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

Band: 7 (1964)

Artikel: Hochfeste schweissbare Baustähle: ein Beitrag für deren Anwendung im Brückenbau

Autor: Wallner, Felix

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-7848

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IIa1

Hochfeste schweißbare Baustähle — ein Beitrag für deren Anwendung im Brückenbau

High Strength Weldable Structural Steels — a Note of Their Use Under Bridge Building

Aciers soudables à haute résistance. Leur emploi dans le domaine des ponts

FELIX WALLNER
Linz/Donau

Die Verwendung hochfester Baustähle für jene Konstruktionen des Stahlbaues, deren Berechnungsgrundlage die Streckgrenze bildet, ist heute nicht mehr auf Sonderfälle beschränkt, sondern Stand der Technik. Neben vorwiegend wirtschaftlichen Überlegungen waren auch zwingende technische Gründe für die Entwicklung von Baustählen höherer Festigkeit maßgebend. Die Fertigung von Druckrohrleitungen mit großen Durchmessern bei hohem Gefälle, Hochdruckgasbehälter und Hochdruckarmaturen wäre in vielen Fällen mit allgemeinen Baustählen normaler Festigkeit fertigungstechnisch nicht mehr beherrschbar.

Anders liegen die Dinge im Brückenbau und Hochbau — abgesehen von Stahlbetonbau, wo selbst höchstfeste Baustähle Verwendung finden, die allerdings nicht für Schweißung vorgesehen sind und nur bestimmte Aufgaben in der Symbiose Beton-Stahl zu erfüllen haben. Bei Hoch- und Brückenbauten kann die Streckgrenzenlage der hochfesten Baustähle in vielen Fällen nicht im gleichen Maße ausgenützt werden wie auf den vorerwähnten Gebieten des Stahlbaues, da die Querschnitte der Bauteile nicht gleichmäßig beansprucht werden, da aus Gründen der Verformung bzw. Stabilität für die Berechnung der Elastizitätsmodul maßgebend ist oder wegen häufig wiederholter Belastung die hohe Festigkeitslage bei Schweißkonstruktionen keine ausschlaggebenden Vorteile bringt. Hochfeste Baustähle haben aber in allen Fällen des modernen Hoch- und Brückenbaues dort Eingang gefunden, wo das Eigengewicht oder hohe Vorspannungen eine Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften erlauben. Dies gilt zum Beispiel für die hochbeanspruchten Abschnitte weit gespannter Brücken, für Pylonen von Hängebrücken, für die unteren Bereiche schwerer Hochbauten, für gemischte Profile («Bastardprofile»). Einen Beweis dafür erbringen die in den Normen fast aller Länder enthaltenen schweißbaren Baustähle mit einer Mindestzugfestigkeit von 50 kp/mm² bzw. 52 kp/mm². Für diese Stähle werden, abhängig von der Herstellungsart und der Erzeugnisdicke, Mindeststreckgrenzen zwischen 30 und

36 kp/mm² angeboten, wobei der obere Wert im allgemeinen nur bis Erzeugnisdicken von etwa 15 mm gilt.

Obwohl für den Brücken- und Hochbau der Stahl St 52 bereits als hochfester Baustahl zu werten ist, sollen im folgenden nur Sonderstähle behandelt werden, deren Eigenschaften jene des Normstahles St 52 übertreffen.

An hochfeste Baustähle für den Brücken- und Hochbau wird eine Reihe von Forderungen gestellt, die vom Stahlerzeuger mehr oder minder erfüllt werden können.

a) Die Stähle müssen im Bauwerk mindestens gleiche Sicherheit ergeben wie allgemeine Baustähle gewöhnlicher Festigkeitslage.
b) Sie müssen wirtschaftlich sein, das heißt sie dürfen weder durch ihren Preis noch durch kostspielige Sondermaßnahmen in der Verarbeitung zu einer Verteuerung der Fertigprodukte führen (eine Ausnahme bilden jene Konstruktionen, bei denen man aus technischen Gründen gezwungen ist, hochfeste Baustähle anzuwenden).
c) Sie sollen leicht beschaffbar sein.
d) Die Festigkeitseigenschaften hochfester Baustähle sollen in stetiger Folge und nicht sprunghaft an die gebräuchlichen und bisher verwendeten Baustähle anschließen.

