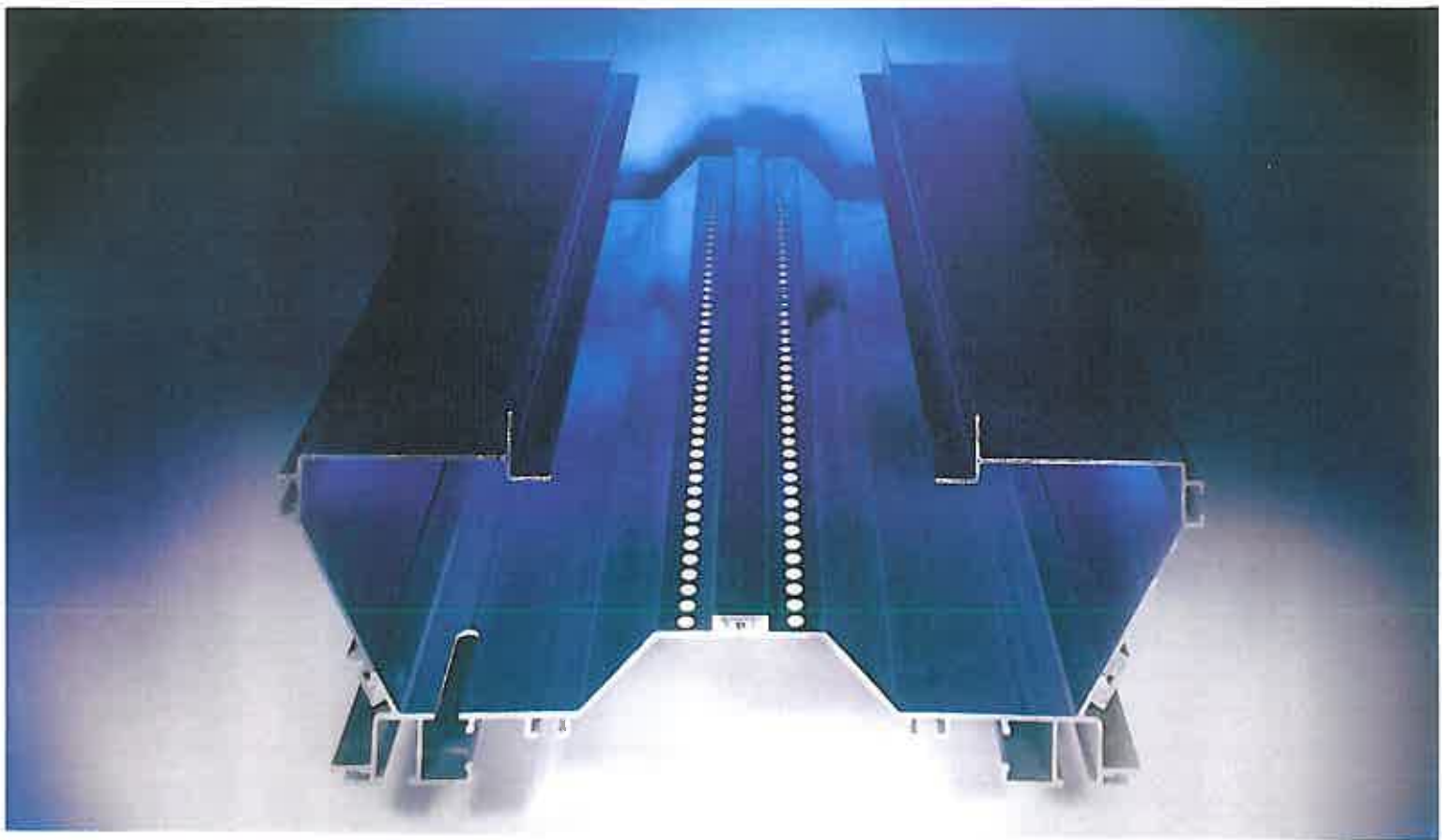


## KALT-PRESS- SCHWEISSEN (KPS)

**MARTINREA HONSEL** <sup>®</sup> 



Heizungs- und Lüftungskanal für Nahverkehrszüge  
*Heating flue / ventilation duct for local trains*

## Kalt-Press-Schweißen (KPS)

Das KPS-Verfahren ist eine von HONSEL entwickelte, patentrechtlich geschützte Sonderanwendung aus dem Gebiet der Kalt-Press-Schweißtechnik. Die in der Benennung enthaltene Buchstabenfolge KPS steht für die Anfangsbuchstaben von Kalt-Press-Schweißen.

