



WP Nr.: 3
WP Titel: E-Lectures
Deliverable Nr.: 3.1
Titel: Verbunddeckenprofile mit Prägungen
Datum: 31. März 2018

Das GRISPE PLUS Projekt wurde vom Forschungsfonds der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl (RFCS) im Rahmen der Förderungsvereinbarung Nr. 754092 unterstützt	
Autor(en)	
<i>Sokol Palisson Consultants, Anna Palisson</i>	
Zeichnungshistorie	
<i>ENTWURF Nr. 1</i>	
<i>ENTWURF Nr. 2</i>	
<i>ENDFASSUNG - Datum: 31. März 2018</i>	
Verbreitungsgrad	
<i>PU</i>	<i>Öffentlich</i>
<i>PP</i>	<i>Beschränkt auf die Kommissionsdienststellen, die technischen Gruppen Kohle und Stahl und das Europäische Komitee für Normung (CEN).</i>
<i>RE</i>	<i>Beschränkt auf eine von den Begünstigten angegebene Gruppe</i>
<i>CO</i>	<i>Vertraulich, nur für Begünstigte (einschließlich der Kommissionsdienststellen)</i>

DISCLAIMER NOTICE AND EU ACKNOWLEDGEMENT OF SUPPORT

Disclaimer notice

By making use of any information or content in this manual you agree to the following:

No warranties

All the information or content provided in this manual is provided "as is" and with no warranties. No express or implies warranties of any type, including for example implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose, are made with respect to the information or content, or any use of the information or content in this manual.

The authors make no representations or extend no warranties of any type as to the completeness, accuracy, reliability, suitability or timeliness of any information or content in this manual.

Disclaimer of liability

This manual is for informational purposes only. It is your responsibility to independently determine whether to perform, use or adopt any of the information or content in this manual.

The authors specifically disclaim liability for incidental or consequential damages and assume no responsibility or liability for any loss or damage suffered by any person as a result of the use or misuse of any of the information or content in this manual.

The authors will not be liable to you for any loss or damage including without limitation direct, indirect, special or consequential loss or damage, or any loss or damage whatsoever arising from loss of data or loss of business, production, revenue, income, profits, commercial opportunities, reputation or goodwill, arising out of, or in connection with, the use of the information or content in this manual.

The authors do not represent, warrant, undertake or guarantee that the use of the information or content in this manual will lead to any particular outcome or results.

Reasonableness

By using this manual, you agree that the exclusions and limitations of liability set out in this disclaimer are reasonable. If you do not think they are reasonable, you must not use this manual.

Severability

If any part of this disclaimer is declared unenforceable or invalid, the remainder will continue to be valid and enforceable.

"The information and views set out in this report, article, guide, etc. (select the correct word) are those of the author(s) and do not necessarily reflect the official opinion of the European Union. Neither the European Union and bodies nor any person acting on their behalf may be held responsible for the use which may be made of the information or views contained therein"

EU acknowledgement of support

The GRISPE project has received financial support from the European Community's Research Fund for Coal and Steel (RFCS) under grant agreement n° 75 4092.

TEIL 1: BEMESSUNGSREGELN FÜR VERBUNDDECKENPROFILE MIT PRÄGUNGEN

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Bemessungsregeln ist es, eine neue Berechnungsmethode für Verbunddeckenprofile mit Prägungen vorzustellen, wie sie im europäischen Projekt GRISPE PLUS entwickelt wurde.

Die Bemessungsregeln basieren auf den Grundsätzen des Eurocodes im Allgemeinen und den Eurocodes EN 1993-1-3 und EN 1993-1-5 im Besonderen.

Diese neue Berechnungsmethode für Verbunddeckenprofile mit Prägungen basiert auf Versuchen, die im Rahmen des europäischen GRISPE-Projekts (2013-2016) durchgeführt wurden.

Der Hintergrund dieser Methode wird in Anhang 1 beschrieben.

In Kapitel 1 werden die Art der Profile, der Stand der Technik, die wichtigsten Forschungsergebnisse von GRISPE sowie die allgemeinen Bemessungsanforderungen und -regeln beschrieben;

Kapitel 2 beschreibt die Vorbemessung, die während der Vorentwurfsphase zu beachten ist, insbesondere die Überprüfung des Anwendungsbereichs der neuen Entwurfsmethode;

In Kapitel 3 sind die zu beachtenden technologischen Anforderungen einschließlich Tragrahmen, Profileigenschaften und Baugruppen aufgeführt;

Kapitel 4 listet die Materialeigenschaften der Profile auf;

Kapitel 5 spezifiziert die Festlegung von Einwirkungen und Lastfallkombinationen

Kapitel 6 gibt die Grundlagen der Bemessung vor

Kapitel 7 listet die spezifischen, nicht in den Regeln behandelte Bemessungsaspekte auf.

Kapitel 8 erläutert detailliert die neue Berechnungsmethode (Prinzipien, Anwendungsbereich und Beschreibung der Anwendung der neuen Formeln).

Eine Bibliographie und ein Anhang sind enthalten.

VORWORT

Diese Bemessungsregeln wurden mit Unterstützung der RFCS-Förderung Nr. 754092 erstellt.

Diese neue Bemessungsmethode wurde in der Evolutionsgruppe der EN 1993-1-3 in den Jahren 2016-2017 vorgestellt und wird für die Aufnahme in die Eurocodes in Betracht gezogen.

Diese Bemessungsregeln wurde von PALISSON Anna verfasst und in einer GRISPE PLUS Arbeitsgruppe diskutiert, die sich aus folgenden Mitgliedern zusammensetzt:

Mickaël BLANC	Frankreich
Silvia CAPRILI	Italien
David IZABEL	Frankreich
Markus KUHNENNE	Deutschland
Anna PALISSON	Frankreich
Valérie PRUDOR	Frankreich
Irene PUNCELLO	Italien
Dominik PYSCHNY	Deutschland
Thibaut RENAUX	Frankreich
Daniel SPAGNI	Frankreich

Korrespondierende Mitglieder sind unter anderem:

Léopold SOKOL	Frankreich
---------------	------------

ABBILDUNG

Die Abbildungen stammen aus folgenden Quellen:

- Abbildung 1.1.1 – BACACIER
- Abbildung 1.3.1 – KIT
- Abbildung 1.3.2 – KIT
- Abbildung 1.3.3 – KIT
- Abbildung 2.2.1.1 – Auszug aus EN 1993-1-3
- Abbildung 2.2.2.1 – Auszug aus EN 1993-1-3
- Abbildung 6.2.1 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 6.2.2 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.1.1 – BACACIER
- Abbildung 8.1.2 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.1.3 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.1.4 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.1.5 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.1.6 – Auszug aus EN 1993-1-3
- Abbildung 8.2.1 – BACACIER
- Abbildung 8.2.2 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.2.3 – Auszug aus EN 1993-1-3
- Abbildung 8.2.4 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.2.5 – Auszug aus EN 1993-1-3
- Abbildung 8.2.6 - Sokol Palisson Consultants
- Abbildung 8.2.7 - Sokol Palisson Consultants

INHALTSVERZEICHNIS

TEIL 1: BEMESSUNGSREGELN FÜR VERBUNDDECKENPROFILE MIT PRÄGUNGEN	1
UMFANG DER VERÖFFENTLICHUNG	7
BEZEICHNUNGEN.....	7
1. EINLEITUNG	8
1.1. Art der betroffenen Profilbleche.....	8
1.2. Stand der Technik vor GRISPE	8
1.3. Zentrale Ergebnisse von GRISPE	8
1.4. Allgemeine Bemessungsanforderungen und -regeln.....	9
2. VORBEMESSUNG	10
2.1. Anwendungsbereich der neuen Bemessungsmethode.....	10
2.2. Technologische Anforderungen der Profiltafeln	10
2.2.1. Querschnittsformen	10
2.2.2. Querschnittsabmessungen	10
3. TECHNISCHE GRUNDLAGEN	11
4. MATERIALEIGENSCHAFTEN	11
5. EINWIRKUNGEN UND LASTFALLKOMBINATIONEN	11
6. BEMESSUNGSGRUNDLAGEN	11
6.1. Grundlagen	11
6.2. Anwendungsbereich der neuen Berechnungsmethode	11
6.3. Bemessungsverfahren	12
6.3.1. Momententragfähigkeit.....	13
6.3.2. Beanspruchung aus lokaler Lasteinleitung oder Lagerreaktion.....	13
6.3.3. Kombinierte Beanspruchung aus Biegung und lokale Lasteinleitung oder Lagerreaktion	13
7. BESONDERE BEMESSUNGSBETRACHTUNGEN	14
8. BEMESSUNGSBEISPIEL	14
8.1. Erläuterung der Softwareberechnung "2 Aussteifungen - Feld – Endauflager"	14
8.2. Automatische Steuerung der Software – Details zu den Berechnungsschritten	17
LITERATUR.....	23
ANHANG 1	23
TEIL 2: BEMESSUNGSBEISPIEL FÜR VERBUNDDECKENPROFILE MIT PRÄGUNG	24
UMFANG DER VERÖFFENTLICHUNG	27
BEZEICHNUNGEN.....	27
1. EINLEITUNG	28
1.1. Querschnitt der Profile	28

1.2. Querschnittswerte	28
1.3. Abmessungen der Prägungen	29
2. BERECHNUNG DES BRUTTOQUERSCHNITTS A_g.....	30
3. BERECHNUNG DER WIRKSAMEN QUERSCHNITTSFLÄCHE A_{eff}	31
3.1. Schritt 1	31
3.2. Iteration: Schritt 2	35
3.3. Iteration: Schritt 3	38
4. BERECHNUNG DER MOMENTENTRAGFÄHIGKEIT IN FELDMITTE.....	39
5. BERECHNUNG DER AUFNEHMBAREN ENDAUFLAGERKRAFT	39
ANHANG 2	41

UMFANG DER VERÖFFENTLICHUNG

Ziel dieser Veröffentlichung ist es, das neue Bemessungsverfahren für Verbunddeckenprofile mit Prägungen vorzustellen, das zur Aufnahme in den Eurocode EN 1993-1-3 vorgeschlagen wurde.

Diese Bemessungsregeln befassen sich mit aktuellen Situationen.

Für spezielle Fragestellungen (z.B. Öffnung) oder für Ausnahmesituationen (Erdbeben, Feuer, etc.) sind die entsprechenden Bestimmungen der Eurocodes bzw. der EN 1090-4 zu beachten.

BEZEICHNUNGEN

Folgende Formelzeichen werden verwendet:

t: Bemessungsdicke

t_{nom} : Nennblechdicke

t_{eff} : Wirksame Dicke

h_w : Steghöhe

f_{yb} : Basisstreckgrenze

E: Elastizitätsmodul

LS_{Sicke} : Länge der oberen Sicke

zS_{Sicke} : Abstand vom unteren Gurt zur oberen Sicke

LI_{Sicke} : Länge der oberen Sicke

zI_{Sicket} : Abstand vom unteren Gurt zur unteren Sicke

h: Tiefe der Sicke/Einkerbung

ρ : Reduktionsfaktor der Prägung/Einkerbung

t_{red} : Reduzierte Dicke

b_{pi} : Breite der ebenen Querschnitte

$b_{i,eff}$: Wirksame Breite

A_g : Bruttoquerschnittsfläche

A_{eff} : Wirksame Querschnittsfläche

z_G : Lage der neutralen Achse

σ_{xx} : Spannung

χ_d : Abminderungsfaktor für Forminstabilität

$M_{c,Rd}$: Momententragfähigkeit

M_{span} : Momententragfähigkeit in Feldmitte

e_c : Abstand vom gedrückten Gurt zur Position der neutralen Achse

s_n : Breite des Stegteils zwischen dem gedrücktem Gurt und der Position der neutralen Achse

s_{eff} : Wirksamer Querschnitt für den Steg

W_{eff} : Widerstandsmoment

$R_{w,Rd}$: Lokaler Querkraftwiderstand

1. EINLEITUNG

1.1. Art der betroffenen Profilbleche

Diese Bemessungsregeln befassen sich mit Verbunddeckenprofile mit Prägungen und Einkerbungen.