Die erste Forderung bedeutet, daß die hochfesten Baustähle eine ausreichende Schweißbarkeit und die Fähigkeit besitzen müssen, sich auch unter mehrachsigen Spannungen noch plastisch verformen zu können. Die erhöhten Festigkeitseigenschaften sollen daher nicht mit Legierungselementen erreicht werden, die die Schweißbarkeit und das Verformungsverhalten eines Stahles stark vermindern. Im gleichen Sinne wirkt die zweite Forderung, die ebenfalls zur Einsparung kostenerhöhender Legierungselemente zwingt. Die Beschaffbarkeit der Stähle wird von Ort zu Ort verschieden sein und hängt in erster Linie von der Nachfrage ab. Die Erzeugungsform wird sich jedoch hauptsächlich auf Bleche beschränken, was sich bei dem vorliegenden Verwendungszweck durch die Schweißtechnik nicht nachteilig auswirkt. Die Forderung nach einer stetigen Entwicklung der Stähle erscheint im Hinblick auf die gewohnten Verarbeitungsmethoden, die bisher gewonnenen Erfahrungen und die maschinellen Einrichtungen der Stahlbauanstalten ebenfalls notwendig; sie trägt außerdem zur Sicherheit eines Bauwerkes bei, wenn man bedenkt, daß hochfeste Baustähle mit Stählen normaler Festigkeit verbunden werden müssen.

Die Vereinigten Österreichischen Eisen- und Stahlwerke Linz haben in den vergangenen 15 Jahren eine Reihe von schweißbaren Sonderstählen in ihr Erzeugungsprogramm aufgenommen, zu denen bekannte und bewährte hochfeste Baustähle zählen. Bei der Entwicklung dieser Stähle, die auch für den Brücken- und Hochbau vorgesehen sind, wurde versucht, den vorerwähnten Bedingungen weitgehend Rechnung zu tragen.

Tafel 1. Hochfeste Al-Si-Mn-Baustähle (Österreich)

Qualität	Lieferzustand [1])	Chemische Zusammensetzung (Richtanalyse)					Festigkeitseigenschaften		
		C	Si	Mn	P	S	Streckgrenze [2]) mind. kp/mm²	Zugfestigkeit kp/mm²	Bruchdehnung d_5 mind. %
		%							
Alfort	N	0,18	0,45	1,40	0,03	0,03	38	52—64	22
Aldur 55	N	0,19	0,45	1,40	0,03	0,03	39	55—65	24
Aldur 58	N	0,20	0,45	1,60	0,03	0,03	41	58—68	22
Aldur 45/60	V	0,18	0,40	1,30	0,03	0,03	45	60—75	$1050/\sigma_B$
Aldur 50/65	V	0,20	0,45	1,50	0,03	0,03	50	65—80	$1000/\sigma_B$
Aldur 55/68	V	0,20	0,50	1,70	0,03	0,03	55	68—83	$1000/\sigma_B$
Aldur 58/72	V	0,20	0,50	1,70	0,03	0,03	58	72—85	$1000/\sigma_B$

[1]) N = Normalgeglüht. V = Vergütet.
[2]) Für Bleche bis 30 mm, bei Stahl Aldur 45/60 bis 50 mm und bei den Stählen Aldur 55/68 und Aldur 58/72 bis 25 mm Dicke.

Tafel 1 gibt einen Überblick der chemischen und mechanischen Eigenschaften dieser Sonderstähle. Bei Stahl «Alfort» handelt es sich um einen ausgesprochenen Hoch- und Brückenbaustahl. Die unter der Markenbezeichnung «Aldur» gelieferten Stähle wurden für den Druckrohrleitungs- und Druckbehälterbau entwickelt, sie sind jedoch — entsprechend den vorhergehenden Ausführungen — auch für bestimmte Gebiete des Brücken- und Hochbaues vorgesehen.

Die Sonderstähle Alfort und Aldur werden grundsätzlich nur im Elektroofen oder nach dem LD-Verfahren erschmolzen. Bei dem in Österreich entwickelten LD-Verfahren handelt es sich um ein neues Verfahren, nach dem heute fast in allen eisenerzeugenden Industrieländern der Welt Stahl hergestellt wird. Die Kapazität der im Betrieb und Bau befindlichen sowie in Planung stehenden LD-Stahlwerke erreicht etwa 100 Millionen jato. Das in der Literatur schon ausführlich beschriebene LD-Verfahren ergibt auf Grund des angewendeten Frischgases (reiner Sauerstoff), der eingesetzten Rohstoffe und der kennzeichnenden Merkmale des Reaktionsablaufes Stähle, die arm an Phosphor, Schwefel, Stickstoff und Sauerstoff sind. Durch die hohen Temperaturen, die im LD-Tiegel herrschen, kommt es außerdem zu einem weitgehenden Abbrand bzw. zu einer Verdampfung von unerwünschten metallischen Begleitelementen, wie Cr, Sn, Zn, As und dergleichen. LD-Stähle eignen sich daher ausgezeichnet zum Schweißen; sie sind in ihrer Alterungsbeständigkeit und Trennbruchsicherheit SM-Großbaustählen überlegen und Elektrostählen gleichwertig.

