

# Bei Schweissarbeiten in Belgien festgestellte thermische Beanspruchungen

Autor(en): **Spoliansky, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **2 (1936)**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-2808>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## III b 5

Bei Schweißarbeiten in Belgien festgestellte thermische Beanspruchungen.

Contraintes thermiques constatées lors des travaux soudés en Belgique.

Temperature stresses observed in welded constructions in Belgium.

A. Spoliansky,

Ingénieur des Constructions Civiles et Electricien A.I.Lg.

Wir beschränken uns in der vorliegenden Abhandlung darauf, die Wärmespannungen zu untersuchen, von denen man sagen kann, daß man zwar ihren genauen Wert nicht kennt, aber dafür nur zu gut weiß, daß sie von beträchtlicher Größe sind.

Wir wollen nur ein einziges Beispiel anführen.

Anlässlich der Schweißung des letzten Montagestoßes einer Vierendeel-Brücke hat man eine Hebung des Auflagers des Brückenendes unter Bildung einer Falte in dem unteren Gurt festgestellt. Das Gewicht des Hauptträgers betrug etwa 80 t. Man hatte keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen getroffen, die in diesem Fall notwendig gewesen wären, um die thermische Wirkung von 36 mm starken Schweißnähten abzuschwächen.

Die elastischen Wirkungen äußern sich:

1. in der Verkürzung der Teile,
2. in den Formänderungen,
3. in den inneren Spannungen mit oder ohne Bildung von Rissen und Brüchen.

### *1. Verkürzung der Teile.*

Infolge der Schrumpfung der Schweißung verkürzen sich die Teile. Dadurch, daß man die Teile von vornherein etwas länger ausführt, erhält man die Abmessungen mit genügender Genauigkeit.

### *2. Formänderungen.*

Die Formänderungen sind besonders an denjenigen Stellen bedeutend, an denen die Schweißnähte unsymmetrisch sind. Die Formänderung ist der freien Länge des Elements proportional, das sich in der Ausdehnung der Schweißnaht verformen kann; sie ist der Stärke dieses Elements umgekehrt proportional.

In Belgien sind die geschweißten Brücken zum größten Teil Vierendeel-Träger mit oberer parabolischer Gurtung. Da dieser Gurt der gedrückte ist, ist

es günstig, ihm eine möglichst große Steifigkeit zu geben. Zwei Verfahren sind hierfür angewendet worden.

- a) Doppel-T-Träger mit Flanschen von großer Stärke und einer Breite zwischen 400 und 500 mm.
- b) Doppel-T-Träger mit Flanschen, die aus Profileisen 40 bis 50 NP oder aus solchen mit breiten Flanschen bestehen (Fig. 1).

In schweißtechnischer Hinsicht ist das zweite Verfahren fehlerhaft, denn die Schweißung wird auf den Steg des Profileisens von geringer Stärke aufgebracht und die Formänderung ist größer. Die meisten Werkstattverfahren, die in einem Richten der verformten Teile in kaltem Zustand bestehen, bergen eine Gefahr in sich.

So hat man in gewissen Werkstätten, wo diese Gurtprofile in kaltem Zustand gebogen wurden, das Auftreten einer Reihe von Rissen senkrecht zu der

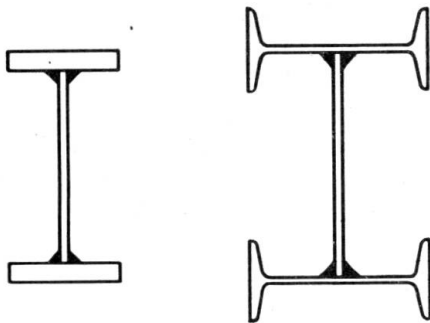


Fig. 1.

Ausbildung des Obergurtes der Vierendeelbrücken.