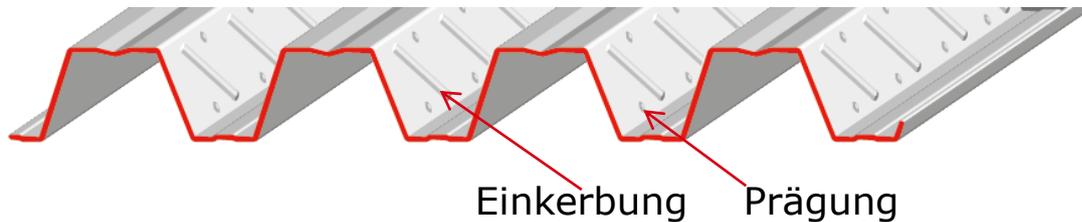


Abbildung 1.1.1 Profilbleche mit Prägungen und / oder Einkerbungen

1.2. Stand der Technik vor GRISPE

Verbunddeckenprofile sind zu einem integralen Konstruktionselement in Verbundplatten für Dächer und Böden geworden, die mit einer Vielzahl von Prägungen und Einkerbungen unterschiedlicher Tiefe vorhanden sind. Sie sind oft das bevorzugte Material für den Innenausbau, gewerbliche und industrielle Sanierungen sowie das allgemeine Baugewerbe, da sie robust, leicht und wartungsarm sind. Um die Schubverbindung zwischen dem Stahl und dem Beton in den Verbundplatten zu erhöhen, werden die Verbunddeckenprofile mit Prägungen oder Einkerbungen versehen.

In der Bauphase, in der die als Schalung verwendeten Profile das Frischbetongewicht und die Baulasten aufnehmen müssen, ist die Wirkung der Prägungen und Einkerbungen für die Momententragfähigkeit nicht günstig. Bisherige Studien [1] [2] [3] [4] haben gezeigt, dass Prägungen die Biegetragfähigkeit der Profilbleche um ca. 10 % verringern und den Widerstand gegen Stegkrüppeln um ca. 10 % erhöhen. Aber das experimentelle Verfahren, das zu diesen Beobachtungen führte, war nicht signifikant genug, um solide Schlussfolgerungen zu ziehen, und definierte nicht die kombinierte Einwirkung von Auflagerkraft und negativem Moment.

Diese Art von Profilblechen wurde im Laufe der Jahre optimiert und viele neue Formen sind auf den Märkten erschienen, die trotz ihrer wachsenden kommerziellen Bedeutung nicht unter die Eurocodes fallen.

In der EN 1994-1 für die Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton wird eine Verbindung zur EN 1993-1-3 hergestellt.

Die EN 1993-1-3 behandelt in Abschnitt 1.5.1 (4) die Profilbleche, aber in Abschnitt 1.5.2 "Formen der Längsaussteifungen" werden die im Verbundbau verwendeten Profile mit Prägungen und Einkerbungen nicht berücksichtigt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in den aktuellen Texten der Eurocodes die einzige Möglichkeit für die Hersteller die Produktfamilie zu bemessen darin besteht, teure und zeitraubende Tests durchzuführen.

1.3. Zentrale Ergebnisse von GRISPE

Zur Ermittlung und zum Vergleich der Widerstandswerte von Verbunddeckenprofilen mit und ohne Prägungen und Einkerbungen (Abbildung 1.3.1; Abbildung 1.3.2 und Abbildung 1.3.4) wurde eine umfangreiche Versuchsreihe von 144 Prüfungen nach EN 1993-1-3 Anhang A an Stahltrapezblechen mit und ohne Prägungen und Einkerbungen durchgeführt.

Zusätzlich wurden 54 Zugversuche an Versuchskörpern mit und ohne Prägungen durchgeführt, um den örtlichen Einfluss von Prägungen zu ermitteln.

Basierend auf dem Zugversuch wurde ein Reduktionskoeffizient der Dicke des Profils für die Prägungen/Einkerbungen definiert. Dieses innovative Bemessungsverfahren wurde durch eine detaillierte Analyse der experimentellen Ergebnisse der 144 globalen Versuche validiert. Zudem

wurden Berechnungsmethoden entwickelt, um die Momententragungsfähigkeit in Feldmitte, den Widerstand gegen Stegkrüppeln und die kombinierte Tragfähigkeit aus Biegung und örtlicher Lasteinleitung oder Lagerreaktion zu bestimmen.



Abbildung 1.3.1 – Bestimmung des Feldmoments



Abbildung 1.3.2 – Bestimmung der Endauflagerkraft



Abbildung 1.3.3 – Bestimmung der Zwischenauflegerkraft

1.4. Allgemeine Bemessungsanforderungen und -regeln

- (1) Die Bemessung von Stahlblechen mit Prägungen/Einkerbungen sollte den allgemeinen Regeln der EN 1993-1-1 entsprechen.
- (2) Für die Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nach EN 1993-1-3 sind geeignete Teilsicherheitsbeiwerte festzulegen.

2. VORBEMESSUNG

2.1. Anwendungsbereich der neuen Bemessungsmethode

Diese Regeln beschreiben die Anforderungen an die Bemessung von Profiltafeln mit Prägungen/Einkerbungen. Die Ausführung von Stahlkonstruktionen aus Trapezprofilblechen ist in der EN 1090 geregelt.

In diesen Bemessungsregeln werden die Bemessungsverfahren beschrieben. Diese Verfahren gelten innerhalb der angegebenen Bereiche von Materialeigenschaften und geometrischen Abmessungen.

Diese Regeln beziehen sich nicht auf die Lastanordnung für Lasten während der Ausführung und Wartung.

Die in diesen Bemessungsregeln angegebenen Berechnungsverfahren sind nur gültig, wenn die Toleranzen der kaltgeformten Profile der EN 1993-1-3 entsprechen.

2.2. Technologische Anforderungen der Profiltafeln

2.2.1. Querschnittsformen

(1) Die Profilbleche haben innerhalb der zulässigen Toleranzen eine konstante Nennblechdicke über ihre gesamte Länge und können entweder einen gleichmäßigen oder einen gesickten Querschnitt haben.

(2) Die Querschnitte der Profilbleche bestehen im Wesentlichen aus einer Anzahl von ebenen Elementen, die durch gebogene Elemente verbunden sind.

(3) Beispiele für Profilquerschnitte sind in Abbildung 2.2.1.1 dargestellt.

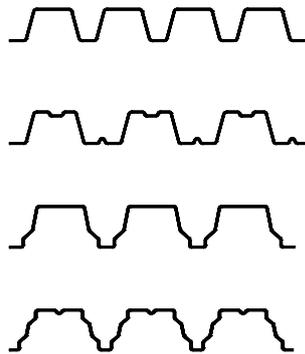


Abbildung 2.2.1.1 – Beispiel für Profilbleche

Die Querschnitte können entweder unversteift sein oder Längsversteifungen in ihren Stegen, Gurten oder beiden Teilen enthalten.

2.2.2. Querschnittsabmessungen

Die Querschnittsabmessungen sollten den allgemeinen Anforderungen der EN 1993-1-3, Abschnitt 1.5.3 entsprechen.

- (1) Die Bemessungsdicke t ist eine Stahlkonstruktionsdicke (die gemessene Stahlkerndicke minus Toleranz, falls erforderlich, gemäß Abschnitt 3.2.4 der EN 1993-1-3), sofern nicht anders angegeben.
- (2) Das Bemessungsverfahren sollte nicht auf Querschnitte außerhalb des in der Tabelle 5.1 der EN 1993-1-3 angegebenen Bereichs der Breiten-/Dickenverhältnisse b/t , h/t , c/t und d/t angewendet werden.

(3)

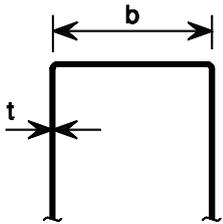
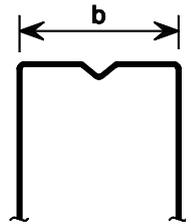
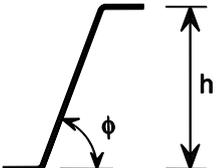
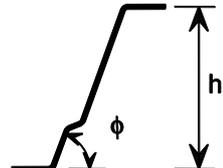
		$b/t \leq 500$
		$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$ $h/t \leq 500 \sin \phi$

Tabelle 2.2.2.1 - Kontrolle der geometrischen Proportionen

3. TECHNISCHE GRUNDLAGEN

Profilblech und CE-Kennzeichnung

Verbunddeckenprofile sind nach der Norm EN 1090-1 CE-gekennzeichnet.

4. MATERIALEIGENSCHAFTEN

Stahlblech

Die Materialeigenschaften sollten den Anforderungen der EN 1993-1-3, Abschnitt 3 entsprechen. Die üblichen Stahlsorten sind die Sorten S320GD + ZA und S350GD + ZA. Die Dickentoleranzen sollten den Anforderungen der EN 1993-1-3, Abschnitt 3.2.4 entsprechen.

5. EINWIRKUNGEN UND LASTFALLKOMBINATIONEN

Die zu berücksichtigenden Einwirkungen und Lastfallkombinationen sind nach EN 1991-1-6 Eurocode 1: "Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauausführung" festzulegen.

6. BEMESSUNGSGRUNDLAGEN

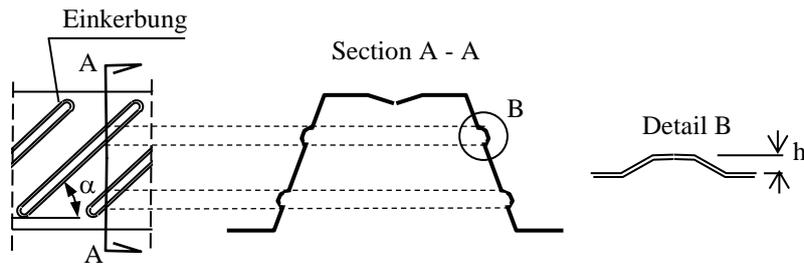
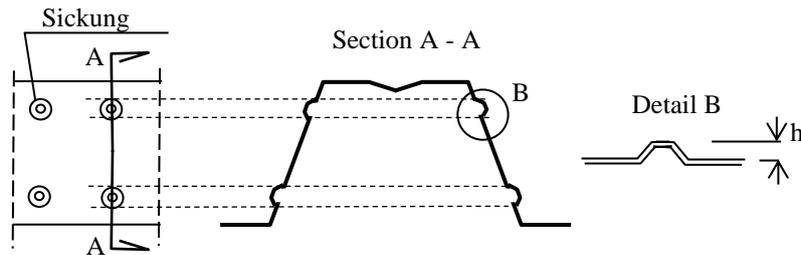
6.1. Grundlagen

Diese neue Bemessungsmethode wird zur Berechnung folgender Eigenschaften gegeben:

- Momententragfähigkeit von Verbunddeckenprofilen mit Einkerbungen und/oder Prägungen
- Widerstand gegen örtliche Lasteinleitung oder Lagerreaktion von Verbunddeckenprofilen mit Einkerbungen und/oder Prägungen
- Widerstand gegen die kombinierte Beanspruchung aus Biegung und lokaler Lasteinleitung oder Lagerreaktion von Verbunddeckenprofilen mit Einkerbungen und/oder Prägungen

6.2. Anwendungsbereich der neuen Berechnungsmethode

Dieses neue Bemessungsverfahren ist für Verbundprofile mit Prägungen (Abbildung (6.2.1) und/oder für Profile mit Einkerbungen (Abbildung 6.2.2).


Abbildung 6.2.1 – Profil mit Einkerbung

Abbildung 6.2.2 – Profil mit Prägung

Gültigkeitsbereich

$$\begin{aligned}
 0,71 \text{ mm} &\leq t_{\text{cor}} \leq 1,21 \text{ mm} \\
 h &\leq 4,0 \text{ mm} \\
 30^\circ &\leq \alpha \leq 60^\circ
 \end{aligned}$$

Für Zwischendicken kann der Reduktionsfaktor r durch lineare Interpolation zwischen den in Tabelle 6.3 angegebenen benachbarten t -Werten bestimmt werden.

Für $t_{\text{cor}} > 1,21 \text{ mm}$ können die angegebenen Werte für $t_{\text{cor}} = 1,21 \text{ mm}$ konservativ übernommen werden.

6.3. Bemessungsverfahren

Wirksamer Blechquerschnitt mit Prägung und/oder Einkerbung.

- (1) Im ersten Schritt ist die wirksame Breite der ebenen Verbundprofile mit Prägungen (Abbildung 6.2.1) oder Einkerbungen (Abbildung 6.2.2) nach 5.5.1(2) der EN 1993-1-3 ohne Berücksichtigung der Prägungen / Einkerbungen zu berechnen.
- (2) Im zweiten Schritt ist die Einkerbung bzw. Prägung unter Berücksichtigung der Prägungen / Einkerbungen (Abbildung 6.2.1/6.2.2) als Plattenelemente über die reduzierte Dicke $t_{\text{red}} = \rho \cdot t_{\text{cor}}$ zu berücksichtigen:
 $\rho = A \cdot h + B$
 Mit.
 - h ist die Tiefe der Prägungen/Einkerbungen in mm (siehe Abbildung 6.2.1 und 6.2.2).
 - A und B sind die in Tabelle 6.3.1 angegebenen Koeffizienten.