Die Tafel 1 zeigt, daß Stähle in Güte Alfort und Aldur außer einem ange-

messenen Gehalt an Silizium und Mangan keine absichtlich zugegebenen Legierungselemente enthalten (lediglich dem vergüteten Stahl Aldur 58/72 wird ein Mo-Gehalt von etwa 0,1% zulegiert). Alle angeführten Stähle werden jedoch als Al-haltige Feinkornstähle erschmolzen.

Das hohe Streckgrenzenverhältnis des normalgeglühten Sonderstahles «Alfort» und der im selben Zustand vorliegenden Aldurstähle wird neben den Anteilen an Kohlenstoff, Silizium und Mangan vor allem durch die streckgrenzenerhöhende Wirkung submikroskopischer Einlagerungen erzielt. Es ist jedoch notwendig, durch metallurgische Maßnahmen beim Erschmelzen und Vergießen des Stahles sowie durch Einhaltung bestimmter Regeln beim Walzen die Art, Größe und Verteilung der Einlagerungen zu steuern, um das gewährleistete Streckgrenzenverhältnis von etwa 0,7 sicherzustellen.

Höhere Festigkeitseigenschaften und vor allem eine höhere Lage der Streckgrenze lassen sich bei der gewählten chemischen Zusammensetzung im normalgeglühten Zustand nicht mehr mit der notwendigen Sicherheit erreichen. Man ist daher gezwungen, dem Stahl festigkeitssteigernde Legierungselemente beizugeben, von denen jedoch die wirkungsvollsten in der Regel auch die teuersten sind und die sehr oft im Bereich einer Schweißnaht zu Gefügeumwandlungen führen, durch welche die Schweißbarkeit und Schweißsicherheit herabgesetzt werden können. Ein Weg zur Vermeidung dieser Nachteile bietet sich in der Wärmebehandlung an. Durch Vergütung lassen sich die Festigkeitseigenschaften der Al-haltigen Si-Mn-Baustähle erheblich steigern. Es kann die Mindeststreckgrenze bis 58 kp/mm² und das Verhältnis der Streckgrenze zur Zugfestigkeit auf etwa 0,8 angehoben werden.

Kennzeichnende Spannungs-Dehnungs-Kurven des Alfortstahles, des normalgeglühten Stahles Aldur 58 und des vergüteten Stahles Aldur 58/72 sind in Fig. 1 wiedergegeben. Bei allen Stählen erkennt man eine ausgeprägte Streckgrenzendehnung. Die Elastizitätsgrenze der normalgeglühten Stähle wird knapp an der Streckgrenze gefunden. Bei den vergüteten Stählen kann sie wegen der gewählten Anlaßtemperatur in gleicher Höhe angenommen werden. Es sei in diesem Zusammenhang jedoch daran erinnert, daß die Elastizitätsgrenze durch Richt- oder Schweißspannungen stark herabgesetzt wird, wenn diese gleichsinnig mit der Beanspruchungsrichtung verlaufen. Durch Lagern über längere Zeit oder bei erhöhter Temperatur steigt die Elastizitätsgrenze wieder an. Der Elastizitätsmodul der hochfesten Stähle liegt gleich wie jener normaler Baustähle. Diesem Nachteil kann — beschränkt — durch konstruktive Maßnahmen begegnet werden.

Eine weitere Begrenzung für die Anwendungsmöglichkeit hochfester Baustähle stellt ihre Dauerfestigkeit dar. In der linken Hälfte von Fig. 2 sind Zugschwellfestigkeitswerte von geschweißten Baustählen in Abhängigkeit von ihrer Zugfestigkeit (40 bis 90 kp/mm²) dargestellt, die vom amerikanischen Welding Research Council in Gemeinschaftsversuchen gefunden wurden. Aus der Figur geht hervor, daß bei stumpfgeschweißten Proben mit belassener

