

# Les contraintes thermiques dans la disposition constructive et l'exécution des constructions soudées

Autor(en): **Miesel, K.**

Objektyp: **Article**

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

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

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-3046>

## **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.

## IIIb 4

Les contraintes thermiques dans la disposition constructive et l'exécution des constructions soudées.

### Berücksichtigung der Wärmespannungen bei der baulichen Durchbildung und Herstellung geschweißter Konstruktionen.

Allowance for Temperature Stresses in the Design and Execution of Welded Structures.

Dr. Ing. K. Miesel,  
Grünberg.

Le Prof. Dr. *Bierett* fait une distinction entre les contraintes de retrait engendrées par la fixation externe et celles engendrées par la fixation interne. Cette distinction est importante non seulement pour la détermination de l'allure des tensions dans les éléments de construction mais aussi pour la lutte contre les effets du retrait.

La fixation interne ne peut être corrigée que par les propriétés du métal d'apport et le processus de soudage ainsi que par des influences mécaniques telles que l'agrafage des pièces et le martelage de la soudure. Le recuit de la construction, méthode la plus efficace, ne peut pas être employé dans la construction des ponts et charpentes.

La fixation externe peut être combattue déjà lors de l'exécution du projet et plus tard lors de la construction.

Au cours de ces derniers temps, le joint des poutres à âme pleine a vivement intéressé le monde des praticiens. Le Prof. *Bierett* indique dans son mémoire comment on peut lutter contre le retrait, par l'application dans l'âme d'une bande de tôle incurvée.

Dans deux grands ouvrages on a assemblé les membrures, après le soudage des âmes, au moyen d'éclisses, selon la fig. 1. L'angle du coin est déterminé par la relation, tirée des essais, du retrait longitudinal au retrait transversal. Lorsque le soudage s'effectue à partir du côté le plus court vers le côté le plus long du coin, les composantes de retrait dans la direction longitudinale s'annulent

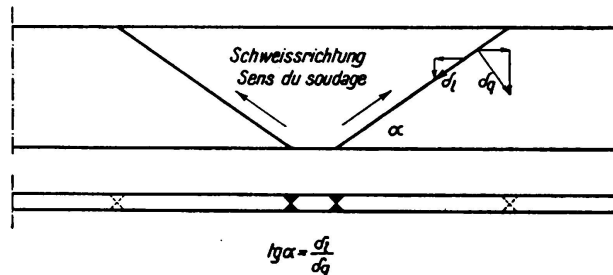


Fig. 1.  
Joint de semelles.

et elles s'additionnent dans le sens transversal; le couvre-joint est pour ainsi dire introduit dans l'assemblage. Des essais préliminaires ont justifié cette hypothèse.

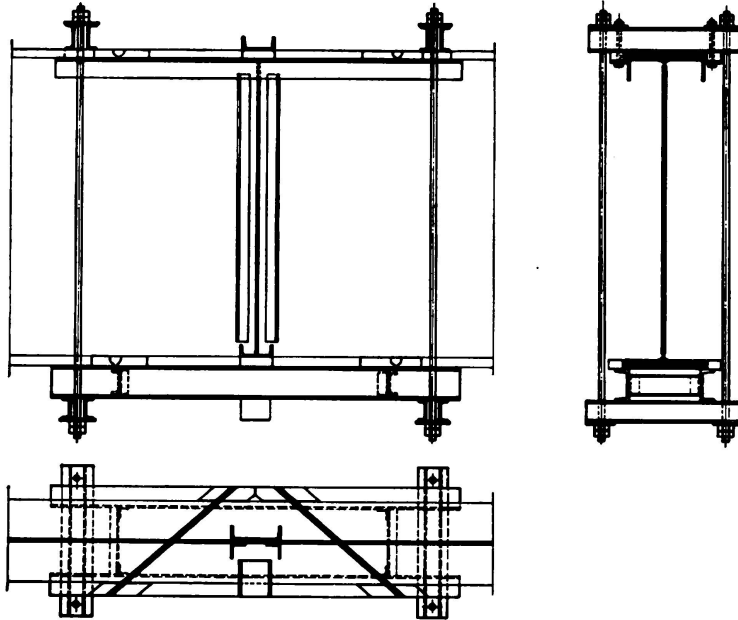


Fig. 2.  
Fixation pour un  
joint en coin.  
Projet.