Type of local deformation	t (mm)	h (mm)	A	B
Indentation	0.71	0 - 1.5	-0.533	1.000
		1.5 - 2.75	-0.112	0.368
		2.75 - 4.0	-0.025	0.128
	0.96	0 - 1.5	-0.467	1.000
		1.5 - 2.75	-0.186	0.580
		2.75 - 4.0	-0.020	0.122
	1.21	0 - 1.5	-0.401	1.000
		1.5 - 2.75	-0.260	0.792
		2.75 - 4.0	-0.015	0.116
Embossment	0.71	0 - 1.5	-0.267	1.000
		1.5 - 2.75	-0.056	0.684
		2.75 - 4.0	-0.013	0.564
	0.96	0 - 1.5	-0.234	1.000
		1.5 - 2.75	-0.093	0.790
		2.75 - 4.0	-0.010	0.561
	1.21	0 - 1.5	-0.201	1.000
		1.5 - 2.75	-0.130	0.896
		2.75 - 4.0	-0.008	0.558

Tabelle 6.3.1 - Werte der Koeffizienten A und B

(3) Der Querschnitt für die Berechnung des wirksamen Querschnitts sollte so gewählt sein, dass er den ungünstigsten Effekt verursacht.

6.3.1. Momententragfähigkeit

Das Bemessungsmoment eines Querschnitts für die Biegung um eine Hauptachse $M_{c,Rd}$ wird nach EN 1993-1-3 Kapitel 6.1.4 „Biegemoment“ wie folgt ermittelt:

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

Das wirksame Widerstandsmoment W_{eff} sollte auf einem wirksamen Querschnitt beruhen, der nur dem Biegemoment um die jeweilige Hauptachse unterliegt, wobei die maximale Spannung $\sigma_{max,Ed}$ gleich f_{yb}/γ_{M0} ist und die Stabilitätsfälle lokales Beulen und Forminstabilität gemäß Abschnitt 5.5. und 7.1. berücksichtigt werden.

6.3.2. Beanspruchung aus lokaler Lasteinleitung oder Lagerreaktion

Der lokale Querwiderstand des Steges einer Profiltafel mit Prägung und/oder Einkerbung sollte nach der Formel (6.18) der EN 1993-1-3 berechnet werden.

$$R_{w,Rd} = \alpha t^2 \sqrt{f_{yb} E} \left(1 - 0,1\sqrt{r/t} \right) \left[0,5 + \sqrt{0,02 l_a / t} \right] \left(2,4 + (\phi/90)^2 \right) / \gamma_{M1} \quad (6.18)$$

6.3.3. Kombinierte Beanspruchung aus Biegung und lokale Lasteinleitung oder Lagerreaktion

(1) Bei Profiltafeln mit Prägungen und/oder Einkerbungen dürfen die Gleichungen (6.28a), (6.28b) und (6.28c) der EN 1993-1-3 verwendet werden:

$M_{c,Rd}$ = Momententragfähigkeit unter Berücksichtigung der Prägungen und/oder Einkerbungen nach 6.3.2

$R_{w,Rd}$ = lokaler Querwiderstand ohne Berücksichtigung der Prägungen und / oder Einkerbungen (6.3.3)

(2) Querschnitte, die der kombinierten Einwirkung eines Biegemoments M_{Ed} und einer Querkraft aufgrund einer örtlichen Lasteinleitung oder Auflagerreaktion F_{Ed} unterliegen, müssen folgende Anforderungen erfüllen:

Verbunddeckenprofile mit Prägungen

$$M_{Ed} / M_{c,Rd} \leq 1$$

$$F_{Ed} / R_{w,Rd} \leq 1$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} + \frac{F_{Ed}}{R_{w,Rd}} \leq 1,25$$

7. BESONDERE BEMESSUNGSBETRACHTUNGEN

Sachverhalte, die in diesen Bemessungsregeln nicht behandelt werden:

- Feuer
- Erdbeben
- Der Umweltaspekt
- Thermik
- Akustik
- Andere

8. BEMESSUNGSBEISPIEL

8.1. Erläuterung der Softwareberechnung "2 Aussteifungen - Feld - Endauflager"

Die Software ermöglicht die Berechnung des maximal aufnehmbaren Feldmomentes und der Querkrafttragfähigkeit am Endauflager für ein Profil mit zwei Aussteifungen im oberen Gurt und mit longitudinaler Prägung (Einkerbungen).

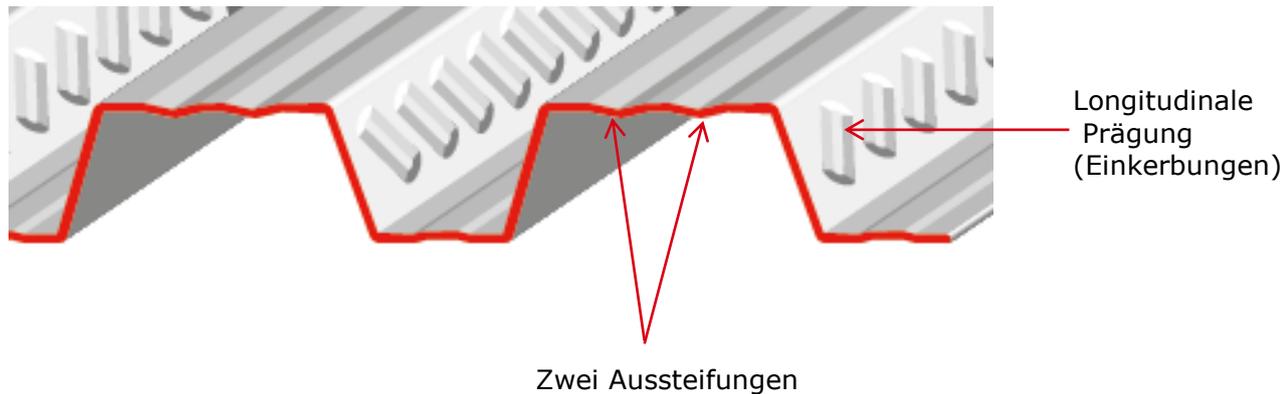


Abbildung 8.1.1 - Stahlblech mit zwei Aussteifungen im Obergurt und mit longitudinaler Prägung (Einkerbung)

1) Bestimmung des Prägungsverhältnis p

Die rote Zelle

Choose $t_{nom} = 0.75 \text{ mm}$ or $t_{nom} = 1 \text{ mm}$	
--	--

 muss mit dem Wert t_{nom} des zu berechnenden Profils gefüllt werden: 0,75 oder 1.

Die rote Zelle

Height of the embossment $h_e < 4 \text{ mm}$	
---	--

 muss mit der Tiefe der Sicking gefüllt werden, die $< 4 \text{ mm}$ sein muss.

Dann wird der Verhältniswert p automatisch von der Software angezeigt.

Zum Beispiel:

- wenn $t_{nom} = 1 \text{ mm}$ und $h_e = 3 \text{ mm}$

Choose $t_{nom} = 0.75 \text{ mm}$ or $t_{nom} = 1 \text{ mm}$ 1

	if $t_{nom} = 0,75 \text{ mm}$	
	$h_e < 4 \text{ mm}$	ρ

Height of the embossment $h_e < 4 \text{ mm}$ 3

if $t_{nom} = 1 \text{ mm}$	
$h_e < 4 \text{ mm}$	ρ
3	0.062

Abbildung 8.1.2 – Ergebnis, wenn $t_{nom} = 1 \text{ mm}$ ist

➤ wenn $t_{nom} = 0,75 \text{ mm}$ und $h_e = 2 \text{ mm}$

Choose $t_{nom} = 0.75 \text{ mm}$ or $t_{nom} = 1 \text{ mm}$ 0.75

	if $t_{nom} = 0,75 \text{ mm}$	
	$h_e < 4 \text{ mm}$	ρ
2	0.150	

Height of the embossment $h_e < 4 \text{ mm}$ 2

if $t_{nom} = 1 \text{ mm}$	
$h_e < 4 \text{ mm}$	ρ

Abbildung 8.1.3 – Ergebnis, wenn $t_{nom} = 0.75 \text{ mm}$ ist

ratio ρ
0,150

Dieser Wert wird automatisch in der Tabelle im Abschnitt "2° Parameter" angezeigt.

2) Parameter

Alle roten Zellen müssen mit den Profilabmessungen (Abbildung 8.1.4 und Abbildung 8.1.5) gefüllt werden: innerer Biegeradius R , Winkel θ , Konstruktionsdicke t , Nennblechdicke t_{nom} , Profilewellenlänge $[x]$, Steghöhe h_w , Tiefe der oberen Versteifung d_s , Tiefe der unteren Versteifung d_i , Basisstreckgrenze f_{yb} , Elastizitätsmodul E , Länge l_r die Länge der oberen Sicking LS_{Sicke} , Abstand vom unteren Gurt zur oberen Sicking, Länge der unteren Sicking LI_{Sicke} , und Abstand vom unteren Gurt zur unteren Sicking:

R1 (mm)	θ_1 (rad)	R2 _{sup} (mm)	R2 _{inf} (mm)	θ_2 (rad)	t_{nom} (mm)	t (mm)

Pitch (mm)	h_w (mm)	d_s (mm)	l_r (mm)	d_i (mm)	f_{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	γ_{M0}

$LS_{embossment}$ (mm)	$LI_{embossment}$ (mm)	$zS_{embossment}$ (mm)	$zI_{embossment}$ (mm)

Tabelle 8.1.1 - Zellen, die mit den Profilabmessungen gefüllt werden sollen

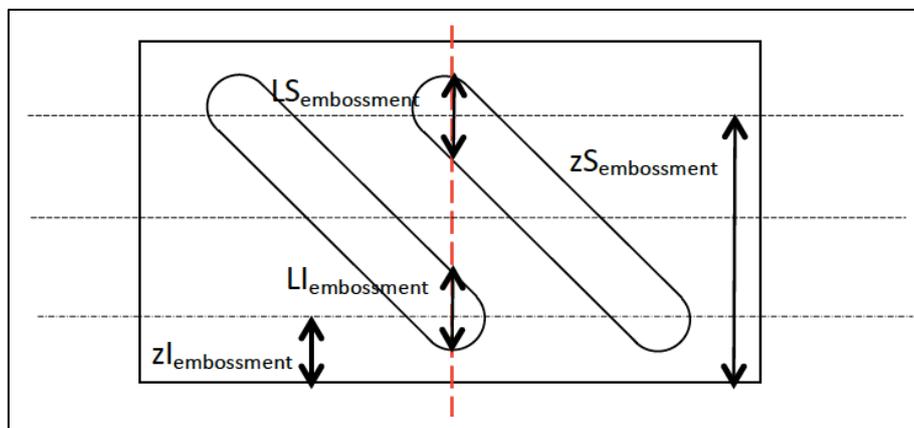


Abbildung 8.1.4 – Abmessung der longitudinalen Prägungen

Dann wird der Wert des Verhältnisses p automatisch von der Software angezeigt.

Füllen Sie die roten Felder der folgenden Tabelle mit den Abmessungen (b_{pi}) aller Elemente von $\frac{1}{2}$ Profilwellenlänge [x]. Die Elementnummern sind in der Abbildung 8.1.5 angegeben. Die Länge der Elemente wird aus den Mittelpunkten « P » der benachbarten Eckelemente gemessen, wie in Abbildung 8.1.6 dargestellt.