Nach DIN 1910 ist Kalt-Press-Schweißen ein Fügeverfahren, bei dem die Verbindung der Fügeteile unter Druck, ohne Wärmezufuhr und ohne Schweißzusatzwerkstoffe erfolgt. Diese Voraussetzungen sind bei den nachfolgend geschilderten Verbindungsverfahren gegeben.

Nach allgemeinem Kenntnisstand erfolgt die metallische Verbindung der Fügeteile beim Kalt-Press-Schweißen dadurch, dass unvollkommene Gitter an den Kristallgrenzen beim Zusammentreffen mit gleichartig im Aufbau gestörten Gittern atomare Kräfte freisetzen, die zu neuen vollkommenen Gittern führen und damit den metallischen Verbund bewirken.

Bei dem hier angesprochenen Verfahren wird der für Press-Schweißen erforderliche hohe Druck durch plastische Deformation an den Spitzen dreiecksförmiger Rippen erzielt; gleichzeitig wird die Oxidschicht an den Schweißstellen durch die Relativbewegung – Reibung bei hohem Anpressdruck – zerstört.

Das Wesentliche am KPS-Verfahren ist die Gestaltung der zu verschweißenden Oberflächen und deren Anordnung in den zu verschweißenden Einzelelementen. Aus der Literatur ist bekannt, dass zur Kaltverschweißung von Aluminium mindestens 200 - 300 N/mm<sup>2</sup> Flächendruck

und mehr als 40 % Umformung an den zur Verschweißung kommenden Oberflächenpartien erforderlich sind. Erst dann ist die für Kaltverschweißung als Voraussetzung geltende atomare Annäherung der Metalloberflächen nach Aufriss der Oxidhäute gegeben. Beide Voraussetzungen sind mit ebenen Verbindungsflächen bei längeren Verbindungsnahten ohne besonderen Aufwand, der jeden wirtschaftlich tragbaren Rahmen sprengen würde, nicht erfüllbar. Wird hingegen eine der miteinander zu verbindenden Flächen mit einer Vielzahl besonders angeordneter Rippen versehen, stehen nur relativ kleine Oberflächenpartien zur Umformung an, und die erforderliche Presskraft ist in einer Größenordnung zu halten, die mit herkömmlichen Einrichtungen wirtschaftlich zu verwirklichen ist. Bedingung für einen metallischen Verbund ist auch, dass in den Bereichen der Oberflächenberührung zwischen zu verschweißenden Flächen die Mehrheit der Oxidhäute verdrängt wird.

Wird unter diesen Bedingungen eine Vielzahl von Flächenteilchen gegeneinander unter relativ hohem Druck und unter Bewegung in absolute Berührung gebracht, entsteht eine Kalt-Press-Schweißverbindung.

Beim hier behandelten Verfahren wird das System des Nut- und Federverbundes durch verrippte Federoberflächen und spezielle Nutgestalt so erweitert, dass mit relativ einfachen Mitteln unter Nutzung der Formgebungsmöglichkeiten an Aluminiumstrangpressprofilen eine Verbindung möglich wird, die für weite Bereiche des Leichtbaues völlig neue Konstruktionen zulässt. Die Feder weist gegenüber der Nut ein Übermaß auf, wäh-

rend die Nut sich nach dem Nutgrund zu leicht verengt. Die Maßgenauigkeit der Fügeflächen und ihr Oberflächenzustand haben wesentlichen Einfluss auf die Festigkeit der Verbindung. Die Nuttiefe sollte nicht über 5 mm liegen.

Wichtige Verfahrensparameter sind Reibweg der Rippen an der Nutwand und Arbeits- oder Einpressgeschwindigkeit.

Als typische Werte wurden ermittelt:

- ▶ Reibweg 5 - 6 mm sowie
- ▶ Einpressgeschwindigkeit 7 - 8 mm/sec.

## VERBINDUNGSFESTIGKEIT

Im Rahmen der Entwicklung wurden unbehandelte, geschmirgelte, gebeizte und anodisierte Proben untersucht mit folgendem Ergebnis:

- ▶ Spitzenwerte zeigten die mit Schmirgeln mittlerer Körnung aufgerauten Oberflächen.
- ▶ Gebeizte Oberflächen zeigten stark verbesserte Verbindungen
- ▶ Anodisierte Oberflächen sind ungeeignet; hier wurden nur an einzelnen Partien Schweißverbindungen erreicht.