L'application de ce procédé aux semelles épaisses des membrures de pont a montré par contre que l'effet de la fixation interne a dépassé notre attente lors de l'exécution de soudures en forme de tulipe. Lorsque la soudure est

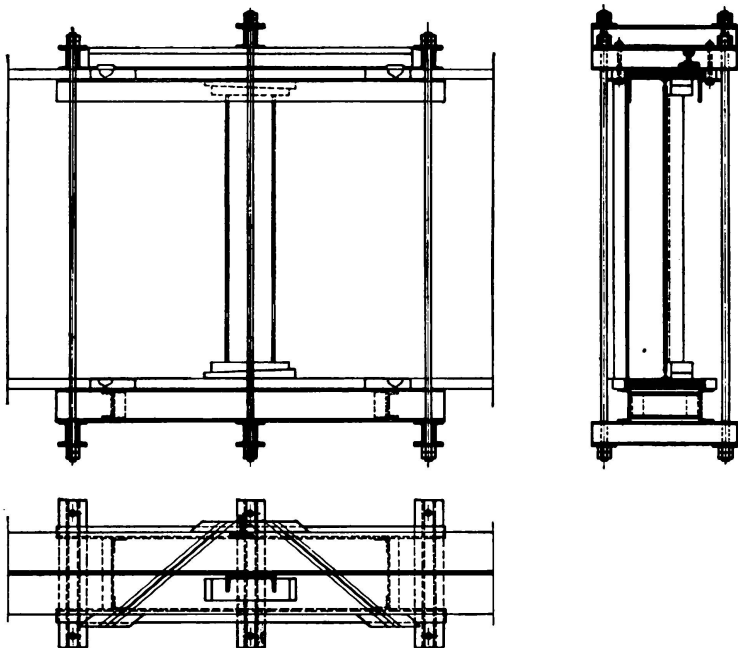


Fig. 3.  
Fixation pour un  
joint en coin.  
Exécution.

aux  $\frac{2}{3}$  effectuée, il se produit un très fort retrait angulaire contre lequel il faut lutter par un agrafage toujours plus fort des pièces à assembler. La fig. 2 donne un projet de fixation; la fig. 3 montre la rigidité qu'il a fallu donner à cette fixation pour lutter contre le retrait angulaire. Dans les poutres en acier St. 37

il est toujours possible d'obtenir des soudures dont les retraits n'engendrent aucune fissure tandis que pour l'acier St. 52 on a observé une prédisposition à la fissuration. Dans ce cas on peut éviter les fissures en martelant la deuxième moitié de la soudure. Le martelage permet toujours d'obtenir les retraits nécessaires. On n'a pas encore suffisamment mis au clair la question de savoir si le martelage n'a pas une influence défavorable sur les propriétés de résistance du matériau.

Le choix exact de la suite du soudage et le chauffage des éléments de construction permettent d'éviter les fissures dues au retrait. Lors du soudage, par température estivale très élevée, d'une poutre à âme pleine en acier 52, un orage accompagné de grêle a interrompu les travaux. Par suite du refroidissement rapide de l'âme, mince par rapport aux membrures, l'âme s'est fendue sur toute la longueur du joint non complètement soudé. Pour souder à nouveau le joint de l'âme, on a chauffé les membrures à moitié soudées et on a obtenu une nouvelle soudure absolument sans défaut.