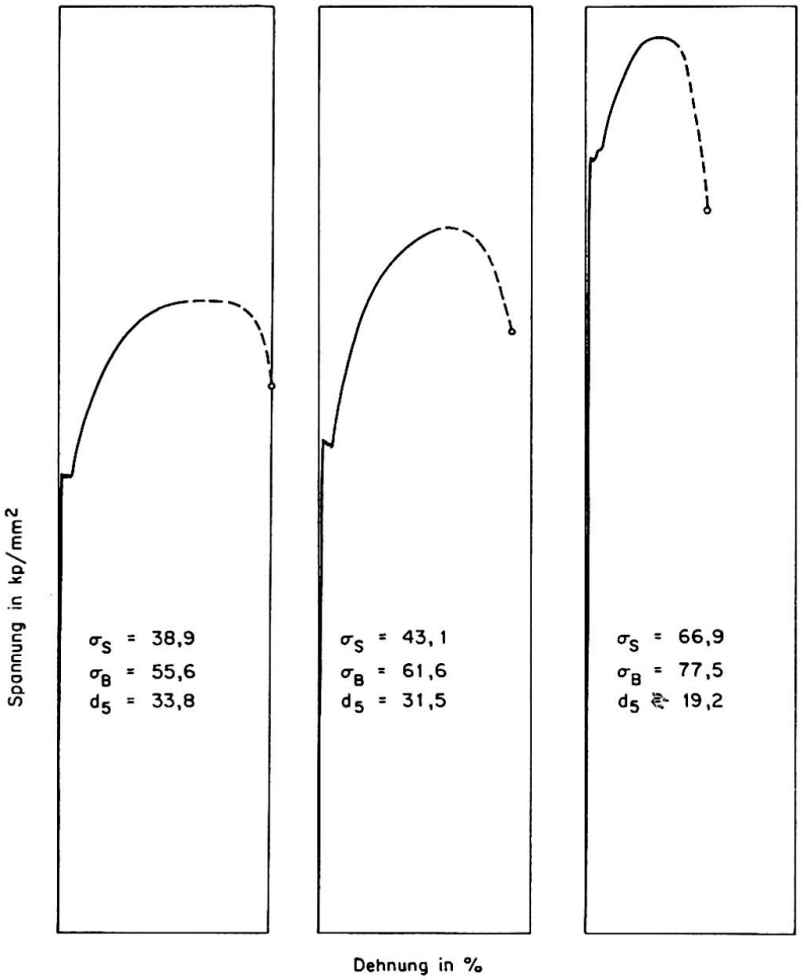

Fig. 1. Hochfeste Al-Si-Mn-Baustähle, Spannungs-Dehnungs-Schaubilder.

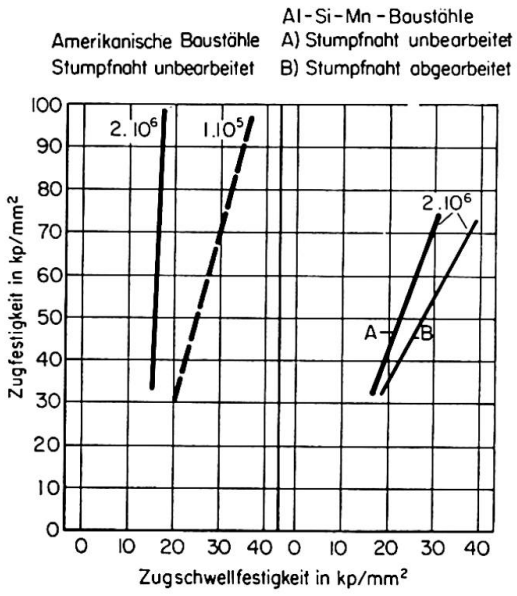

Fig. 2. Amerikanische Baustähle ($\sigma_B = 40$ bis 90 kp/mm²) und Al-Si-Mn-Baustähle ($\sigma_B = 40$ bis 70 kp/mm²), Zugschwellversuch an Proben mit geschweißter Stumpfnaht.

Schweißraupenüberhöhung und einer Lastspielzahl von 2 Mio. Stähle hoher Zugfestigkeit eine kaum merkbar höhere Dauerfestigkeit aufweisen als Stähle geringer Zugfestigkeit. Bei niedrigen Lastspielzahlen liegen die Verhältnisse günstiger. Ergebnisse eigener Versuche an stumpfgeschweißten Proben aus Al-haltigen Si-Mn-Baustählen mit einer Zugfestigkeit zwischen 40 und 70 kp/mm² gehen aus der rechten Bildhälfte hervor. Es wurde zwar ein etwas besseres Verhalten der hochfesten Stähle festgestellt, vor allem nach Abarbeiten der Schweißraupenüberhöhung, grundsätzlich stimmen jedoch die Werte mit den amerikanischen überein, wenn man die Streuung solcher Versuche berücksichtigt.

Zu den wichtigsten Voraussetzungen für die Verwendung hochfester Baustähle zählt ihre Eignung zum Schweißen. Im Hinblick darauf wurden bei den hier beschriebenen Stählen die Grenzen der chemischen Zusammensetzung festgelegt. Es wurde neben der erhöhten Anforderung an die Reinheit ein C/Mn-Verhältnis gewählt, das trotz der hohen Festigkeit begrenzte Aufhärtungen im Einflußgebiet einer Schweißnaht sicherstellt. Darüber hinaus wirkt sich für die Schweißung der Stähle deren Al-Gehalt vorteilhaft aus. Das Aluminium erhöht die Umwandlungsfreudigkeit eines Stahles durch die Keimwirkung der Al-Nitride und tonerdereichen Einschlüsse. Man findet daher bei Al-haltigen, hochfesten Baustählen im Bereich einer Schweißung geringere Härteannahme als bei normalberuhigten Baustählen gleicher Festigkeit.