Der Einsatz von KPS-Verbindungen als berechenbares Fügeverfahren ist von den mit hoher Sicherheit erreichbaren Mindestfestigkeitswerten abhängig. Schweißbereiche mit messbaren Querschnittsgrößen, sonst Basis für spezifische Festigkeitsaussagen, stehen aber bei dieser Verbindungsart nicht zur Verfügung. Die Untersuchungen haben jedoch bestätigt, dass die Länge des Verbundes wie üblich proportional der erzielten Festigkeit ist. Gilt für 1 cm Verbundlänge die Bruchlast „x“, so ist diese bei 2 cm Verbundlänge 2 · „x“ usw. Den größten Einfluss hat hierbei die Maßdifferenz zwischen Nut und Feder.

Für die KPS-Verbindung gilt:

Auszugskraft  $977 \text{ N/cm} V_L$

Schubbelastung  $\tau_s$ -1.900 N/cm  $V_L$

Die angegebenen Werte sind um den für den jeweiligen Belastungsfall erforderlichen Sicherheitsfaktor zu reduzieren.

$\tau_{zul.}$  für den Werkstoff EN AW-6060 T66 [AlMgSi0,5-F22] ist nach DIN 4113 55 N/mm<sup>2</sup>. Das heißt, erst mit einer Profilmindestdicke von 3,5 mm wird der  $\tau_s$ -Wert der Verbundpartie erreicht. Deshalb wird bei Wanddicken unter 3,5 mm unter Last die kritische Schubspannung im Profil eher erreicht als im KPS-Verbund.

## ZUSAMMENFASSUNG

Das KPS-Verfahren wurde speziell für die Verbindung von Strangpressprofilen entwickelt. Geringer Fertigungsaufwand am KPS-Verbund ermöglicht wirtschaftliche Herstellung beliebig breiter Konstruktionselemente. Bei Festigkeitseigenschaften, die mit einteiligen Profilen vergleichbar sind, ergibt das Verfahren eine Erweiterung der Konstruktionsmöglichkeiten mit Aluminium-Strangpressprofilen. Für relativ groß bemessene Baukörper hohlen Querschnitts, die auf Biegung und auf Torsion beansprucht werden, sind die hohen Schubfestigkeiten des KPS-Verbundes eine hervorragende Voraussetzung für dessen Anwendung. Große Variabilität durch den Einsatz von Einzelprofilen erlaubt die Herstellung von verwickelten Profilkonstruktionen als Gesamtprofil. Bei selbsttätig aushärtenden oder nachträglich warm aushärtbaren Schmelzschweißnähten an Aluminiumwerkstoffen können intermetallische Versprödungen auftreten. Der Übergang zwischen Knet- und Schmelzgefüge bleibt unter Last immer ein Problem. Beim KPS-Verbund ist dieser Umstand nicht existent. Ein weiterer Vorteil dieses Fügeverfahrens gegenüber Schmelzschweißungen jeglicher Art liegt in der Vermeidung von Verwerfungen im Bereich der Schweißpartien, die dort als Folge des Schmelzwärmeeinflusses mehr oder weniger aufwendige Richtarbeit und damit meist unkontrollierbare Eigenstressungen anfallen lassen.

## Cold-Pressure-Welding (CPW)

*This special process, developed by HONSEL and protected by patent, has been used in our production plants. The initials "KPS" stand for "Kalt-Press-Schweißen" - which is a cold pressure welding process "CPW" and is described herein.*

*According to DIN 1910, cold pressure welding is a technique by which components are bonded under pressure without the application of heat or the use of filler material. These conditions are fulfilled by the process described in this document.*

*As is generally known, cold pressure welding between*

*metallic components is achieved by the release of atomic forces by incomplete lattices at the edge of the crystals. These forces lead to the creation of new complete lattices which effects the joint between the components.*

*The high pressure required is achieved by means of plastic deformation at the tips of triangular ribs. The oxide layer in the area to be welded is destroyed simultaneously by relative motion - friction under high pressure.*

*The principal feature of the CPW process is the configuration of the surfaces to be welded, and their arrangement in individual weldable elements. The technical*

literature states that for the cold pressure welding of aluminium, the surfaces concerned must be subjected to a minimum pressure of 200 - 300 N/mm<sup>2</sup>, and at least 40 % deformation. Only then the essential condition for cold pressure welding, i. e. the atomic convergence of the surfaces after destruction of the oxide skin, is achieved. Neither of these conditions can be economically achieved, if even surfaces with long welds are being used. If however, one surface is provided with a number of specially-arranged ribs, the plastic deformation can proceed in relatively small sections, and the necessary pressure can be achieved using conventional equipment. A further essential precondition is that the greater part of the oxide layer be displaced from the contact areas of the surfaces.

