stromstärke (A)	180	235	275

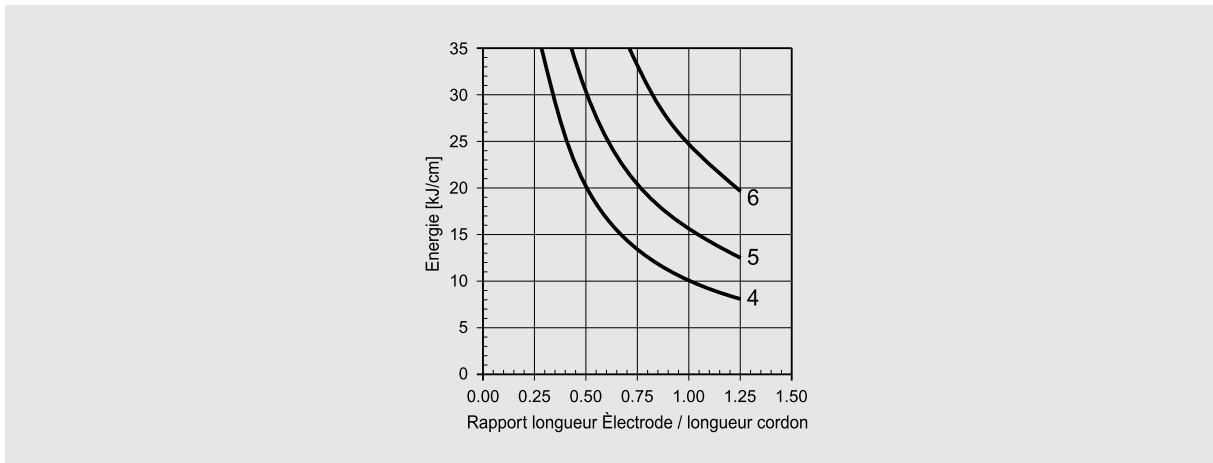


Figure 11:
Nominal heat input versus
electrode length/weld length ratio

Figure 11:
Energie nominale de soudage,
fonction du rapport longueur
électrode/longueur cordon

Abb. 11:
Nennwert der Schweißenergie
in Abhängigkeit vom Verhältnis
Elektrodenlänge/Schweißnahtlänge

GENERAL RECOMMENDATIONS

- The different phases of work must comply with the design specifications.
- Weather conditions must have no deleterious effect on weld quality.
- The working area shall be protected from wind and rain.
- Temperature between passes shall be $< 250\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Except if otherwise specified, fillet welds at T joints must comply at least with the requirements of EN 25817 class D.

RECOMMANDATIONS GENERALES

- Les différentes phases des travaux doivent être conformes aux spécifications définies à la conception.
- Toute influence néfaste des conditions météorologiques sont à éviter.
- L'aire de travail devra en outre être protégée du vent et de la pluie.
- La température entre passes devra être $< 250\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Sauf indication contraire la forme des cordons d'angle doit être au moins conforme aux exigences de la EN 25817 classe D.

ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN

- Die jeweiligen Arbeitsphasen müssen den beim Entwurf festgelegten Spezifikationen entsprechen.
- Ungünstige Witterungseinflüsse sind zu vermeiden.
- Darüber hinaus ist der Arbeitsbereich vor Wind und Regen zu schützen.
- Die Temperatur zwischen den einzelnen Schweißlagen muss $< 250\text{ }^{\circ}\text{C}$ sein.
- Vorbehaltlich anderslautender Angaben muss die Form der Kehlnähte mindestens den Anforderungen der EN 25817 Klasse D entsprechen.

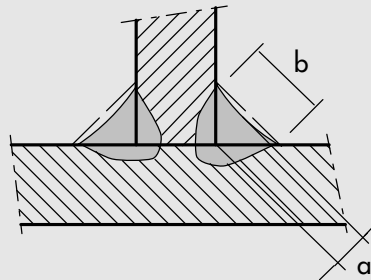


Figure 12:
Fillet welds at T joint

Figure 12:
Cordon d'angle

Abb. 12:
Kehlnähte

- Fillet welds at corner joints must be convex.

- Les cordons d'angle extérieur doivent être arrondis.

- Die Ecknähte müssen als Wölbnähte ausgeführt werden.