Die Schweißbarkeit der vergüteten, hochfesten Baustähle ist wegen der Übereinstimmung ihrer chemischen Zusammensetzung in gleicher Weise ge-

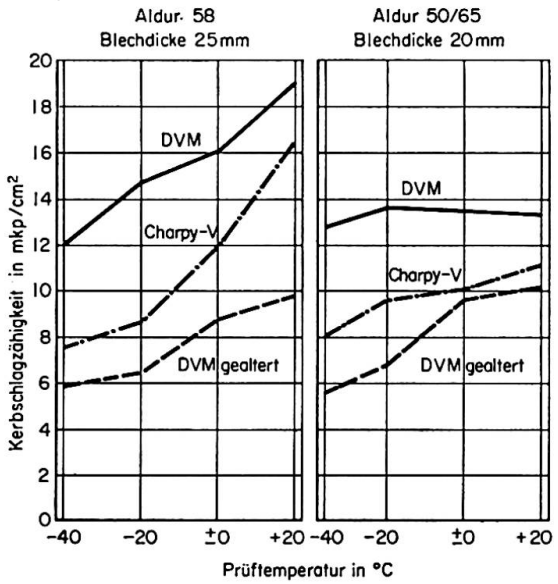

Fig. 3. Stahl Aldur 58 ($\sigma_S = 43$ kp/mm², $\sigma_B = 62$ kp/mm²) und Stahl Aldur 50/65 ($\sigma_S = 53$ kp/mm², $\sigma_B = 67$ kp/mm²), Kerbschlagzähigkeit an DVM-Proben im Anlieferungszustand und nach Alterung (10% quetschen, 250°C, 1 Stunde) sowie an Charpy-V-Proben (Längsproben).

geben. Die Wärmebehandlung wirkt sich nicht aus. Es kann allerdings durch die Wärmeeinbringung beim Schweißen, abhängig vom Schweißverfahren und den Schweißbedingungen, in einem eng begrenzten Gebiet der wärmebeeinflußten Zone zu einem Härteabfall kommen. Dieses schmale, erweichte Gebiet kann sich jedoch infolge der Stützwirkung des angrenzenden Werkstoffes bei Beanspruchung nicht mehr als dieser verformen und wirkt sich daher auf die Tragfähigkeit einer Schweißverbindung nicht nachteilig aus.

In Fig. 3 sind die Ergebnisse von Kerbschlagversuchen an dem normalgeglühten Stahl Aldur 58 und dem vergüteten Stahl Aldur 50/65 für verschiedene Prüftemperaturen dargestellt. Die Kurven zeigen, daß man bei beiden Stahlsorten trotz der hohen Festigkeit mit einer hohen Kerbschlagzähigkeit bis zu tiefen Temperaturen rechnen kann. Sie geben außerdem einen Hinweis auf die Alterungsbeständigkeit der beschriebenen Stähle.

Ein wesentliches Merkmal der hochfesten Al-Si-Mn-Baustähle ist ihre Trennbruchsicherheit, die ebenfalls auf die günstige Wirkung des Aluminiums zurückzuführen ist. Da die Kerbschlagzähigkeit vor allem auf den Wärmebehandlungszustand eines Stahles anspricht und sie wegen des begrenzten Probenquerschnittes über den Einfluß der Erzeugnisdicke auf das Trennbruchverhalten eines Stahles keine Aussagen zuläßt, wird in Österreich für die Prüfung der Trennbruchsicherheit von genormten Baustählen und Sonderstählen der Aufschweißbiegeversuch angewendet. Einzelheiten über die Versuchsdurchführung sind in ÖNORM M 3052 festgelegt; außerdem enthält diese Norm Angaben über die Mindestanforderungen, die für schweißbare Baustähle mit einer Zugfestigkeit bis 52 kp/mm^2 gestellt werden.

Das Wesen des Aufschweißbiegeversuches besteht darin, daß durch das Auftragen einer Schweißraupe auf einen Blechabschnitt voller Querschnittsdicke Gefüge- und Spannungszustände entsprechend den praktischen Verhältnissen hervorgerufen werden. Beim Biegen einer derartigen Probe entstehen — abhängig von den Eigenschaften des Grundwerkstoffes und der Schweißnaht — mit hoher Geschwindigkeit Anrisse. Diese Anrisse führen in einem sprödbruchanfälligen Material bereits bei sehr geringem Biegewinkel zu einem verformungslosen Bruch. Von einem sprödbruchsicheren Stahl werden sie abgefangen oder geben erst nach starker Verformung zu einem Durchriß Anlaß. Stähle, die nach dem Aufschweißbiegeversuch, der entsprechend der Norm bei Raumtemperatur durchgeführt wird, als trennbruchsicher beurteilt werden, haben in geschweißten, hochbeanspruchten Bauwerken bisher noch nie zu Schadensfällen geführt.