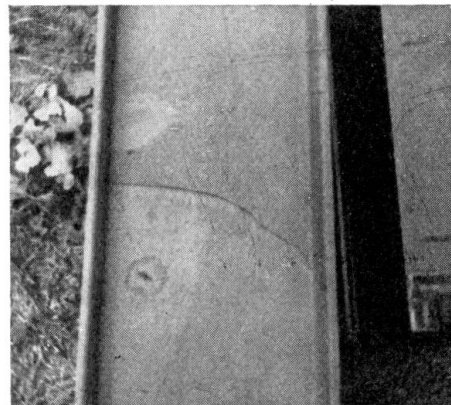


Fig. 2.

Riß in einem als Gurtplatte verwendeten Walzträger des Obergurtes einer Vierendeelbrücke.

Schweißung in dem Steg der Profileisen festgestellt, die auf ein teilweises Härten des Metalls zurückzuführen sind (Fig. 2).

Man kann und muß die Größe der Formänderungen herabsetzen durch eine geeignete Wahl:

- a) der Stärke der zu verbindenden Teile und
- b) der Abmessungen der zu verwendenden Elektroden.

Aus diesem Grunde sowie auch aus anderen Gründen sind Elektroden mit großem Durchmesser zu vermeiden, insbesondere für die unteren Lagen.

Praktisch kann man die Formänderungen in den meisten Fällen durch eine symmetrische Anordnung der Schweißnähte vermeiden.

Bei den Vierendeel-Trägern sowie bei den Hochbauten mit starren Knoten, deren Verwendung sich in Belgien zu verallgemeinern beginnt, findet man Anschluß-Knotenbleche, deren Querschnitt aus Steg und Gurt zusammengesetzt ist (Fig. 3). Man kann diese Knotenbleche mit 4 Gurten (b) mit symmetrischen Schweißnähten oder mit 2 Gurten (a) ausführen. Die Verbindung (b) ist offenbar vollkommener, erfordert jedoch eine größere Anzahl von Schweißungen.

Bei den Teilen in Kastenform (4) hat man trotz der Symmetrie der Schweißungen Verdrehungen des ganzen Teils festgestellt, die einerseits darauf

zurückzuführen sind, daß der Auftrag der Schweißraupen nicht genau identisch ist, und andererseits darauf, daß die Einzelteile ebenfalls nicht genau gleich sind.

### 3. Innere Spannungen.

Die Schrumpfung der Schweißungen erzeugt in einem recht ausgedehnten Bereich Spannungen, die beträchtlich sind und eine Gefahr bedeuten können, besonders in dem Bereich, in denen schon vorher Spannungen bestanden.

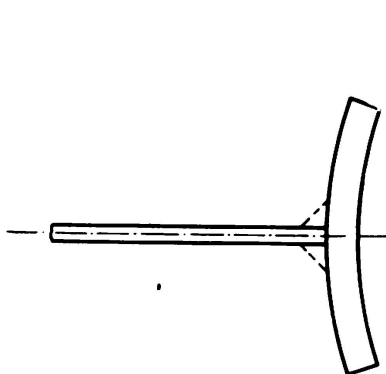


Fig. 3.

Vorkrümmung einer anzuschweißenden Gurtplatte.

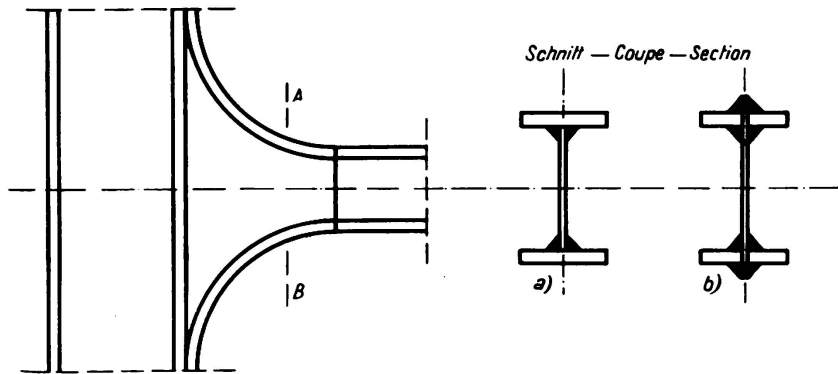


Fig. 4.

Detail eines Knotenpunktes mit tangentialem Übergang.