Element	b_{pi} (mm)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Tabelle 8.1.2 - Zellen, die mit den Abmessungen der Elemente gefüllt werden sollen

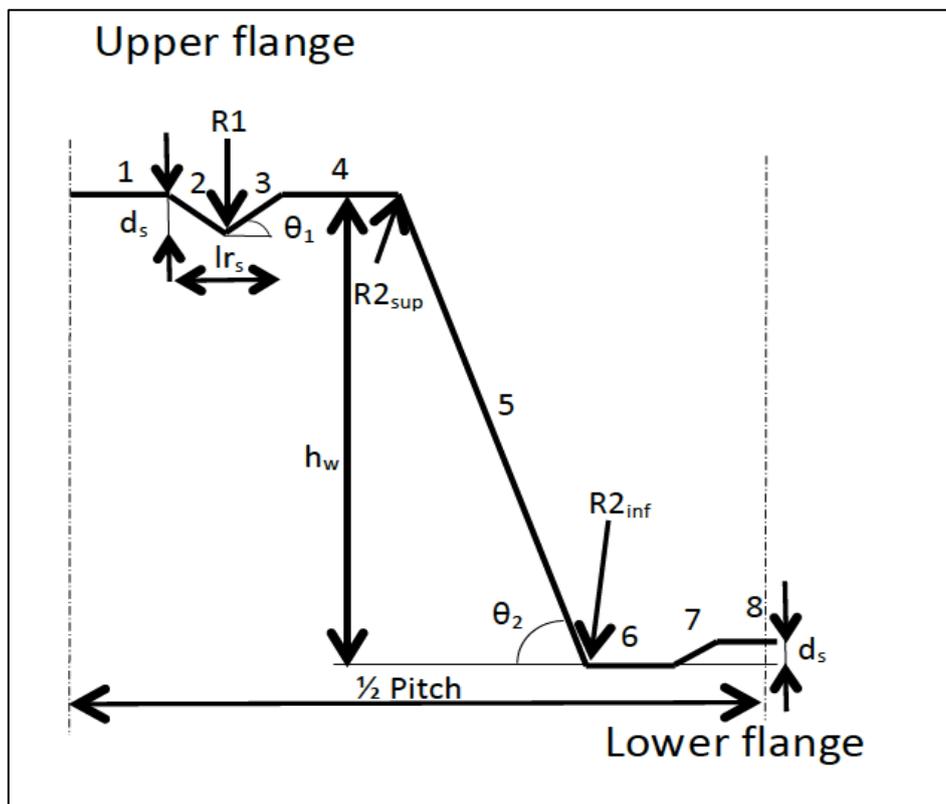


Abbildung 8.1.5 - Elementnummern und Daten

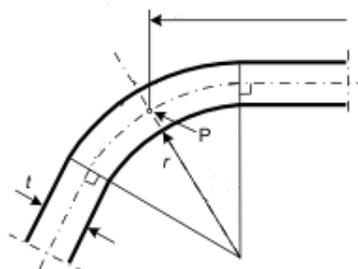


Abbildung 8.1.6 Länge der Elemente gemessen ab Mittelpunkten « P »

3) Kontrolle der geometrischen Proportionen

Die Software zeigt automatisch die Kontrolle der geometrischen Proportionen an.

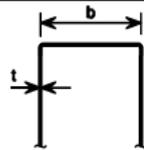
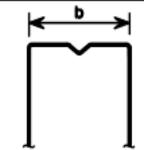
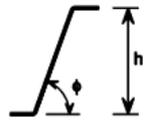
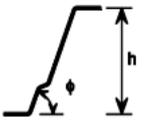
	$b/t=$	94,37			$b/t \leq 500$
	$\theta_2=$	72,00			
	$h/t=$	84,51			$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$
	$500\sin(\theta_2)=$	475,52			
	$r < 0,04 t E/f_y$	18,64			$h/t \leq 500 \sin\phi$

Tabelle 8.1.3 - Automatische Überprüfung der geometrischen Proportionen

4) Ergebnisse

Die Software zeigt automatisch die Ergebnisse an:

➤ Aufnehmbares Feldmoment **$M_{span} = 4.45 \text{ kNm/m}$**

➤ Querkrafttragfähigkeit am Endauflager **$R_{endsupport} = 6.89 \text{ kN/m}$**

8.2. Automatische Steuerung der Software - Details zu den Berechnungsschritten

Die automatische Steuerung basiert auf der Berechnung der Momenten Tragfähigkeit in Feldmitte eines Profils mit einer Dicke von 0,75 mm und einer Prägungstiefe von 2,2 mm.

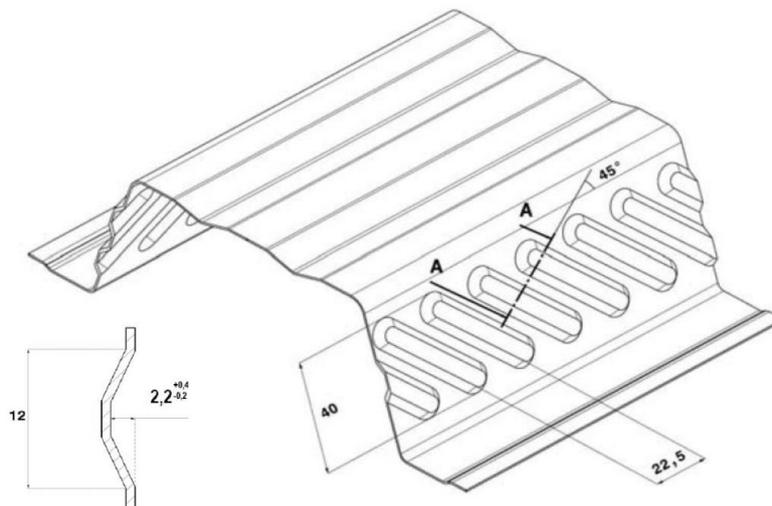


Abbildung 8.2.1 - Berechnetes Profil

1) Bestimmung des Prägungsverhältnis ρ

Software:

if $t_{nom} = 0,75 \text{ mm}$	
$h_e < 4 \text{ mm}$	ρ
2.2	0.122

Tabelle 8.2.1 - Verhältnis ρ durch die Software bestimmt

Berechnung:

$\rho = A \cdot h + B$, A und B sind Koeffizienten aus Tabelle 7.3.1

Für $h = 2,2$ ($1.5 < h < 2.75$) $\rightarrow A = -0,112$; $B = 0,368$ **$\rho = 0,122$**

2) DATA

Software und Berechnung:

R1 (mm)	θ_1 (rad)	R2 _{sup} (mm)	R2 _{inf} (mm)	θ_2 (rad)	t _{nom} (mm)	t (mm)
0,00	0,20	5,00	5,00	1,26	0,75	0,71

Pitch (mm)	hw (mm)	d _s (mm)	lr _s (mm)	d _i (mm)	f _{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	γ_{M0}
207,00	60,00	2,50	25,00	1,00	320,00	210000,00	1,00

hS _{embossment} (mm)	hI _{embossment} (mm)	zS _{embossment} (mm)	zI _{embossment} (mm)
16.97	16.97	41.25	18.75

Tabelle 8.2.2 – Zellen, ausgefüllt mit Profilabmessungen

Element	b _{pi} (mm)
1	8.50
2	12.75
3	12.75
4	20.00
5	61.70
6	20.50
7	1.41
8	9.00

Tabelle 8.2.3 – Zellen, ausgefüllt mit Profilabmessungen

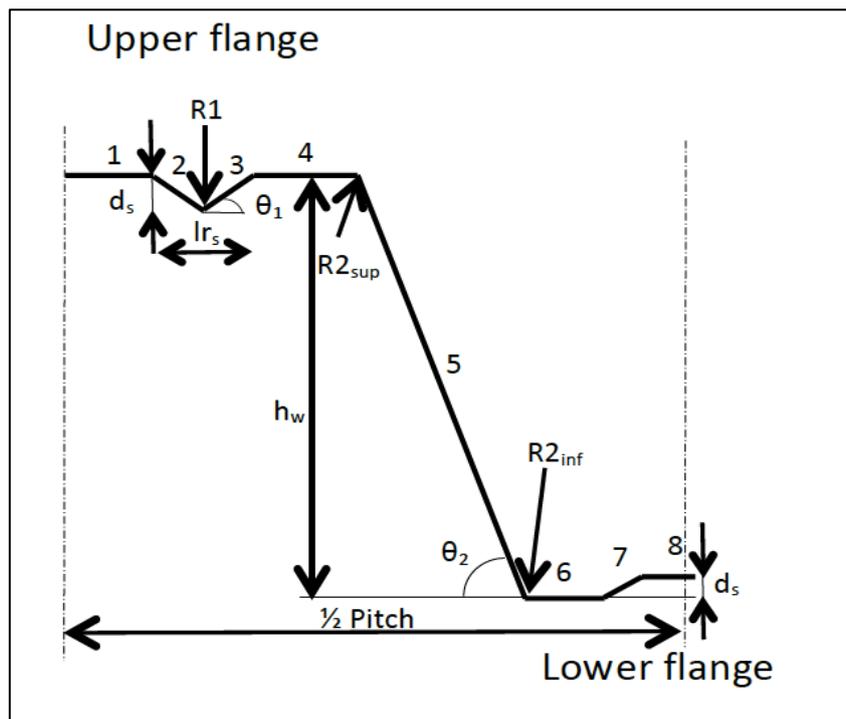


Abbildung 8.2.2 – Element Nummern

4) Ergebnisse

Software:

- Aufnehmbares Feldmoment

$M_{span} =$	4.45	kNm/m
--------------	-------------	--------------
- Aufnehmbare Endauflagerkraft

$R_{endsupport} =$	6.89	kN/m
--------------------	-------------	-------------

Berechnung:

Berechnung von A_g , die Fläche des Bruttoquerschnitts

A_g ist die Summe der Flächen der einzelnen Elemente (Länge x t)

$A_g = 104.2 \text{ mm}^2$

Position der neutralen Achse $z_G = 34.7 \text{ mm}$

Berechnung der wirksamen Querschnittsfläche A_{eff} :

Schritt 1

A_{eff} ist die Summe der wirksamen Querschnittsflächen der einzelnen Elemente.

Wirksame Fläche des oberen Gurtes

Der obere Gurt hat 2 Aussteifungen, daher wird die wirksame Querschnittsfläche des Gurtes nach EN 1993-1-3 nach Kapitel 5.5.3.4.2 „Gurte mit Zwischenaussteifungen“ berechnet.

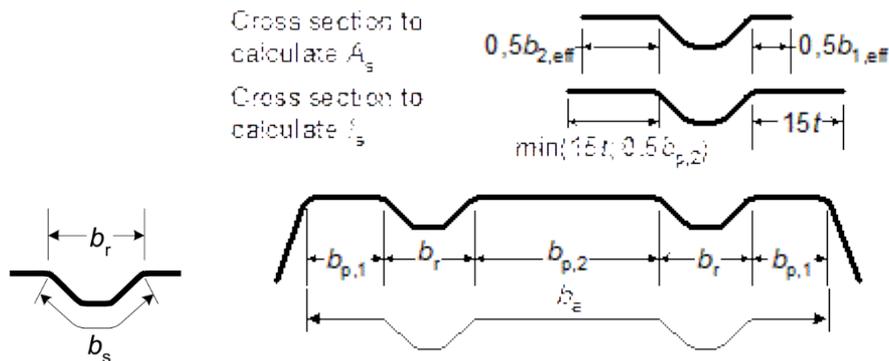


Abbildung 8.2.3 – Gurt mit zwei Aussteifungen

Die Spannung im oberen Gurt ist $\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 233 \text{ N / mm}^2$

$b_{p,1} = 20 \text{ mm}, \rho=1 \rightarrow 0,5 b_{1,eff} = 10 \text{ mm}$

$b_{p,2} / 2 = 8,5 \text{ mm}, \rho=1 \rightarrow 0,5 b_{2,eff} = 8,5 \text{ mm}$

Aussteifungen:

Der Querschnitt der Aussteifung wird nach EN 1993-1-3 Kapitel 5.5.3.3.3 „Ebene Teilflächen mit Zwischensteifen“ berechnet.

Kritische Beulspannung $\sigma_{cr,s} = 103 \text{ N/mm}^2$

Reduktionsfaktor für Forminstabilität $\chi_d = 0,374$

Wirksame Stegfläche

- Die Stegfläche wird nach Kapitel 5.5.3.3.4.3 „Stege mit bis zu zwei Zwischenstegen“ der EN 1993-1-3 berechnet.
- Die wirksame Breite der ebenen Profiltafel mit Einkerbungen (Abbildung 8.2.7) wird zunächst nach 5.5.1(2) der EN 1993-1-3 berechnet.