Die in Taf. 1 verzeichneten Al-haltigen hochfesten Baustähle verhalten sich in diesem scharfen Versuch bis zu größten Dicken trennbruchsicher. In Fig. 4 sind als Beispiele Proben aus Stahl Alfort und dem vergüteten Stahl Aldur 55/68 gezeigt. Wir haben diese Proben ausgewählt, da der untersuchte Alfortstahl für eine bemerkenswerte Brücke, die später noch besprochen wird, bestimmt war und der vergütete Aldurstahl in einer außergewöhnlich großen

Querschnittsdicke vorlag. Beide Stähle haben bei der normgemäßen Prüftemperatur die in der Schweißnaht aufgetretenen Anrisse abgefangen und Verformungen bis zu einem Biegewinkel von über 150° ertragen. Zur Verschärfung des Versuches wurden auch Proben bei −10° bzw. −20° C geprüft. Die Proben zeigten bei −10° C dasselbe Verhalten wie bei Raumtemperatur und erfüllten trotz der höheren Zugfestigkeit der Stähle auch bei −20° C noch die Mindestanforderungen nach ÖNORM M 3052. Ähnliche Ergebnisse können von höher legierten Stählen gleicher Festigkeit nicht erwartet werden.

Das hervorragende Verhalten der hochfesten, Al-haltigen Baustähle in geschweißten Konstruktionen ist auf eine weitere diese Stähle kennzeichnende Eigenschaft zurückzuführen. Al-haltige Stähle neigen bei Beanspruchungen nahe der Streckgrenze mehr zum Kriechen als normalberuhigte. Dadurch

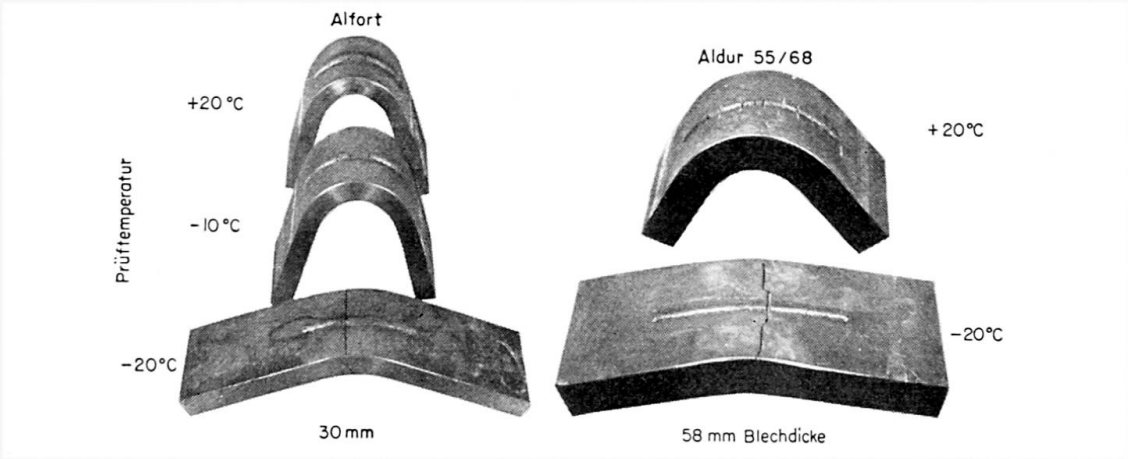

Fig. 4. Stahl Alfort ($\sigma_S = 40$ kp/mm², $\sigma_B = 57$ kp/mm²) und Stahl Aldur 55/68 ($\sigma_S = 56$ kp/mm², $\sigma_B = 70$ kp/mm²), Aufschweißbiegeversuch.

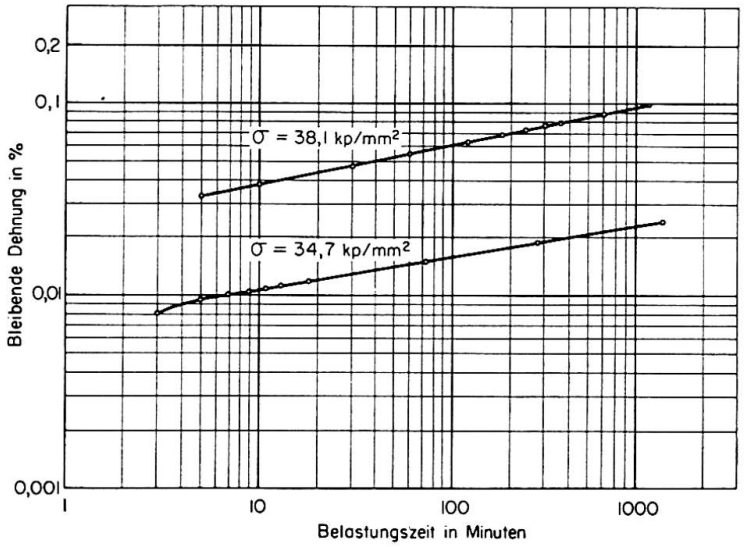

Fig. 5. Stahl Aldur 58 ($\sigma_S = 41$ kp/mm², $\sigma_B = 62$ kp/mm²), Zeitstandversuch bei +23° C (Beanspruchung 34,7 bzw. 38,1 kp/mm²).