Plusieurs publications relatives à cette question ont fait ressortir l'importance du rôle joué par le constructeur dans la lutte contre les contraintes de retrait. Ainsi que les exemples précédents le montrent, le constructeur est cependant tout-à-fait impuissant vis-à-vis de la fixation interne; la fixation externe est réduite par la liaison à des pièces suffisamment élastiques, lorsque l'ensemble de la construction le permet. On ne devrait pas craindre de choisir des assemblages rivés aux endroits où il faut s'attendre à de très forts retraits et où des considérations d'ordre esthétique ne s'opposent pas à l'emploi du rivetage. Les exigences de l'architecte, souvent discutables, s'opposent nettement ici aux obligations de l'ingénieur; celui-ci ne doit pas toujours exécuter les éléments le plus économiquement possible mais suivant la méthode offrant la plus grande sécurité. On peut attribuer à de tels assemblages rivés la même importance qu'aux coupures dans les ouvrages de béton armé où elles sont disposées en vue du retrait.

La fig. 4 représente schématiquement une ossature de pont dont les poutres maîtresses et les entretoises ont été soudées sur le chantier. Les retraits se sont additionnés différemment jusqu'à l'entretoise extrême. C'est pourquoi on relie généralement la poutre principale à l'entretoise d'extrémité par des assemblages rivés appropriés. L'entretoise d'extrémité reste ainsi sans contrainte et permet la disposition exacte du passage d'une voie de roulement à l'autre.

L'exécution des éléments dans lesquels le retrait se fait sentir suivant plusieurs directions est spécialement difficile. La fig. 5 représente la poutre maîtresse d'un pont, en forme de cadre ainsi que l'angle du cadre. Les contraintes statiques sont reportées sur la figure pour différentes sections et montrent la grandeur des forces qui doivent être transmises dans l'âme, entre autres

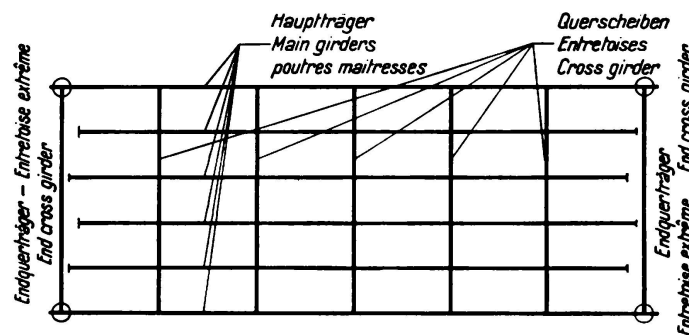


Fig 4.

Retrait des poutres principales d'une ossature de pont.

par les soudures d'angle des membrures. La très grande épaisseur de ces soudures d'angle engendre, principalement dans l'acier 52, des fissures qui ne peuvent être évitées que par martelage.

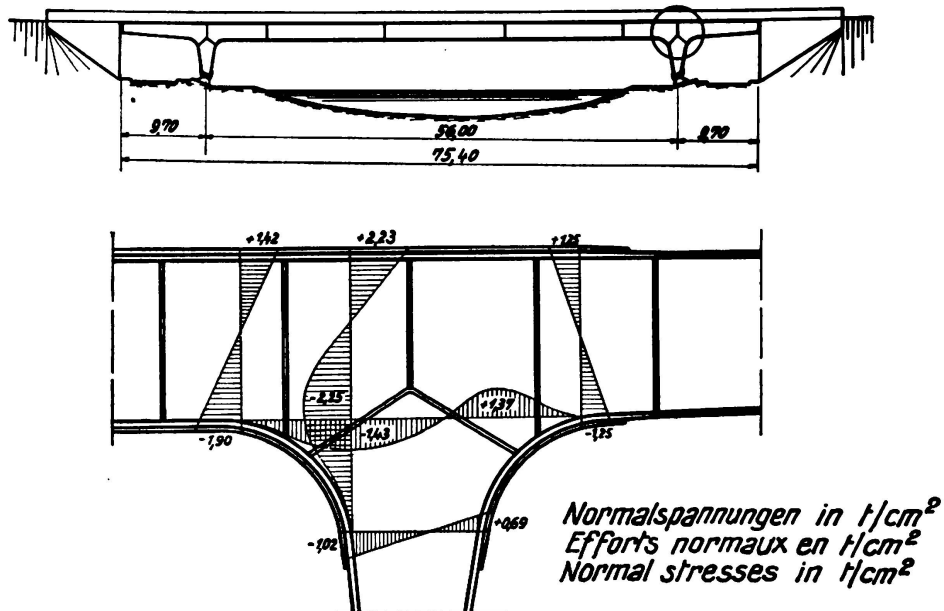


Fig. 5.