So kann in den Walzeisen mit großen Stärken der Auftrag einer Schweißraupe sogar zum Bruch führen.

In Belgien hat man häufig Bruchstellen in breitflanschigen Grey-Trägern beobachtet, die bekanntlich erhebliche Walzspannungen aufweisen.

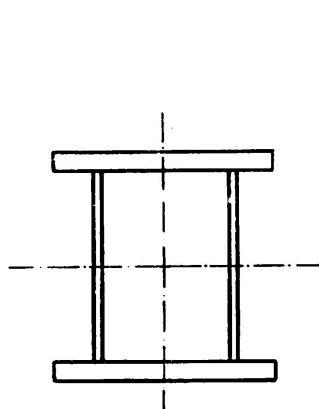


Fig. 5.

Geschweißter Kastenquerschnitt.

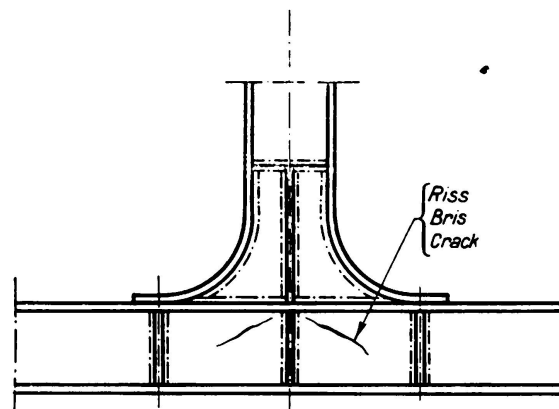


Fig. 6.

Knotendetail einer Vierendeelbrücke.  
Charakteristische Risse.

Das Anbringen von Löchern kann ein Walzeisen für die Schweißung ungeeignet machen, da durch den Bruch der gehämmerten Zone Ribbildung und Zerstörung der gesunden Teile des Stückes eintritt.

Eine Zusammendrängung von Schweißnähten auf begrenztem Raum sowie die zu gedrängte Anordnung von Schweißnähten von stark verschiedenen Abmessungen sind zu vermeiden.

Unfälle sind in Belgien festgestellt worden bei der Schweißung von Querträgern an den Knotenpunkten der Vierendeel-Träger, wo eine Reihe von Aus-

stiefungen vorhanden war (Fig. 5), sowie bei der Schweißung der Kreuzpfosten dieser Brücken (Fig. 6).

Die Aussteifungen sind von großem Nachteil für die Vollwandträger. Wenn es möglich wäre, ihre Zahl beträchtlich zu verringern, indem die Stegstärke genügend verstärkt würde, so könnte die Ausbildung der Träger dadurch verbessert werden. Zweifellos ließe sich auch die Form der Aussteifungen dadurch verbessern, daß man sie nicht bis zu dem Zuggurt durchführt (Fig. 7).

Die Hauptgefahr dieser Wärmespannungen liegt darin, daß die Risse oder Brüche nicht unbedingt gleich nach der Schweißung in der Werkstatt in Erscheinung treten. Mikroskopisch feine Risse können nicht erkennbar vorhanden

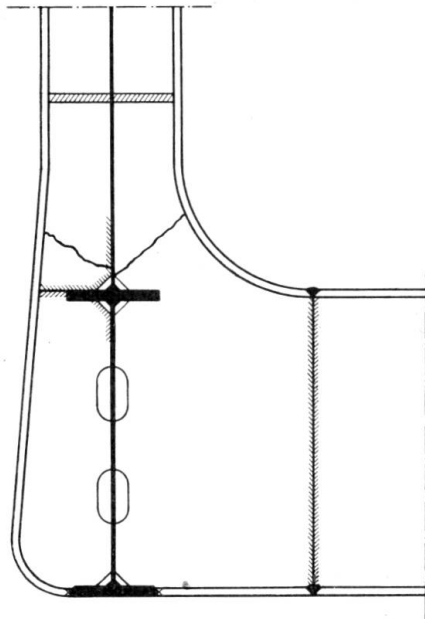


Fig. 7.

Charakteristische Risse in den Pfosten kreuzförmigen Querschnittes von Viereckbrücken.