haben sie die Fähigkeit, Spannungsspitzen, die im Bereich von Schweißnähten vorhanden sind, selbsttätig abzubauen. Das Kriechen, ein langsames plastisches Verformen, kann man im Dauerstandversuch nachweisen. Ergebnisse eines solchen Versuches an Proben aus Stahl Aldur 58 gehen aus Fig. 5 hervor. Das örtliche Fließen in geschweißten Bauwerken aus Al-haltigen Stählen wurde wiederholt durch Dehnungsmessungen nachgewiesen.

Die beschriebenen Al-haltigen, hochfesten Baustähle haben ihre Vorzüge in hochbeanspruchten Brücken sowie Druckrohrleitungen und Druckbehältern wiederholt unter Beweis gestellt. Es seien einige Brückenbauwerke aus Stahl Alfort erwähnt, die wegen der Verhältnisse bei der Montage und auf Grund der Betriebsbeanspruchung hohe Anforderungen an den Werkstoff stellen.

Im Jahre 1955 wurde die nördlichst gelegene Brücke Europas, die dem Straßen- und Schnellbahnverkehr zwischen Helsinki und Kulosaari dient, unter Verwendung von 1200 t Alfortstahl geschweißt. Die Montage dieser Brücke erfolgte zum Teil in den Wintermonaten; die Brücke selbst war seit ihrem Bestehen bereits mehrmals sehr tiefen Temperaturen strenger finnischer Winterkälte ausgesetzt.

Im Jahre 1960 wurde in Österreich eine Brücke aus Alfortstahl dem Verkehr übergeben, die deshalb bemerkenswert ist, weil an diesem Bauwerk auch die tragenden Stoßverbindungen geschweißt wurden und alle Schweißarbeiten im Winter an der Baustelle erfolgten (Fig. 4).

Derzeit geht die höchste Brücke Europas (Europa-Brücke südlich von Innsbruck) ihrer Vollendung entgegen, deren Hauptträger ebenfalls aus Stahl Alfort geschweißt wurde. Die in der Werkstätte vorgefertigten Hauptträgerstücke wurden im freien Vorbau montiert. Auch diese 190 m über dem Tal liegende Autobahnbrücke ist strengsten klimatischen Bedingungen, wie sie in den Alpen vorherrschen, ausgesetzt.

Einen Einblick in die bei den Abnahmeprüfungen festgestellten Gütewerte geben die Häufigkeitsschaubilder in Fig. 6, die für die beiden letztgenannten Bauwerke gelten. Die Eigenschaften der Grobbleche für die Kulosaaribrücke sind an anderer Stelle bereits veröffentlicht. Es sei in diesem Zusammenhang

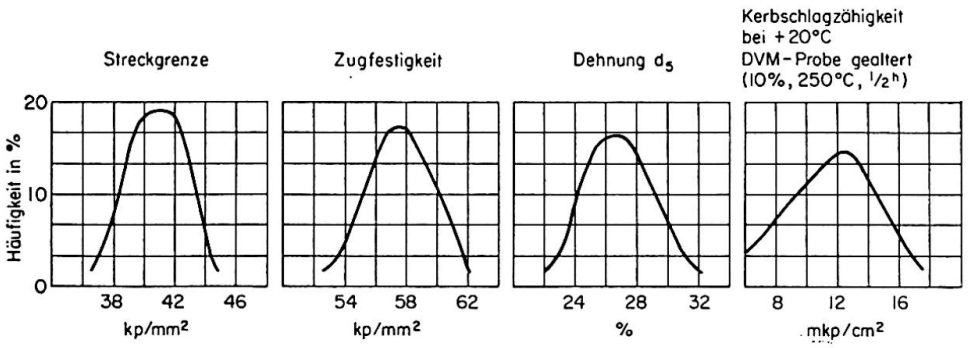

Fig. 6. Stahl Alfort für Villacher Draubrücke und Europabrücke, Grobbleche bis 30 mm Dicke, Ergebnisse der Abnahmeprüfungen.

darauf hingewiesen, daß die Stähle für alle drei genannten Bauwerke ausschließlich nach dem LD-Verfahren erschmolzen wurden.