Contraintes statiques dans l'angle d'un cadre.

Dans ce cas — comme d'ailleurs dans les âmes en général — les contraintes de retrait peuvent amener le voilement ou, ce qui est plus dangereux encore, atteindre les contraintes de voilement et l'âme peut se rompre alors pour une surcharge additionnelle. Il est par conséquent recommandable, de dimensionner les raidisseurs des régions soumises à des contraintes de retrait pour les efforts

longitudinaux et tranchants de la poutre en treillis de substitution et non pas seulement d'après la théorie du flambage.

La théorie et les mesures des distorsions s'accordent pour montrer que les contraintes de retrait, qu'elles soient dues à la fixation externe ou à la fixation interne, se trouvent aux environs de la limite d'élasticité. Au moyen de l'installation représentée à la fig. 6 on a pu mesurer les contraintes de retrait résultant d'une fixation externe. L'éprou-

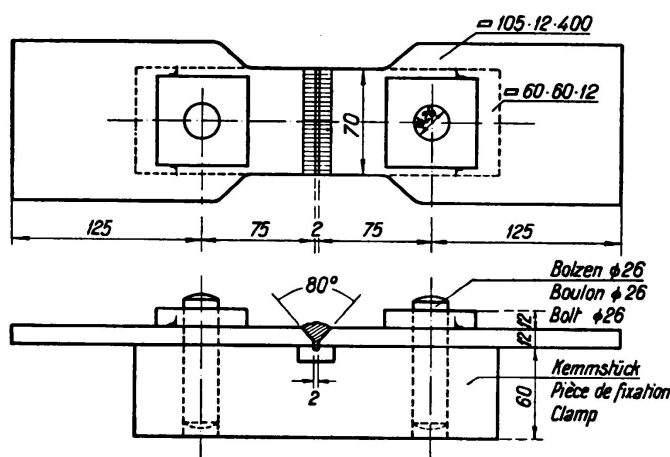


Fig. 6. Disposition d'un essai pour le mesurage des contraintes de retrait.

vette à assembler par une soudure en V était maintenue durant le soudage par des mandrins placés dans une forte pièce d'acier et entravant tout déplacement. Les éprouvettes fixées sans encastrement dans la machine d'essai furent soumises

à la traction jusqu'à ce que les mandrins purent être enlevés avec de légers coups de marteau, ce qui transmet les forces de retrait des mandrins à la machine.

La fig. 7 représente l'allure des diagrammes des contraintes-allongements tels qu'ils furent trouvés pour l'acier St. 37 et pour l'acier St. 52. Les contraintes de retrait se trouvent à la limite d'élasticité. Il en était de même lorsque les barres étaient soumises, avant le mesurage, à des efforts de grandeur usuelle, c.-à.-d. de 1,4 ou 2,1 t/cm<sup>2</sup> puis déchargées. Si les barres étaient étirées un peu au-dessus de la contrainte de retrait mesurée la première fois, la contrainte de retrait n'atteignait, lors d'une nouvelle mise en tension que 50 à 75 % de la première valeur. Pour l'acier St. 37, les valeurs de la plus haute ductilité se