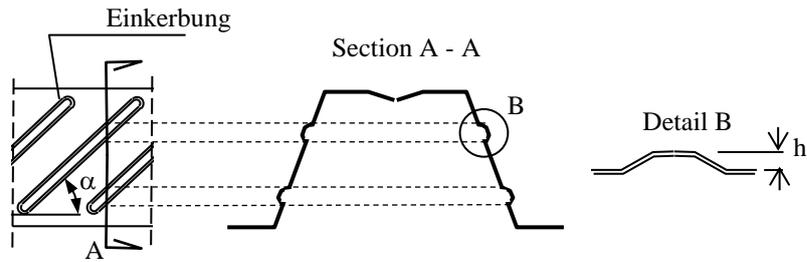


Abbildung 8.2.4 - Profile mit longitudinaler Sicking (Einkerbung)

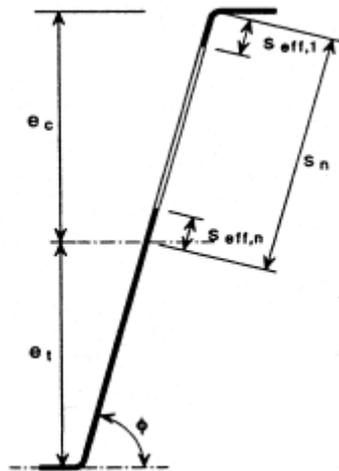


Abbildung 8.2.5 - Wirksame Stegfläche

$$e_c = h_w - z_G = 25,3 \text{ mm} \rightarrow s_n = 25,9 \text{ mm}$$

$$\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 233 \text{ N / mm}^2 \rightarrow s_{eff,0} = 20,24 \text{ mm} \rightarrow s_{eff,1} = 20,24 \text{ mm} \rightarrow s_{eff,n} = 30,36 \text{ mm} \rightarrow s_{eff,1} + s_{eff,n} \geq s_n \text{ der gesamte Steg wirkt mit}$$

$$s_{eff,1} = 0,4s_n$$

$$s_{eff,n} = 0,6s_n$$

Wirksame Querschnittsfläche des unteren Gurtes

Der untere Gurt ist in diesem Fall unter Zugspannung → wirksame Querschnittsfläche = Bruttoquerschnittsfläche

Totale Querschnittsfläche

$$A_{eff} = 89 \text{ mm}^2$$

Position der neutralen Achse der wirksamen Querschnittsfläche: $z_G = 30,5 \text{ mm}$

Iteration: nächste Schritte

In den nächsten Schritten wird die neue Position der neutralen Achse des wirksamen Schnittes zur Berechnung der neuen σ_{com} bestimmt.

Die wirksame Querschnittsfläche des oberen Gurtes wird wie in Schritt 1 berechnet, aber unter Berücksichtigung des neuen σ_{com} und der neuen Lage der neutralen Achse z_c .

Die wirksame Stegfläche wird unter Berücksichtigung der Einkerbungen als Plattenelemente mit reduzierter Dicke $t_{red} = 0,122 \times 0,71 = 0,087$ mm für die Länge L_{Sicke} (Abbildung 8.2.6) berechnet.

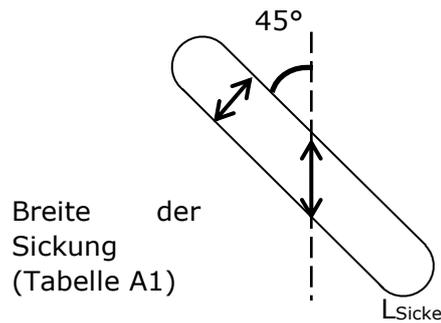


Abbildung 8.2.6 - Länge der Prägungen (Einkerbungen)

$L_{Sicke} = \text{Breite} / \sin(45^\circ)$ mit einer Breite von 12 mm

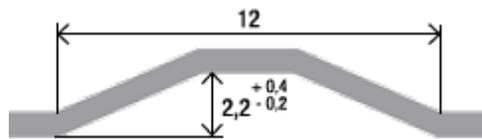


Abbildung 8.2.7 - Tiefe der Prägungen

Daraus folgt: $L_{Sicke} = 16,97$ mm

Alle Werte von Schritt 2 und Schritt 3 sind in der folgenden Tabelle angegeben. Die Konvergenz wird in Schritt 3 als zufriedenstellend angesehen, die Iteration endet in Schritt 3.

		2nd step	3rd step
Upper flange	σ_{com}	309	320
	ρ pour b 2,eff	1	1
	$0,5 b_{2,eff}$	8.50	8.50
	ρ pour b 1,eff	1	1
	$0,5 b_{1,eff}$	10.00	10.00
Upper flange stiffer	$\sigma_{cr,s}$	102.7	102.7
	χ_d	0.37	0.37
	t_{red}	0.27	0.27
Web	e_c	29.5	31.1
	S_n	30.3	32.0
	$S_{eff,0}$	17.6	16.7
	$S_{eff,1}$	17.6	16.7
	$S_{eff,n}$	26.4	25.0
	$S_{eff,1} + S_{eff,n}$	43.9	41.6
		entire web is effective	entire web is effective
	$S_{eff,1}$	0,4sn	0,4sn
	$S_{eff,n}$	0,6sn	0,6sn
Total effective Area	A_{eff}	63.9	63.5
Position of neutral axis	Z_c	28.9	28.7

Tabelle 8.2.4 - Werte von Schritt 2 und 3

Bestimmung der Momentenragfähigkeit in Feldmitte:

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

Für ½ Profilwellenlänge $I_{eff} = 450294 \text{ mm}^4$

Für das Profil $I_{eff} = 435 \text{ mm}^3$

$v = \max(28,7; 31,3) = 31,3 \text{ mm}$

$W_{eff} = I_{eff} / v = 13,9 \text{ mm}^3$

$$M_{Feld} = 4,45 \text{ kNm/m}$$

Das Ergebnis stimmt mit dem der Software überein

$M_{span} =$	4.45	kNm/m
--------------	------	-------

Bestimmung der aufnehmbaren Endauflagerkraft:

Der lokale Querkraftwiderstand eines Steges eines Verbundprofils mit longitudinalen Prägungen (Einkerbungen) ist nach der üblichen Formel (6.18) der EN 1993-1-3 zu berechnen.

$$R_{w,Rd} = \alpha t^2 \sqrt{f_{yb} E} \left(1 - 0,1\sqrt{r/t} \right) \left[0,5 + \sqrt{0,02 l_a / t} \right] \left(2,4 + (\phi/90)^2 \right) / \gamma_{M1} \quad (6.18)$$

$$\alpha = 0,075$$

$$t = 0,71 \text{ mm}$$

$$r = 5 \text{ mm}$$

$$l_a = 10 \text{ mm}$$

$$\phi = 72$$

$$\text{Pro Steg: } R_{w,Rd} = 713 \text{ N}$$

$$\text{Pro Meter } R_{w,Rd} = 6,89 \text{ kN/m}$$

Das Ergebnis stimmt mit dem der Software überein

$R_{endsupport}$	6.89	kN/m
------------------	------	------

LITERATUR

[1] Davies J.M and Jiang C., Design Procedures for Profiled Metal Sheeting and Decking in Thin-Walled Structures Vol. 27, No. I, pp. 43-53, Elsevier, 1997.

[2] Luure P. and Crisinel M. Essais comparatifs sur tôles nervurées de plancher mixtes avec et sans bossages, ICOM/EPFL, Nov. 1993.

[3] Mistakidis, E.S, Kyriakos, G. and Dimitriadis, L., Thin-Walled Structures: Bending resistance of composite slabs made with thin-walled steel sheeting with indentations or embossments, University of Thessaly, 38334 Volos, 2007.

[4] Composite slabs and beams using steel decking: best practice for design and construction, MCRMA Technical Paper No. 13 SCI Publication, March 2009.

ANHANG 1

Hintergrund des neuen Bemessungsverfahrens für Verbunddeckenprofile mit Prägungen

D1.1	GRISPE WP1 Hintergrund Dokument	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.2	GRISPE WP1 Definition des Testprogramms	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.3	GRISPE Prüfbericht von Stahltrapezblechen mit und ohne Prägungen und Aussteifungen	Christian FAUTH (KIT)
D1.4	GRISPE WP1 Testanalyse und Auswertung	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.5	GRISPE Hintergrundinformationen zur EN 1993-1-3 zur Bemessung für Verbunddeckenprofile mit Prägungen	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)

TEIL 2: BEMESSUNGSBEISPIEL FÜR VERBUNDDECKENPROFILE MIT PRÄGUNG

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieses Beispiels ist es, eine neue Bemessungsmethode für Verbunddeckenprofile mit Prägungen vorzustellen, wie sie im europäischen Projekt GRISPE PLUS entwickelt wurde.

Das erarbeitete Beispiel zum Eurocode im Allgemeinen und zu den Eurocodes EN 1993-1-3 und EN 1993-1-5 im Besonderen.

Diese neue Bemessungsmethode für Verbunddeckenprofile mit Prägungen basiert auf Versuchen, die im Rahmen des europäischen GRISPE-Projekts (2013-2016) durchgeführt wurden.

Der Hintergrund dieser Methode ist in Anhang 2 beschrieben.

In Kapitel 1 wird der Querschnitt der Profile, die Daten und die Abmessungen der Prägungen beschrieben.

Kapitel 2 erläutert die Berechnung des Bruttoquerschnitts

Kapitel 3 erläutert die Berechnung der wirksamen Querschnittsfläche

Kapitel 4 erläutert die Berechnung der Momententragfähigkeit

Kapitel 5 erläutert die Berechnung der aufnehmbaren Endauflagerkraft

Ein Anhang ist beigefügt.

VORWORT

Dieses Beispiel wurde mit Unterstützung der RFCS-Förderung Nr. 754092 durchgeführt.

Diese neue Bemessungsmethode wurde in der Evolutionsgruppe der EN 1993-1-3 in den Jahren 2016-2017 vorgestellt und wird für die Aufnahme in die Eurocodes in Betracht gezogen.

Dieses bearbeitete Beispiel wurde von Anna PALISSON geschrieben und in einer GRISPE PLUS Arbeitsgruppe diskutiert, die sich aus den folgenden Mitgliedern zusammensetzt:

Mickael BLANC	Frankreich
Silvia CAPRILI	Italien
David IZABEL	Frankreich
Markus KUHNENNE	Deutschland
Anna PALISSON	Frankreich
Valérie PRUDOR	Frankreich
Irene PUNCELLO	Italien
Dominik PYSCHNY	Deutschland
Thibaut RENAUX	Frankreich
Daniel SPAGNI	Frankreich

Korrespondierende Mitglieder wurden mit einbezogen:

Léopold SOKOL	Frankreich
---------------	------------

ABBILDUNGEN

Die Abbildungen wurden von folgenden Unternehmen erstellt

- Abbildung 1.1 – BACACIER
- Abbildung 1.1.1 - Sokol Palisson Berater
- Abbildung 1.3.1 – BACACIER
- Abbildung 1.3.2 - Sokol Palisson Berater
- Abbildung 1.3.3 - Sokol Palisson Berater
- Abbildung 2.1 - Kopie der EN 1993-1-3
- Abbildung 3.1.1 - Kopie der EN 1993-1-3
- Abbildung 3.1.2 - Sokol Palisson Berater
- Abbildung 3.1.3 - Kopie der EN 1993-1-3
- Abbildung 3.1.4 - Sokol Palisson Berater
- Abbildung 3.2.1 - Sokol Palisson Berater
- Abbildung 5.1 - Kopie der EN 1993-1-3

UMFANG DER VERÖFFENTLICHUNG

Ziel dieser Veröffentlichung ist es, das neue Bemessungsverfahren für Verbunddeckenprofile mit Prägungen vorzustellen, das zur Aufnahme in den Eurocode EN 1993-1-3 vorgeschlagen wurde.

Dieses bearbeitete Beispiel befasst sich mit aktuellen Situationen.

Für spezielle Fragestellungen (z.B. Öffnung) oder für Ausnahmesituationen (Erdbeben, Feuer, etc.) sind die entsprechenden Bestimmungen der Eurocodes bzw. der EN 1090-4 zu beachten.

BEZEICHNUNGEN

Folgende Formelzeichen werden verwendet:

t: Bemessungsdicke

t_{nom} : Nennblechdicke

t_{eff} : Wirksame Dicke

h_w : Steghöhe

f_{yb} : Basisstreckgrenze

E: Elastizitätsmodul

LS_{Sicke} : Länge der oberen Sicke

zS_{Sicke} : Abstand vom unteren Gurt zur oberen Sicke

LI_{Sicke} : Länge der oberen Sicke

zI_{Sicket} : Abstand vom unteren Gurt zur unteren Sicke

h: Tiefe der Sicke/Einkerbung

ρ : Reduktionsfaktor der Prägung/Einkerbung

t_{red} : Reduzierte Dicke

b_{pi} : Breite der ebenen Querschnitte

$b_{i,eff}$: Wirksame Breite

A_g : Bruttoquerschnittsfläche

A_{eff} : Wirksame Querschnittsfläche

z_G : Lage der neutralen Achse

σ_{xx} : Spannung

χ_d : Abminderungsfaktor für Forminstabilität

$M_{c,Rd}$: Momententragfähigkeit

M_{span} : Momententragfähigkeit in Feldmitte

e_c : Abstand vom gedrückten Gurt zur Position der neutralen Achse

s_n : Breite des Stegteils zwischen dem gedrücktem Gurt und der Position der neutralen Achse

s_{eff} : Wirksamer Querschnitt für den Steg

W_{eff} : Widerstandsmoment

$R_{w,Rd}$: Lokaler Querkraftwiderstand

1. EINLEITUNG

Dieses Beispiel zeigt den Umgang mit Verbunddeckenprofilen mit longitudinaler Sicking (Einkerbung) bei der Ermittlung der Biegetragfähigkeit und des Stegkrüppelns eines Bleches mit zwei Versteifungen im Obergurt.