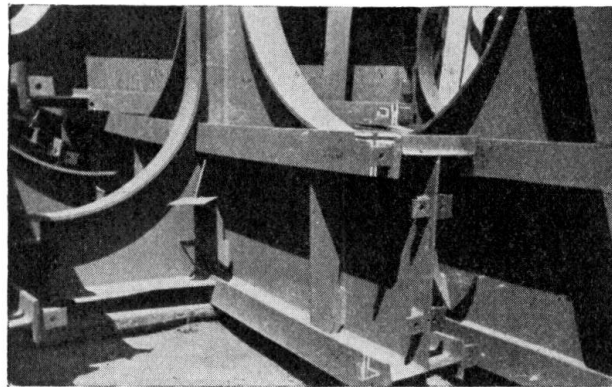


Fig. 8.

Anschluß des Querträgers an den Pfosten kreuzförmigen Querschnittes.

sein und sich erst nach mehreren Monaten zeigen. Dieses verzögerte Auftreten von Rissen bildet übrigens eine Erscheinung, die noch nicht erklärt, aber die der Schweißung eigen ist. Man könnte vielleicht diese Wirkungen mit den Erscheinungen vergleichen, die man bei manchen Gußteilen beobachtet, wo gleichfalls an singulären Stellen Brüche festgestellt worden sind.

So haben wir bei einer Änderung, wo ein auf einem I-Träger geschweißtes Flacheisen mit dem Schneidbrenner abgetrennt werden mußte, zahlreiche Risse in dem Grundmetall, sowie in dem Schweißgut festgestellt (Fig. 8). Diese Risse waren wahrscheinlich auf die Verwendung eines zu starken Flacheisens zurückzuführen.

Ein anderes treffendes Beispiel verdient erwähnt zu werden: Einige Monate, nachdem eine Brücke fertig geschweißt, und die Fahrbahntafel aus Beton aufgebracht war, ereignete sich ein plötzlicher, mit Geräusch begleiteter Bruch in der Schweißnaht der Stegverbindung (Fig. 9). Vermutlich war die Schrumpfspannung der Schweißnähte in den Gurtlamellen von 36 mm Stärke ausreichend, um eine Rißbildung in der Schweißnaht des Stegs herbeizuführen.

## Vorkehrungen zur Verminderung der Wirkung der Wärmespannungen.

### *Vorkehrungen vor der Ausführung.*

#### A. *Anordnung und Abmessungen der Schweißnähte.*

Die Schweißnähte müssen an solche Stellen gelegt werden, wo ihre Beanspruchung unter allen Umständen gering ist. Es ist zu vermeiden, Schweißnähte dicht benachbart aufzutragen, und ihre Größe ist möglichst zu beschränken. Eine sorgfältige Wahl von Verbindungen ist von großer Bedeutung.

In Belgien ist diese Frage sehr weit entwickelt worden, und hat zu der Ausbildung eines gekrümmten Knotens mit tangentialen Anschlüssen geführt. Eine Untersuchung dieses Knotens wird dem Kongreß übrigens von Herrn Campus vorgelegt.

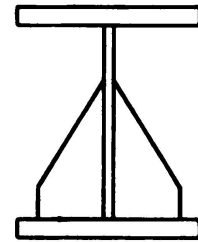


Fig. 9.  
Aussteifung eines Vollwandträgers.

#### B. *Abmessungen der zu verbindenden Teile.*

Die Stärke und Länge der Teile müssen sorgfältig festgelegt werden. Tatsächlich muß man die Mindeststärke der Bleche begrenzen, denn:

1. hat man bei den dünnen Blechen eine stärkere Verringerung der Dehnung bei den Temperaturen zwischen 600 und 800° und infolgedessen eine gesteigerte Neigung zur Rißbildung festgestellt;
2. muß man befürchten, daß der Einbrand die Schweißung, für die aus ausführungstechnischen Gründen eine Mindestabmessung gegeben ist, zu stark ist;
3. werden die Formänderungen abgeschwächt und
4. wird die notwendige Anzahl von Aussteifungen verringert.