A cold pressure weld is created when a number of surface areas are brought into absolute contact under pressure and under friction. The CPW process represents an extension of the tongue and groove system, in which the ribbed surface of the tongue and the shape of the groove in combination with the design potential of aluminium extrusions, make a completely new type of bond possible. The tongue is slightly oversize in relation to the groove which narrows slightly at the bottom. The dimensional accuracy and the condition of the surfaces to be joined are decisive for the strength of the joint. The depth of the groove should not exceed 5 mm.

Important process parameters are the length of the friction path along the groove and the pressing speed.

Typical values are:

- ▶ friction path 5 - 6 mm
- ▶ pressing speed 7 - 8 mm/sec.

### JOINT STRENGTH

In the course of development, untreated, ground, etched and anodised samples were tested. The following results were obtained:

- ▶ samples with surfaces roughened by medium-grained abrasive action showed the best results.
- ▶ results with etched samples showed a improved joint strength.
- ▶ anodised surfaces are not suitable. Effective bonding was only achieved in isolated surface area.

In serial application experience has shown that the CPW joining technique produces the best results with untreated surfaces in the "as extruded" condition. For this reason, the bonding of such components is especially to be recommended, not least because they are well suited for later anodising, if properly designed.

As in the case of conventional bonding techniques, the reliability of cold pressure welding depends on the consistent achievement of certain minimum strength values. Weld areas with measurable cross sections, which are normally used as a basis for determining strength values, do not exist in cold pressure welded components.

However tests have shown, that the length of the joint is indeed proportional to its strength, i. e. if 1 cm joint length has a rupture strength "x" a joint of 2 cm in length will have twice this value, that is 2 · "x". The most important determining factor for rupture strength is the dimensional relation between tongue and groove.

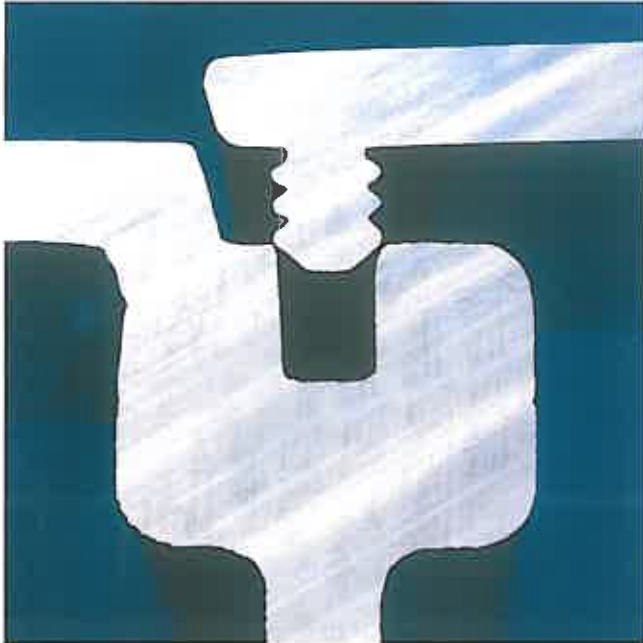
Extraction force  $977 \text{ N/cm} V_L$   
 Shear stress  $\tau_S - 1.900 \text{ N/cm} V_L$   
 $V_L$  is the length of the joint

The given values have to be reduced by the safety margin required for the respective load.

According to DIN 4113, the permissible shear strength for the alloy EN AW 6060 T66 (AlMgSi0,5 F 22) is 55 N/mm<sup>2</sup>. This means that the shear stress of the joint is achieved at a wall thickness of 3,5 mm. When the wall thickness of the extrusion is less than 3,5 mm, the critical shear stress occurs in the extrusion rather than in the CPW joint.