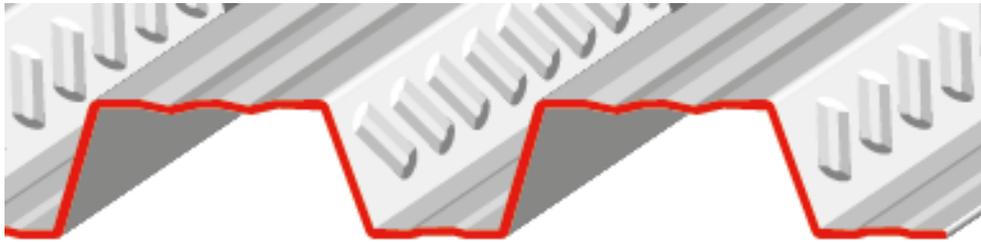


Abbildung 1.1 - Stahlblech mit zwei Aussteifungen im Obergurt und mit longitudinaler Prägung (Einkerbung)

1.1. Querschnitt der Profile

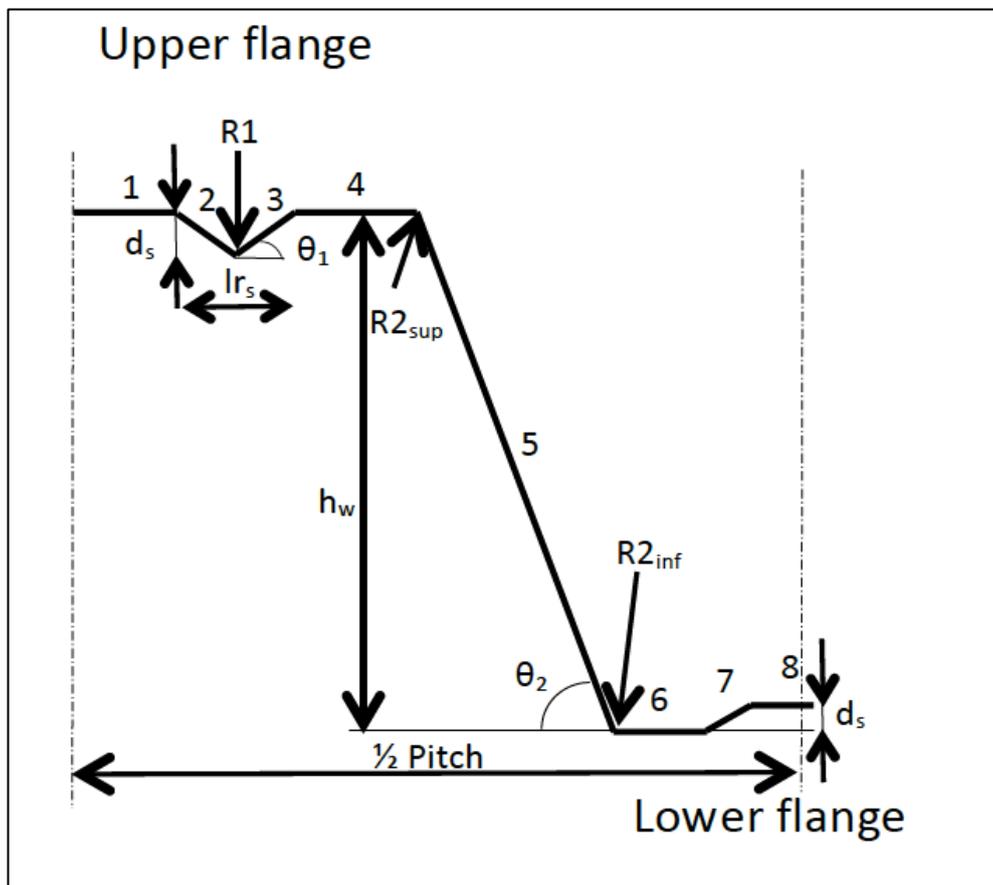


Abbildung 1.1.1 - Elementnummern

1.2. Querschnittswerte

Das Beispiel basiert auf der Berechnung der Momententragfähigkeit in Feldmitte eines Profils mit den folgenden Werten:

R1 (mm)	θ_1 (rad)	R2 _{sup} (mm)	R2 _{inf} (mm)	θ_2 (rad)	t _{nom} (mm)	t (mm)
0,00	0,20	5,00	5,00	1,26	0,75	0,71

Pitch (mm)	h _w (mm)	d _s (mm)	l _{r_s} (mm)	d _i (mm)	f _{yb} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	v _{M0}
207,00	60,00	2,50	25,00	1,00	320,00	210000,00	1,00

$h_{S_{\text{embossment}}}$ (mm)	$h_{I_{\text{embossment}}}$ (mm)	$z_{S_{\text{embossment}}}$ (mm)	$z_{I_{\text{embossment}}}$ (mm)
16.97	16.97	41.25	18.75

Tabelle 1.2.1 – Querschnittswerte

Element	b_{pi} (mm)
1	8.50
2	12.75
3	12.75
4	20.00
5	61.70
6	20.50
7	1.41
8	9.00

Tabelle 1.2.2 – Abmessungen der Elemente

Kontrolle der geometrischen Proportionen

$b = 107$; $t = 0.71$; $h = 60$; $f_y = 320$

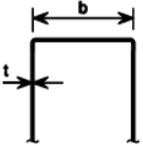
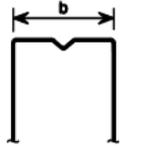
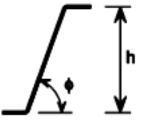
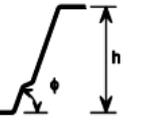
	$b/t =$	94,37		$b/t \leq 500$
	$\theta_2 =$	72,00		
	$h/t =$	84,51		$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$
	$500 \sin(\theta_2) =$	475,52		$h/t \leq 500 \sin \phi$
	$r < 0,04 t E / f_y$	18,64		

Tabelle 1.2.3 – Kontrolle der geometrischen Proportionen

1.3. Abmessungen der Prägungen

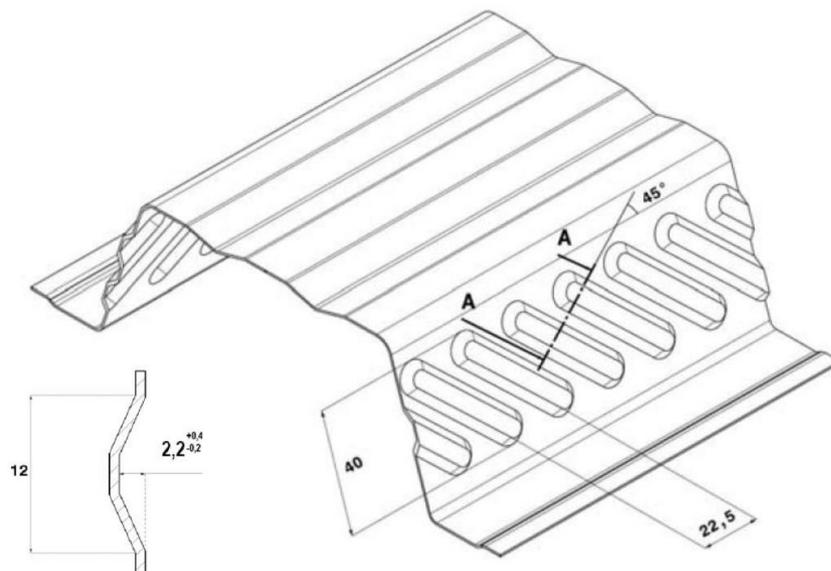


Abbildung 1.3.1 – Berechnetes Profil

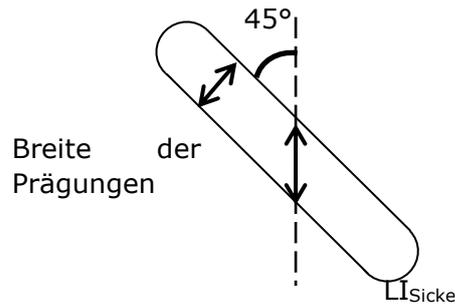


Abbildung 1.3.2 – Länge der longitudinalen Prägungen

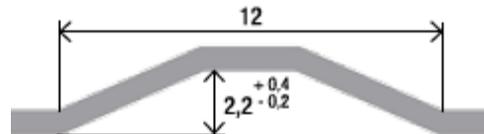


Abbildung 1.3.3 – Tiefe der Prägungen

Der Gültigkeitsbereich wird geprüft

$$0.71 \text{ mm} \leq t_{\text{cor}} = 0.75 \leq 1.21 \text{ mm}$$

$$h = 2.2 \leq 4.0 \text{ mm}$$

$$30^\circ \leq \alpha = 0.45 \leq 60^\circ$$

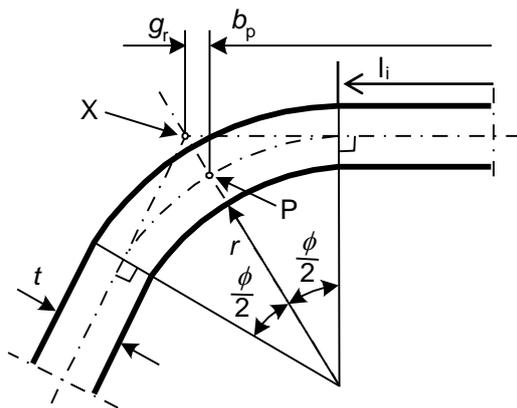
$LI_{\text{Sicke}} = \text{Breite} / \sin(45^\circ)$ mit einer Breite von 12 mm

$$\boxed{\text{Daraus folgt } LI_{\text{Sicke}} = 16.97 \text{ mm}}$$

2. BERECHNUNG DES BRUTTOQUERSCHNITTS A_g

A_g ist die Summe der Flächen der einzelnen Elemente (Länge x t)

$$\text{Länge} = l_i = b_p - r_m \times \sin \pi/4$$



(a) Mittelpunkt der Biegung, oder Knickung

X ist Schnittpunkt der Mittellinien

P ist Mittelpunkt der Ecke

$$r_m = r + t/2$$

Abbildung 2.1 - Nennbreiten der ebenen Querschnittsteile b_p unter Berücksichtigung von Eckradien

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	z_0 (mm)
1	8.5	6.0	60.0	362.1	-25.3
2	12.7	9.1	58.8	531.7	-24.0
Corner 1	0.0	0.0	57.5	0.0	-22.8
3	12.7	9.1	58.8	531.7	-24.0
4	17.1	12.1	60.0	726.8	-25.3
Corner 2 _{sup}	6.3	4.5	58.8	262.2	-24.1
5	55.8	39.6	30.0	1189.1	4.7
Corner 2 _{inf}	6.3	4.5	1.2	5.4	33.5
6	16.9	12.0	0.0	0.0	34.7
7	1.4	1.0	0.5	0.5	34.2
8	9.0	6.4	1.0	6.4	33.7
TOTAL		104.2		3616.0	34.7

Tabelle 2.1 – Abmessungen der Elemente

$A_g = 104.2 \text{ mm}^2$

Position der neutralen Achse: $z_G = S / A_g = 34,7 \text{ mm}$

3. BERECHNUNG DER WIRKSAMEN QERSCHNITTSFLÄCHE A_{EFF}

A_{eff} ist die Summe der wirksamen Querschnittsflächen der einzelnen Elemente.

3.1. Schritt 1

Wirksame Querschnittsfläche des oberen Gurtes

Der obere Gurt hat 2 Aussteifungen. Der wirksame Querschnitt des Gurtes wird nach EN 1993-1-3 § "5.5.3.4.2 Gurte mit Zwischensteifen" berechnet.