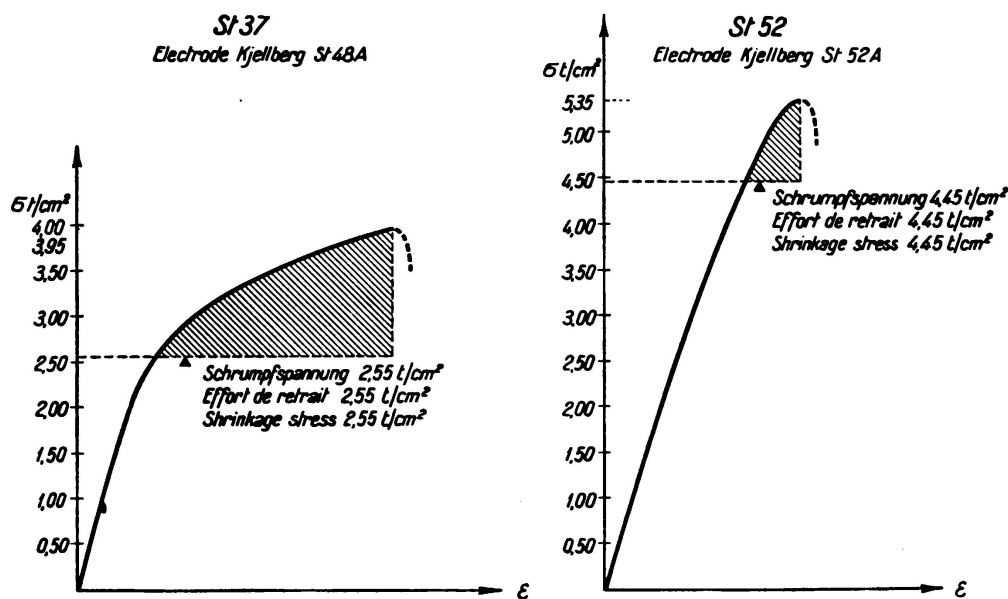


Fig. 7.

Diagrammes des allongements obtenus lors du mesurage des contraintes de retrait.

trouvent à la limite supérieure et pour l'acier 52 à la limite inférieure. On pouvait observer que l'acier employait un certain temps pour revenir à l'état de retrait. La réserve de puissance qui existe dans l'acier 37, au-dessus des contraintes de retrait, est assez grande dans la plupart des cas mais elle est très faible dans l'acier 52. Cela explique la plus grande prédisposition à la fissuration de ce dernier acier.

Pour des surcharges statiques extérieures, les contraintes de retrait, si elles ont résisté au soudage, ne sont pas plus dangereuses que toutes les autres contraintes propres. De nouveaux retraits provenant de soudages exécutés dans les environs ou de nouvelles contraintes propres produites par des effets de température, peuvent conduire à la fissuration et tout spécialement pour l'acier 52, par suite de la faible réserve dans les contraintes et les allongements.

Il serait recommandable d'exécuter des essais d'endurance avec l'installation que nous avons montrée. Une précontrainte comme celle de l'essai ordinaire de fatigue ne se présente que lorsque la surcharge agit en sens opposé à la contrainte de retrait. La résistance à la fatigue doit se trouver ici aux environs de la limite d'élasticité et l'amplitude d'oscillation applicable pour les soudures

bout à bout se monte, d'après les essais de résistance à la fatigue exécutés par la Commission allemande,<sup>1</sup> à 10 kg/mm<sup>2</sup> pour l'acier 37 et 13,1 kg/mm<sup>2</sup> pour l'acier 52. D'après les prescriptions allemandes cela exige pour un  $\gamma = 1$ , un  $\alpha$  d'environ 0,65 pour l'acier 37 et d'environ 0,58 pour l'acier 52. Lorsque la charge et le retrait engendrent des contraintes de même sens, et souvent aussi dans le cas contraire, il ne se produit une modification de l'allure des contraintes que dans l'élément pour lequel on pouvait s'attendre à une résistance à la fatigue élevée, mais il est bon d'étudier chaque cas en particulier.

Les contraintes thermiques présentent encore journellement des difficultés à l'ingénieur, aussi bien au bureau qu'à l'atelier. Il faut cependant espérer que les investigations et l'expérience compléteront bientôt nos connaissances et nos méthodes; les contraintes de retrait, comme c'est le cas pour les contraintes secondaires dans les constructions rivées, ne présenteront alors plus aucune difficulté.

---

<sup>1</sup> Dauerfestigkeitsversuche mit Schweißverbindungen, Rapport du „Kuratorium für Dauerfestigkeitsversuche im Fachausschuß für Schweißtechnik beim Verein deutscher Ingenieure“, p. 27 et 35—37.