### SUMMARY

Cold pressure welding (CPW) was especially developed for the bonding of extrusions. The simplicity of the process enables assemblies of any width to be manufactured economically. Dimensional accuracy previously obtainable only in smaller extrusions, are now feasible for larger elements. In view of the fact that strength values can be obtained, which are comparable to those of monolithic extrusions, the CPW process represents a significant extension of the design potential of aluminium extrusions. The high shear strength of the CPW bond makes it ideal for application in the case of large hollow sectioned assemblies, which are subject to bending and torsional strains. The versatility achieved by using a number of component extrusions, permits the manufacture of complicated assemblies. The use of self-hardening or additional aged welding materials always involves the risk of intermetallic brittleness. Under stress, the transition area between the melted and ductile grain structures always presents problems, however, with cold pressure welding this does not occur. In addition, warping in the weld area due to the effect of heating is excluded and therefore eliminates problems of internal stress, as well as expensive straightening operations.



Vor dem Fügen:  
Federverrippung in Strangpressrichtung, jedoch quer zur KPS-Einpressrichtung. Die Feder ist ein fester Bestandteil eines der zu verbindenden Einzelprofile, während das zweite Profil die Nut aufweist.

*Before joining:  
The tongue ribs are arranged parallel to the extruding direction but transverse to the CPW pressing direction. The tongue is a feature of one of the components to be bonded, while the second extrusion contains the groove.*



Bild zeigt die Verbundstelle nach dem Fügen (Verpressen).

*Illustration shows the joint after elements have been pressed into place.*

Deutsche Patente:  
DBP 21 32 139  
23 31 155  
23 44 638  
23 44 703

German patents:  
DBP 21 32 139  
23 31 155  
23 44 638  
23 44 703

Auslandspatente vorhanden

International patents existing

Werkstoff EN AW 6060 T66 Material EN AW 6060 T66	
Mindestbruchfestigkeit <sup>1)</sup> (N/cm <sub>VL</sub> ) <sup>2)</sup> Minimum rupture strength <sup>1)</sup> (N/cm <sub>VL</sub> ) <sup>2)</sup>	977
Mindestschubfestigkeit <sup>1)</sup> (N/cm <sub>VL</sub> ) <sup>2)</sup> Minimum shear strength <sup>1)</sup> (N/cm <sub>VL</sub> ) <sup>2)</sup>	1900

<sup>1)</sup> Sicherheitsfaktor berücksichtigen  
Safety margin to be taken into account

<sup>2)</sup> cm<sub>VL</sub> = cm-Verbundlänge  
cm<sub>VL</sub> = cm-joint length

Wichtige Verfahrensparameter Important process parameters	
Flächendruck Surface pressure	200 - 300 N/mm <sup>2</sup>
Umformung Deformation	> 40 %
Reibweg Friction path	max. 5 - 6 mm
Einpressgeschwindigkeit Pressing speed	7 - 8 mm/sec.
Presskraft Pressing force	ca. 8 kN per cm Verbundlänge approx. 8 kN per cm joint length

#### KONSTRUKTIONS-RICHTLINIEN

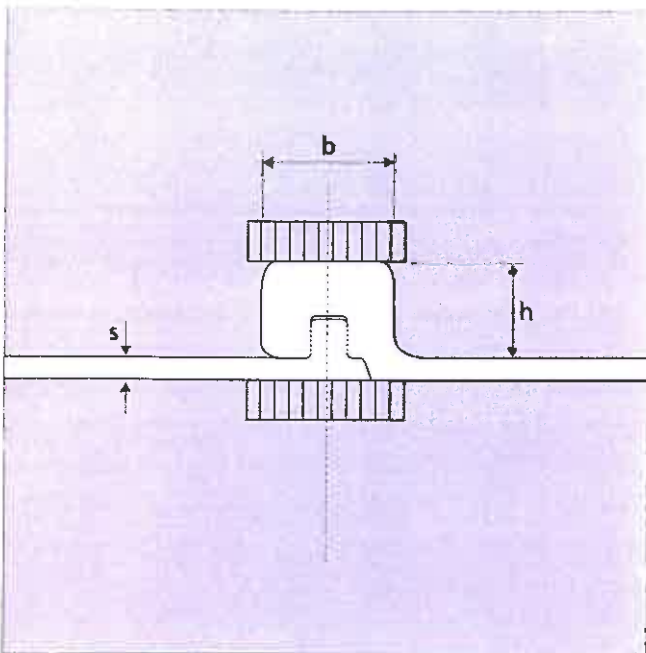
Die anhand der nachfolgenden Schemabilder gegebenen Konstruktions-Richtlinien verstehen sich nur prinzipiell. Vielfältige Gestaltung an praktizierten Anwendungsfällen zeigen, dass das frühe Anfordern von konstruktiver Unterstützung im Verbindungsdetail zu empfehlen ist. Hierzu stehen die Verfahreningenieure von Honsel zur Verfügung.