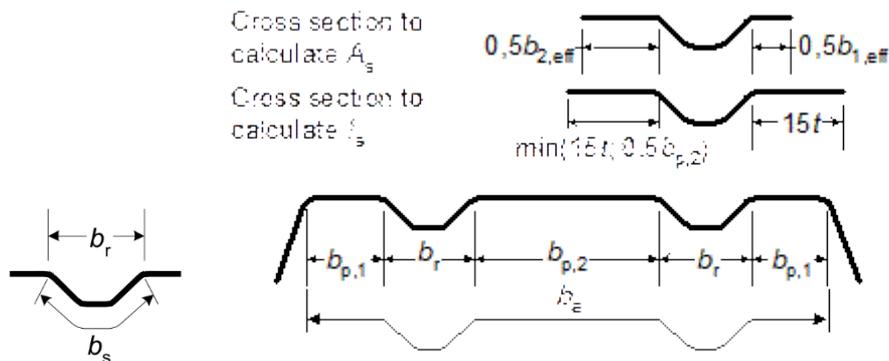


Abbildung 3.1.1 – Gurt mit zwei Aussteifungen

Spannungen im oberen Gurt ist $\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 233 \text{ N} / \text{mm}^2$

$b_{p,1} = 20 \text{ mm}$

$\lambda_{p1} = b_{p1} / t / (28.4 \epsilon k_{\sigma}^{1/2})$ mit $\epsilon = (235 / f_{yb})^{1/2}$

$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = 1 \rightarrow$ Koeffizient $k_{\sigma} = 4$

$\lambda_{p1} = 0.579$

$\lambda_{pred1} = \lambda_{p1} \times \sqrt{\frac{\sigma_{com}}{f_y / \gamma_{M0}}} \rightarrow \lambda_{pred1} = 0.494$

$\lambda_{pred1} \leq 0.673 \rightarrow \rho = 1$

$$b_{1\text{eff}} = \rho \cdot b_{p1} = 20 \rightarrow \boxed{0,5 b_{1,\text{eff}} = 10 \text{ m}}$$

$$b_{p,2} = 17 \text{ mm}$$

$$\lambda_{p1} = b_{p1}/t/(28.4 \epsilon k_{\sigma}^{1/2}) \text{ mit } \epsilon = (235/f_{yb})^{1/2}$$

$$\psi = \sigma_2/\sigma_1 = 1 \rightarrow \text{Koeffizient } k_{\sigma} = 4$$

$$\lambda_{p2} = 0.492$$

$$\lambda_{\text{pred}2} = \lambda_{p2} \times \sqrt{\frac{\sigma_{\text{com}}}{f_y/\gamma_{M0}}} \rightarrow \lambda_{\text{pred}2} = 0.420$$

$$\lambda_{\text{pred}2} \leq 0.673 \rightarrow \rho = 1$$

$$b_{2\text{eff}} = \rho \cdot b_{p2} = 17 \rightarrow \boxed{0,5 b_{2,\text{eff}} = 8.5 \text{ mm}}$$

Aussteifungen des oberen Gurtes:

Der Querschnitt der Aussteifung wird nach EN 1993-1-3 Kapitel 5.5.3.3.3 „Ebene Teilflächen mit Zwischensteifen“ berechnet.

Berechnung der kritischen Knickspannung $\sigma_{cr,s}$

$$\sigma_{cr,s} = \frac{4,2 k_w E}{A_s} \sqrt{\frac{I_s t^3}{8 b_1^2 (3 b_e - 4 b_1)}}$$

$$b_s = 25.5 \text{ mm}, b_r = 25 \text{ mm}$$

$$b_e = 2b_{p,1} + b_{p,2} + 2b_s = 108 \text{ mm}$$

$$b_1 = b_{p,1} + 0,5 b_r = 32.5 \text{ mm}$$

Berechnung von A_s

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)
plane part of 0.5 $b_{2\text{eff}}$	8,50	6,0
2	12,75	9,1
Corner 1	0,00	0,0
3	12,75	9,1
plane part of 0.5 $b_{1\text{eff}}$	10,00	7,10
TOTAL		31,2

Tabelle 3.1.1 – Länge und Flächen der Elemente

$$A_s = 31.2 \text{ mm}^2$$

Berechnung von I_s

Element	l_i (mm)	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	z_0 (mm)	h	I_i (mm ⁴)
plane part of $\min(15t; 0.5b_{2\text{eff}})$	8,50	6,0	0,0	0,0	0,7	0,7	3,3
2	12,75	9,1	1,3	11,3	-0,5	2,5	7,3
Corner 1	0,00	0,0	2,5	0,0	-1,8	0,0	0,0
3	12,75	9,1	1,3	11,3	-0,5	2,5	7,3
plane part of 15t	10,65	7,6	0,0	0,0	0,7	0,7	4,2
TOTAL		31,7		22,6	0,7		22,1

Tabelle 3.1.2 - Elementlängen und Flächenträgheitsmomente

$$I_s = 22.1 \text{ mm}^4$$

Verbunddeckenprofile mit Prägungen

$$l_b = 3,65 \sqrt[4]{I_s b_1^2 (3 b_e - 4 b_1) / t^3}$$

$$l_b = 217,8$$

$$s_w = 61,7$$

$$l_b / s_w = 3,5 \geq 2 \rightarrow k_w = k_{w0}$$

$$k_{w0} = \sqrt{\frac{(2 b_e + s_w) (3 b_e - 4 b_1)}{b_1 (4 b_e - 6 b_1) + s_w (3 b_e - 4 b_1)}}$$

$$k_{w0} = 1,65$$

kritische Beulspannung $\sigma_{cr,s} = 103 \text{ N/mm}^2$

$$\bar{\lambda}_d = \sqrt{f_{yb} / \sigma_{cr,s}}$$

$$\bar{\lambda}_d = 1,77$$

$$\bar{\lambda}_d \geq 1,38 \rightarrow \chi_d = \frac{0,66}{\bar{\lambda}_d}$$

Abminderungsfaktor für Forminstabilität $\chi_d = 0,374$

$$\text{Reduzierte Dicke } t_{red} = C_d t \frac{f_{yb} / g_{M0}}{S_{com,Ed}}$$

Reduzierte Dicke $t_{red} = 0,36 \text{ mm}$

Wirksame Stegfläche

- Die wirksame Stegfläche wird nach Kapitel 5.5.3.3.4.3 „Stege mit bis zu zwei Aussteifungen“ der EN 1993-1-3 berechnet.
- Das Profil hat longitudinale Prägungen (Einkerbungen) gemäß Bild 3.1.2. Die wirksame Breite der ebenen Fläche mit Einkerbungen wird zunächst nach 5.5.1(2) der EN 1993-1-3 berechnet.

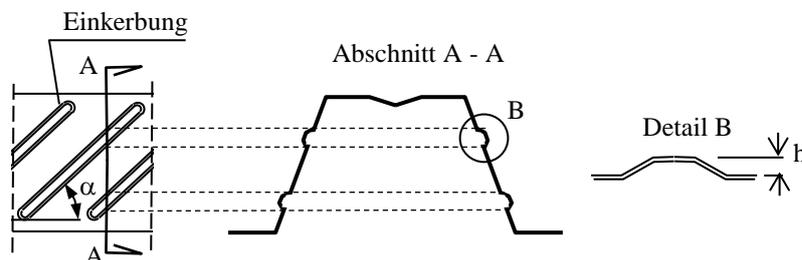


Abbildung 3.1.2 – Profil mit longitudinalen Prägungen (Einkerbungen)

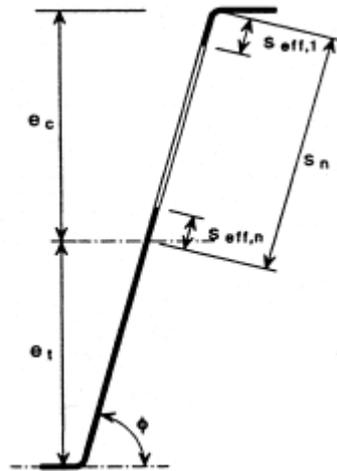


Abbildung 3.1.3 – Wirksame Stegfläche

$$e_c = h_w - z_G = 25,3 \text{ mm} \rightarrow s_n = 25,9 \text{ mm}$$

$$\sigma_{com} = f_{yb} \times (h_w - z_G) / z_G = 233 \text{ N / mm}^2$$

wirksame Querschnitteigenschaften iterativ verfeinert →

$$s_{eff,0} = 0,95 t \sqrt{\frac{E}{\gamma_{M0} \sigma_{com,Ed}}}$$

$$\rightarrow s_{eff,0} = 20,24 \text{ mm}$$

$$s_{eff,1} = s_{eff,0} \rightarrow s_{eff,1} = 20,24 \text{ mm}$$

$$s_{eff,n} = 1,5 s_{eff,0} \rightarrow s_{eff,n} = 30,4 \text{ mm} \rightarrow s_{eff,1} + s_{eff,n} \geq s_n \text{ der gesamte Steg ist wirksam}$$

$$s_{eff,1} = 0,45 s_n$$

$$s_{eff,n} = 0,6 s_n$$

Wirksame Querschnittsfläche des unteren Gurtes

In diesem Fall ist der untere Gurt unter Zugspannung → die gesamte Breite ist wirksam

Wirksame Querschnittsfläche

Bestimmung von A_{eff}

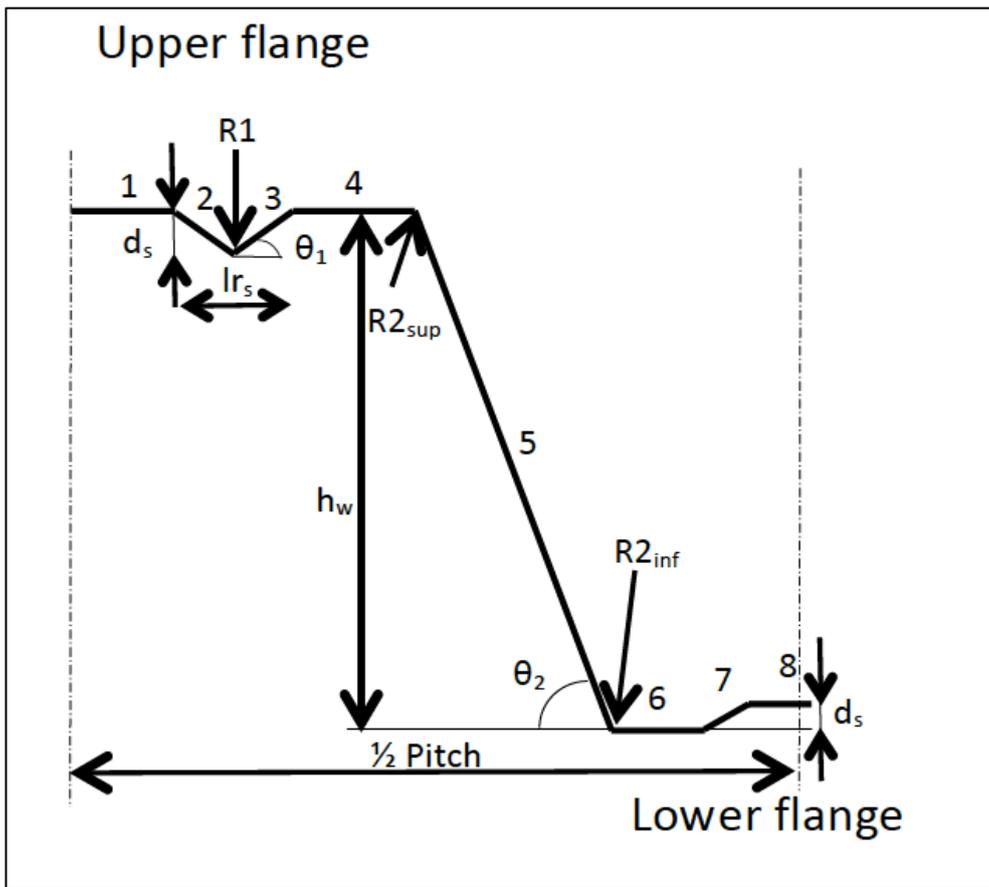


Abbildung 3.1.4 - Elementnummern

Elément	l_i (mm)	t_{eff}	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	$z0$ (mm)
1	8.50	0.36	3.1	60.0	185.8	-29.5
2	12.75	0.36	4.6	58.8	272.9	-28.2
Corner 1	0.00	0.36	0.0	57.5	0.0	-27.0
3	12.75	0.36	4.6	58.8	272.9	-28.2
41	10.00	0.36	3.6	60.0	218.6	-29.5
42	7.06	0.71	5.0	60.0	300.8	-29.5
Corner 2 _{sup}	6.28	0.71	4.5	58.8	262.2	-28.3
5	55.82	0.71	39.6	30.0	1189.1	0.5
Corner 2 _{inf}	6.28	0.71	4.5	1.2	5.4	29.3
6	16.87	0.71	12.0	0.0	0.0	30.5
7	1.41	0.71	1.0	0.5	0.5	30.0
8	9.00	0.71	6.4	1.0	6.4	29.5
TOTAL			89.0		2714.6	30.5

Tabelle 3.1.3 - Elementlängen und -flächen

$A_{eff} = 89 \text{ mm}^2$

Position der neutralen Achse der wirksamen Querschnittsfläche $z_G = 30,5 \text{ mm}$

3.2. Iteration: Schritt 2

Im nächsten Schritt wird die neue Position der neutralen Achse des wirksamen Querschnittes zur Berechnung des neuen σ_{com} .