Die hochfesten, normalgeglühten und vergüteten Aldurstähle haben ihre Bewährungsprobe in Druckrohrleitungen und Druckbehältern abgelegt, ihre Eigenschaften können jedoch auch in Großbrücken und in schweren Hochbauten sinnvoll ausgenützt werden und die Wettbewerbsfähigkeit der Stahlkonstruktion gegenüber Stahlbeton verbessern.

Schrifttum

1. H. HAUTTMANN: «Alfort, ein Sonderstahl für hochbeanspruchte geschweißte Konstruktionen.» Neue Technik und Wirtschaft 1953 (7), Heft 4.
2. H. HAUTTMANN: «Die Eigenschaften von unberuhigten und beruhigten LD-Stählen.» Buch «3 Jahre LD-Stähle, VÖEST 1953—1956» (1956).
3. H. HAUTTMANN: «Aldurstahl aus dem Elektroofen und LD-Tiegel.» Österr. Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft 1960 (13), Heft 6.
4. F. WALLNER, H. HAUTTMANN: «Beitrag zur Frage der Gefährlichkeit örtlicher Aufhärtungen an geschweißten hochwertigen Baustählen.» Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 1963, Heft 3.
5. J. A. GILLIGAN und J. R. ENGLAND: "Fatigue considerations in the design of structures using USS T1-steel." Highway Research Board Preceedings, 1960 (vol. 39).
6. Österr. Normenausschuß: ÖNORM M 3052 «Schweißtechnik, Aufschweißbiegeversuch». Ausgabetag 24. Jänner 1950.
7. B. KIVISALO: «Die Straßenbrücke von Helsinki nach Kulosaari.» Stahlbau-Rundschau 1957 (3), Heft 2.
8. H. BEER: «Die Villacher Draubrücke, eine neuartige Hohlkastenverbundbrücke.» Der Bauingenieur 1961 (36), Heft 9.
9. J. GRUBER: «Die Europabrücke.» Der Bauingenieur 1961 (36), Heft 9.

Zusammenfassung

Der Verwendung hochfester Baustähle in Stahlbrücken und Hochbauten sind aus bekannten Gründen Grenzen gesetzt. Diese Stähle werden jedoch wegen der zunehmenden Spannweiten und Gewichte, der erhöhten Belastungsansprüche und der verschärften Wettbewerbsbedingungen in dem modernen Brücken- und Hochbau immer mehr Eingang finden.

Es wurden die kennzeichnenden Eigenschaften der in Österreich hergestellten hochfesten Al-haltigen Si-Mn-Baustähle beschrieben. Diese Stähle werden im normalgeglühten Zustand mit einer Mindeststreckgrenze bis 41 kp/mm², im vergüteten Zustand bis 58 kp/mm² geliefert. Für ihre Erschmelzung hat sich das LD-Verfahren als sehr geeignet erwiesen. Die Stähle sind trotz ihrer Festigkeitslage gut schweißbar, alterungsbeständig und trennbruchsicher. Sie haben sich in geschweißten Konstruktionen des Stahlbaues einschließlich Brücken- und Hochbau bestens bewährt.

Summary

The application of high strength structural steels in bridges and high buildings is limited because of the E-modulus and the fatigue strength in the welded condition. Due to increasing spans and weights, the demand for higher permissible loads and the severe conditions of competition, high strength steels, however, will increasingly come into favour in this field of steel construction.

The characteristic properties of the high strength Al-bearing Si-Mn-steels, produced in Austria, are described. These steels can be supplied with a guaranteed yield point up to 41 kg/mm² in the normalized condition, and up to 58 kg/mm² in the quenched and tempered condition. Besides the high tensile properties the steels show good weldability and high resistance to ageing and brittle fracture. The Al-Si-Mn-steels have proved their excellent behaviour in welded steel constructions including bridges.

Résumé

Des raisons connues limitent l'application des aciers à haute résistance aux ponts et charpentes métalliques. L'augmentation des portées et du poids mort, les conditions de charge plus sévères et une concurrence plus serrée conduiront toutefois à utiliser davantage ces aciers dans le domaine des ponts et charpentes modernes.

L'auteur présente les caractéristiques des aciers autrichiens Al-Si-Mn à haute résistance. A l'état normalisé, ces aciers sont fournis avec une limite élastique garantie de 41 kg/mm² au maximum; après traitement thermique, on atteint 58 kg/mm². Pour l'élaboration, le procédé *LD* s'est montré très indiqué. Malgré leurs caractéristiques élevées, les aciers sont bien soudables et peu sensibles à la fragilité et au vieillissement. Ils ont fait leurs preuves en construction métallique soudée, y compris les ponts et charpentes.

Leere Seite
Blank page
Page vide