#### C. *Schweißfolge.*

Die Schweißnähte müssen in einer Reihenfolge aufgetragen werden, deren Bestimmung nicht dem Schweißer überlassen werden kann. Ähnlich wie für das Schwinden des Betons muß ein Programm aufgestellt werden, um die Größe der Schrumpfung der Schweißungen herabzusetzen.

#### D. *Metallographische Untersuchung des Grundmetalls und des Schweißguts.*

Diese ist von großer Bedeutung. Sie soll Gewißheit verschaffen über die Schweißseigenschaften des Grundmetalls.

#### E. *Zurichten der Konstruktionsglieder.*

Diese muß besonders sorgfältig erfolgen, um zu große Abweichungen zu vermeiden, die einen übermäßigen Auftrag von Schweißgut zur Folge haben, was verderblich werden kann.

#### F. *Sondermaßnahmen.*

In besonderen Fällen müssen Sondermaßnahmen getroffen werden, z. B. das Erwärmen vor dem Schweißen.

*Vorrichtungen für die Ausführung.**G. Elektrische Ausrüstung.*

Es ist äußerst wichtig, einen gleichmäßigen Auftrag zu erhalten, infolgedessen muß auf die elektrische Einrichtung im allgemeinen geachtet werden, die für die Schweißarbeiten besonders durchgebildet sein muß.

Die Umformersätze und die Leitungskabel müssen derart beschaffen sein, daß die Spannungs- und Stromabfälle begrenzt sind. Elektrische Meßgeräte müssen in genügender Anzahl eingebaut und ununterbrochen beobachtet werden.

*H. Wahl der elektrischen Daten.*

Diese Wahl ist äußerst verwickelt.

Die Temperatur des Auftragens muß niedrig gehalten werden, um die Wärmespannungen zu verringern, jedoch muß diese Temperatur für einen guten Einbrand ausreichend sein.

Für eine bestimmte Arbeit, d. h. für Stähle von bestimmter Zusammensetzung, für die Elektroden von entsprechender Zusammensetzung angewendet werden, für bestimmte Stärken der zu verbindenden Konstruktionsglieder gibt es jeweils bestimmte elektrische Daten, die am günstigsten und daher für die Ausführung vorzuschreiben sind.

*I. Begrenzung des Größtdurchmessers der zu verwendenden Elektroden.*

Eine große Zahl der in Belgien festgestellten Unfälle hatte als Hauptursache, daß die Werke zwecks Verminderung der Lohnkosten ihre Arbeiten mit Elektroden zu großen Durchmessers ausführten. Die Gefahren der Schnelligkeit wegen Härtezuwachsens einerseits und der zu starke Strom und damit die erhöhten Wärmespannungen andererseits zwingen dazu, die maximale Stärke der zu verwendenden Elektroden zu begrenzen. Dieser Höchstwert ist vorläufig von der Belgischen Brücken- und Straßenbauverwaltung auf 5 mm Durchmesser und für die unterste Lage auf 4 mm festgesetzt.

*J. Vorsichtsmaßnahmen bei Arbeiten im Winter.*

Gegenwärtig ist es in Belgien verboten, bei Temperaturen unterhalb 4° Celsius zu schweißen.

K. Um die beste Ausführungsart festzulegen, ist es zweifellos zweckmäßig, die Größenordnung der Wärmespannungen bestimmen und diese Werte gemäß verschiedenen Ausführungsarten vergleichen zu können.

In Belgien hat eine Gruppe von Herstellern einem staatlichen Laboratorium die Aufgabe übertragen, eine vollständige Reihe von Versuchen hierüber anzustellen.

*Maßnahmen nach der Ausführung.*

L. Die Handhabung der Teile bei noch nicht abgekühltem Schweißgut ist zu verbieten.

M. Vorkehrungen müssen getroffen werden, um eine langsame Abkühlung des Schweißgutes zu erzielen.

N. Es ist zu hoffen, daß die in Belgien begonnenen Versuche auf praktische und wirtschaftliche Sondervorkehrungen hinweisen werden, um nach der Schweißung die Wärmespannungen zu verringern.