Die wirksame Querschnittsfläche des oberen Gurtes wird wie in Schritt 1 berechnet, jedoch unter Berücksichtigung des neuen σ_{com} mit neuen Position der neutralen Achse z_c .

Alle Werte von Schritt 2 für den oberen Gurt sind in der folgenden Tabelle angegeben.

		2nd step
Upper flange	σ_{com}	309
	ρ pour $b_{2,eff}$	1
	$0,5 b_{2,eff}$	8.50
	ρ pour $b_{1,eff}$	1
	$0,5 b_{1,eff}$	10.00
Upper flange stifferer	$\sigma_{cr,s}$	102.7
	χ_d	0.37
	t_{red}	0.27

Tabelle 3.2.1 – Werte von Schritt 2 für den oberen Gurt

Wirksame Stegfläche

Die Werte von Schritt 2 für den Steg sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Web	e_c	29.5
	S_n	30.3
	$S_{eff,0}$	17.6
	$S_{eff,1}$	17.6
	$S_{eff,n}$	26.4
	$S_{eff,1} + S_{eff,n}$	43.9
		entire web is effective
	$S_{eff,1}$	0,4sn
	$S_{eff,n}$	0,6sn

Tabelle 3.2.2 - Werte von Schritt 2 für den Steg

Die Einkerbungen werden als ebene Elemente mit reduzierte Dicke $t_{red} = \rho \times 0,71$ berücksichtigt, für die Länge LI_{Sicke} (Abbildung 1.3.2)

Bestimmung des Verhältnisses ρ :

$\rho = A \cdot h + B$, A und B sind gegebene Parameter aus der Tabelle 3.2.1

Type of local deformation	t (mm)	h (mm)	A	B
Indentation	0.71	0 - 1.5	-0.533	1.000
		1.5 - 2.75	-0.112	0.368
		2.75 - 4.0	-0.025	0.128
	0.96	0 - 1.5	-0.467	1.000
		1.5 - 2.75	-0.186	0.580
		2.75 - 4.0	-0.020	0.122
	1.21	0 - 1.5	-0.401	1.000
		1.5 - 2.75	-0.260	0.792
		2.75 - 4.0	-0.015	0.116
Embossment	0.71	0 - 1.5	-0.267	1.000
		1.5 - 2.75	-0.056	0.684
		2.75 - 4.0	-0.013	0.564
	0.96	0 - 1.5	-0.234	1.000
		1.5 - 2.75	-0.093	0.790
		2.75 - 4.0	-0.010	0.561
	1.21	0 - 1.5	-0.201	1.000
		1.5 - 2.75	-0.130	0.896
		2.75 - 4.0	-0.008	0.558

Tabelle 3.2.3 – Werte der Parameter A und B

Für t=0.71 mm und h= 2,2 mm (1.5<h<2.75) → A= - 0,112; B= 0.368

$\rho=0,122$

Durch Sicking reduzierte Dicke $t_{red} = 0,122 \times 0,71 = 0,087 \text{ mm}$ für die Länge LI_{Sicke} (Abbildung 1.3.2)

Der Querschnitt für die Berechnung des wirksamen Querschnitts ist so positioniert, dass er den ungünstigsten Effekt verursacht. Die Berechnung erfolgt in verschiedenen Querschnitten, wobei der Querschnitt, der die wichtigste Reduzierung des Widerstandsmoments bewirkt, der Querschnitt ist, der symmetrisch 2 Prägungen schneidet, wie in Abb. 3.2.1 dargestellt.

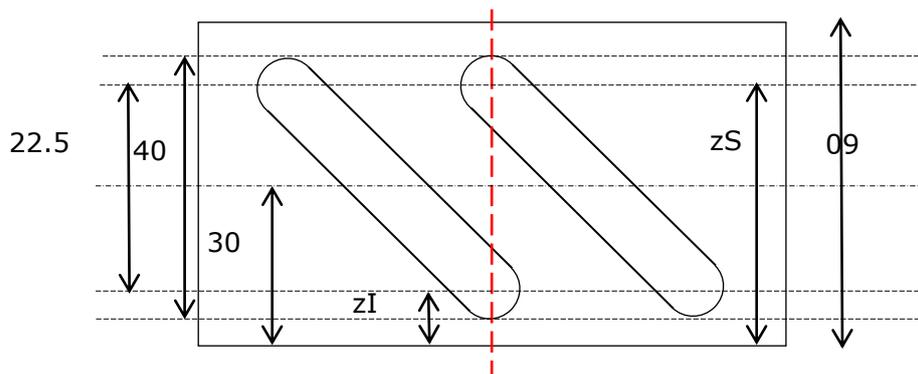


Abbildung 3.2.1 – Querschnitt der Berechnung

$zS = 60/2 + 22.5/2 = 41.25$

$zI = 60/2 - 22.5/2 = 18.75$

Wirksame Querschnittsfläche des unteren Gurtes

Der untere Gurt ist in diesem Fall unter Zugspannung → die gesamte Breite ist wirksam

Gesamte wirksame Querschnittsfläche

Bestimmung von A_{eff}

Elément	l_i (mm)	t_{eff}	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	z_0 (mm)
1	8.50	0.27	2.3	60.0	140.1	-31.1
2	12.75	0.27	3.5	58.8	205.7	-29.8
Corner 1	0.00	0.27	0.0	57.5	0.0	-28.6
3	12.75	0.27	3.5	58.8	205.7	-29.8
41	10.00	0.27	2.7	60.0	164.8	-31.1
42	7.06	0.71	5.0	60.0	300.8	-31.1
Corner 2 _{sup}	6.28	0.71	4.5	58.8	262.2	-29.9
5	55.82	0.71	39.6	30.0	1189.1	-1.1
Embossment S	-16.97	0.71	-12.0	41.3	-497.0	-12.3
	16.97	0.09	1.5	41.3	60.9	-12.3
Embossment I	-16.97	0.71	-12.0	18.8	-225.9	10.2
	16.97	0.09	1.5	18.8	27.7	10.2
Corner 2 _{inf}	6.28	0.71	4.5	1.2	5.4	27.7
6	16.87	0.71	12.0	0.0	0.0	28.9
7	1.41	0.71	1.0	0.5	0.5	28.4
8	9.00	0.71	6.4	1.0	6.4	27.9
TOTAL			63.9		1846.4	28.9

Tabelle 3.2.4 - Elementlängen und -flächen

$A_{eff} = 63,9 \text{ mm}^2$

Position der neutralen Achse des wirksamen Querschnitts: $z_G = 28,9 \text{ mm}$

3.3. Iteration: Schritt 3

Alle Werte von Schritt 3 sind in der folgenden Tabelle angegeben. Die Konvergenz wird in Schritt 3 als zufriedenstellend angesehen, die Iteration endet in Schritt 3.

		3rd step
Upper flange	σ_{com}	320
	ρ pour b _{2,eff}	1
	$0,5 b_{2,eff}$	8.50
	ρ pour b _{1,eff}	1
	$0,5 b_{1,eff}$	10.00
Upper flange stiffener	$\sigma_{cr,s}$	102.7
	χ_d	0.37
	t_{red}	0.27
Web	e_c	31.1
	S_n	32.0
	$S_{eff,0}$	16.7
	$S_{eff,1}$	16.7
	$S_{eff,n}$	25.0
	$S_{eff,1} + S_{eff,n}$	41.6
		entire web is effective
	$S_{eff,1}$	0,4sn
$S_{eff,n}$	0,6sn	
Total effective Area	A_{eff}	63.5
Position of neutral axis	Z_c	28.7

Tabelle 3.3.1 – Werte von Schritt 3

4. BERECHNUNG DER MOMENTENTRAGFÄHIGKEIT IN FELDMITTE

Die Momententragfähigkeit in Feldmitte wird mit den Werten von Schritt 3 ermittelt.

Elément	l_i (mm)	t_{eff}	A_i (mm ²)	z (mm)	S_i (mm ³)	$z0$ (mm)	h	I_i (mm ⁴)
1	8,50	0,27	2,3	60,0	135,4	-31,3	0,7	2209,5
2	12,75	0,27	3,4	58,8	198,8	-30,0	2,5	3055,7
Corner 1	0,00	0,27	0,0	57,5	0,0	-28,8	0,0	0,0
3	12,75	0,27	3,4	58,8	198,8	-30,0	2,5	3055,7
41	10,00	0,27	2,7	60,0	159,3	-31,3	0,7	2599,4
42	7,06	0,71	5,0	60,0	300,8	-31,3	0,7	4908,6
Corner 2 _{sup}	6,28	0,71	4,5	58,8	262,2	-30,1	0,0	4039,5
5	55,82	0,71	39,6	30,0	1189,1	-1,3	53,1	9375,7
Embossment S	-16,97	0,71	-12,0	41,3	-497,0	-12,5	16,1	-2156,2
	16,97	0,09	1,5	41,3	60,9	-12,5	16,1	264,0
Embossment I	-16,97	0,71	-12,0	18,8	-225,9	10,0	16,1	-1456,9
	16,97	0,09	1,5	18,8	27,7	10,0	16,1	178,4
Corner 2 _{inf}	6,28	0,71	4,5	1,2	5,4	27,5	0,0	3377,1
6	16,87	0,71	12,0	0,0	0,0	28,7	0,7	9872,1
7	1,41	0,71	1,0	0,5	0,5	28,2	1,0	799,2
8	9,00	0,71	6,4	1,0	6,4	27,7	0,7	4906,9
TOTAL			63,5		1822,3	28,7		45028,6

Tabelle 4.1 – Werte von Schritt 3

$$M_{c,Rd} = W_{eff} f_{yb} / \gamma_{M0}$$

Für ½ Profilwellenlänge $I_{eff} = 45029 \text{ mm}^4$

Für das Profil $I_{eff} = 435 \text{ mm}^3$

$$v = \max(28,7; 31,3) = 31,3 \text{ mm}$$

$$W_{eff} = I_{eff} / v = 13.9 \text{ mm}^3$$

$$M_{span} = 4,4 \text{ kNm/m}$$

5. BERECHNUNG DER AUFNEHMBAREN ENDAUFLAGERKRAFT

Der lokale Querkraftwiderstand eines Steges eines Profils mit longitudinalen Prägungen (Einkerbungen) ist nach der üblichen Formel (6.18) der EN 1993-1-3 zu berechnen.

$$R_{w,Rd} = \alpha t^2 \sqrt{f_{yb} E} \left(1 - 0,1\sqrt{r/t} \right) \left[0,5 + \sqrt{0,02 l_a / t} \right] \left(2,4 + (\phi/90)^2 \right) / \gamma_{M1} \quad (6.18)$$

In diesem Fall ist die aufnehmbare Endauflagerkraft mit $c < 1,5 h_w$ frei von einem freien Ende, also Kategorie 1.

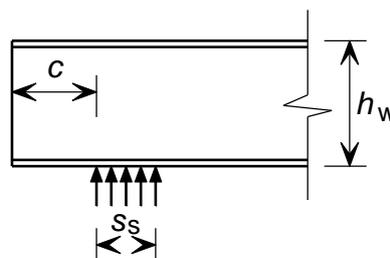


Abbildung 5.1 - Aufnehmbare Endauflagerkraft mit $c < 1,5 h_w$

Für die Kategorie 1 von Blech Profilen $\alpha = 0,075$ and $l_a = 10\text{mm}$

$$t = 0,71 \text{ mm}$$

Verbunddeckenprofile mit Prägungen

$r = 5 \text{ mm}$

$\phi = 72$

Pro Steg: $R_{w,Rd} = 713 \text{ N}$

Profilwellenlänge = 207

Pro Meter: **$R_{w,Rd} = 6,9 \text{ kN/m}$**

ANHANG 2

Hintergrund des neuen Bemessungsverfahrens für Verbunddeckenprofile mit Prägungen

D1.1	GRISPE WP1 Hintergrund Dokument	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.2	GRISPE WP1 Definition des TTestprogramms	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.3	GRISPE Prüfbericht von Stahltrapezblechen mit und ohne Prägungen und Aussteifungen	Christian FAUTH (KIT)
D1.4	GRISPE WP1 Testanalyse und Auswertung	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)
D1.5	GRISPE Hintergrundinformationen zur EN 1993-1-3 zur Bemessung für Verbunddeckenprofile mit Prägungen	Anna PALISSON (Sokol Palisson Consultants)