#### DESIGN-PRINCIPLES

The following diagrams show basic design principles only. Experience in practical application has shown that design consultations on joint details at an early stage in development are to be recommended. The process-engineers of HONSEL remain at your disposal for this purpose.



KPS „EINZELVERBUND“ / CPW "SINGLE JOINT"



Gekennzeichnete Bereiche müssen frei zugänglich sein.  
Marked areas must be easily accessible.

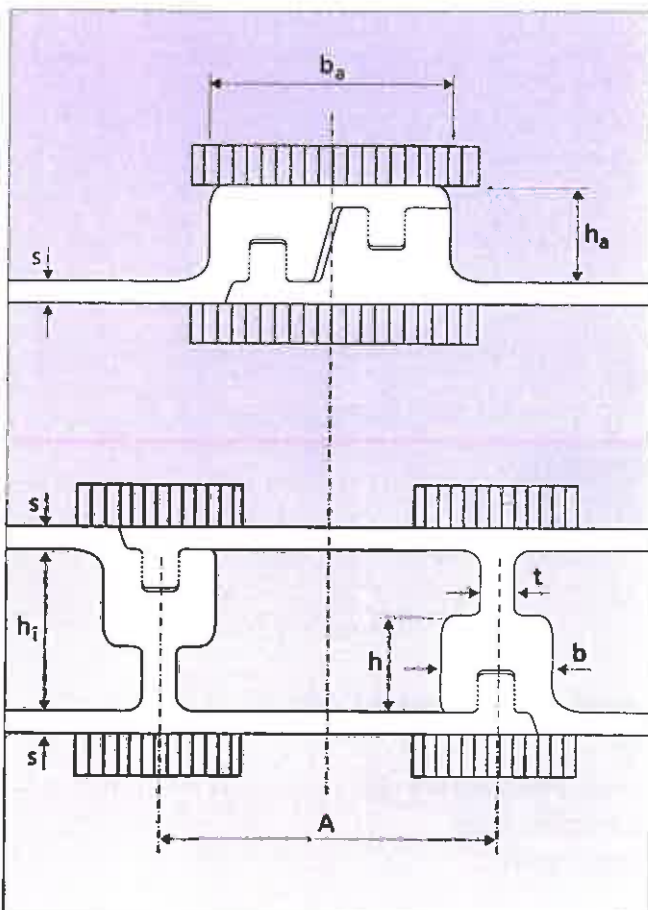


Werkstoff Material			
EN AW-6060	EN AW-6005	EN AW-6082	EN AW-7020
[AlMgSi0,5]	[AlMgSi0,7]	[AlMgSi1]	[AlZn4,5Mg1]

$s \geq 2 \text{ mm}$   
 $h \geq 9,5 \text{ mm}$   
 $b \geq 12 \text{ mm}$   
 $h_a \geq 11 \text{ mm}$   
 $b_a \geq 24 \text{ mm}$

$h_i = 25 \text{ mm} \rightarrow t \geq 3,5 \text{ mm}$   
 $h_i = 35 \text{ mm} \rightarrow t \geq 4,5 \text{ mm}$   
 $h_i = 45 \text{ mm} \rightarrow t \geq 5,5 \text{ mm}$   
 $h_i = 60 \text{ mm} \rightarrow t \geq 7,0 \text{ mm}$

KPS „DOPPELVERBUND“ / CPW "DOUBLE JOINT"



$A \leq 25 \text{ mm}$  bei unsymmetrischen Profilquerschnitten  
with non-symmetrical extrusions

$A \leq 80 \text{ mm}$  bei drehsymmetrischen Profilquerschnitten  
with axially symmetrical extrusions

Lieferlängen / Delivery lengths:  
 Einzelverbund / Single joint max. 5.500 mm  
 Doppelverbund / Double joint max. 4.000 mm

Größere Längen auf Anfrage  
Greater lengths on request



**Martinrea Honsel Germany GmbH**

Niederbergheimer Str. 181 · 59494 Soest  
Tel. +49 2921 978-0 · Fax. +49 291 2921-119  
Info.soest@martinrea-honsel.com  
[www.martinrea-honsel.com](http://www.martinrea-honsel.com)