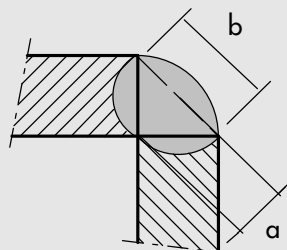


Figure 13:
Fillet weld at corner joint

Figure 13:
Cordon d'angle extérieur

Abb. 13:
Ecknaht

- Weld length ≥ 50 mm.
- Weld seams on cold-formed items must not be closer to the bend than five times the wall thickness.
- Longueur des cordons ≥ 50 mm.
- Les pièces pliées à froid ne doivent pas recevoir de cordons de soudure sur une distance à la zone pliée inférieure à 5 fois l'épaisseur du produit.
- Länge der Schweißnähte ≥ 50 mm.
- Schweißnähte an kaltverformten Bohlen dürfen nur in einer mindestens 5 Mal der Stahldicke entsprechenden Entfernung vom Knickbereich hergestellt werden.

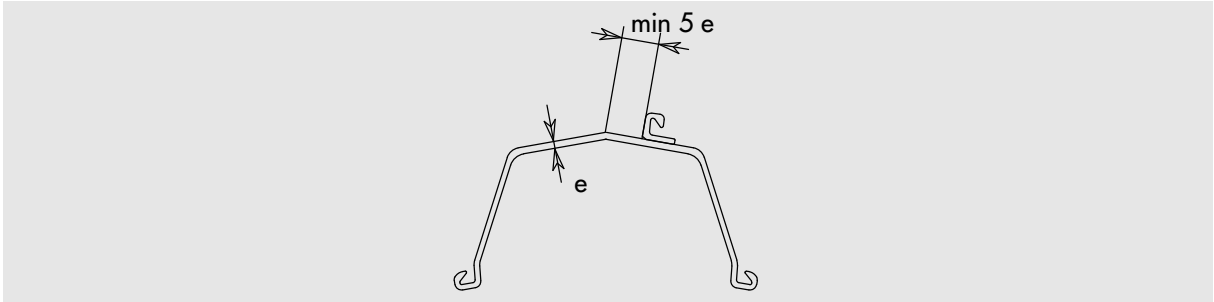


Figure 14:
Bent U pile

Figure 14:
Palplanche U pliée

Abb. 14:
Geknickte U-Spundbohle

- After welding, loose slag and spatter not intimately welded to the base metal must be removed by appropriate mechanical means.
- Après soudage, le laitier, les perles et projections de métal sans liaison intime avec le matériel de base sont à enlever avec un moyen mécanique approprié.
- Nach dem Schweißen sind mit dem Grundwerkstoff nicht fest verbundene Schlacken, Schmelzperlen und Metallspritzer mit einem geeigneten mechanischen Mittel zu entfernen.

9.

INSPECTION

CONTRÔLE

PRÜFUNG

- A procedure sheet as required by EN 288-2 must be prepared for all welding operations.
- Weld quality must be checked by 100 % visual inspection and meet criteria for class D of EN 25817, except if otherwise specified.
- Records must be kept of all tests and inspections.
- Pour toutes les soudures structurales, un descriptif du mode opératoire de soudage suivant EN 288-2 doit être établi.
- Sauf prescriptions contraires, la qualité des soudures est vérifiée par un contrôle visuel à 100 % et doit satisfaire aux critères de la classe D de la EN 25817.
- Les résultats de tous les essais et contrôles doivent être consignés et conservés.
- Für alle Schweißungen ist eine Beschreibung des Schweißverfahrens gemäß EN 288-2 zu erstellen.
- Vorbehaltlich anderslautender Vorschriften sind die Schweißnähte zu 100 % durch Sichtprüfung zu überprüfen und die Güteanforderungen der Klasse D der EN 25817 einzuhalten.
- Die Ergebnisse sämtlicher Prüfungen und Kontrollen sind schriftlich festzuhalten und zu verwahren.



Sheet Piling

Arcelor Commercial RPS S.à r.l.

66, rue de Luxembourg

L-4221 Esch-sur-Alzette (Luxembourg)

Tel. +352 5313 3105

Fax +352 5313 3290

E-mail sheet-piling@arcelor.com

www.arcelor.com/sheetpiling