Zeitschrift: Tec21

Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Band: 128 (2002)

Heft: 24: Werkstoffe

Artikel: Brücken aus wetterfestem Stahl: Untersuchungen zeigen, dass sich der Werkstoff an Brücken besser bewährt, als sien Ruf erwarten lässt

Autor: Lang, Thomas P. / Lebet, Jean-Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-80439

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: 04.12.2025

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

Thomas P. Lang, Jean-Paul Lebet

Brücken aus wetterfestem Stahl

Untersuchungen zeigen, dass sich der Werkstoff an Brücken besser bewährt, als sein Ruf erwarten lässt

Eigentlich wäre wetterfester Stahl ein idealer Werkstoff für Tragkonstruktionen im Brückenbau. Er vereint die konstruktiven Möglichkeiten und die einfache baupraktische Handhabung des normalen Baustahls mit den wirtschaftlichen und ökologischen Vorteilen eines quasi im Material eingebauten Korrosionsschutzes. Aus der systematischen Untersuchung der in der Schweiz vorhandenen Beispiele ergibt sich insgesamt eine hohe Dauerhaftigkeit wetterfester Stähle. Das Potenzial dieses Werkstoffs kann somit bei Beachtung der konstruktiven Regeln ohne Risiken für den Brückenbau genutzt werden.

Mit zunehmender Anzahl in Betrieb stehender Brücken steigt auch der Finanzbedarf für den Unterhalt dieser Objekte. Eine Möglichkeit zur Einsparung von Kosten für Bauwerke aus Stahl besteht in der Verwendung eines Baustahls, welcher einen erhöhten Widerstand gegenüber atmosphärischer Korrosion aufweist und daher keinen Korrosionsschutzanstrich benötigt. Das Verhalten dieser wetterfesten Stähle hat jedoch auf Grund von örtlich beobachteten Schäden gewisse Fragen, insbesondere in Bezug auf die Bildung der Deckschicht, aufgeworfen.[1] Das Bundesamt für Strassen hat das ICOM (Institut de Construction métallique) der ETH Lausanne beauftragt, das Verhalten der Brücken aus wetterfestem Stahl in der Schweiz gesamthaft zu untersuchen. Der vorliegende Beitrag gibt einen Gesamtüberblick über die durchgeführten Arbeiten, welche ausführlich in einem kürzlich publizierten Forschungsbericht[2] dargestellt sind.

1
Pont sur la Sarine, FR, 1982 (Bilder: T. Lang)

Der wetterfeste Stahl

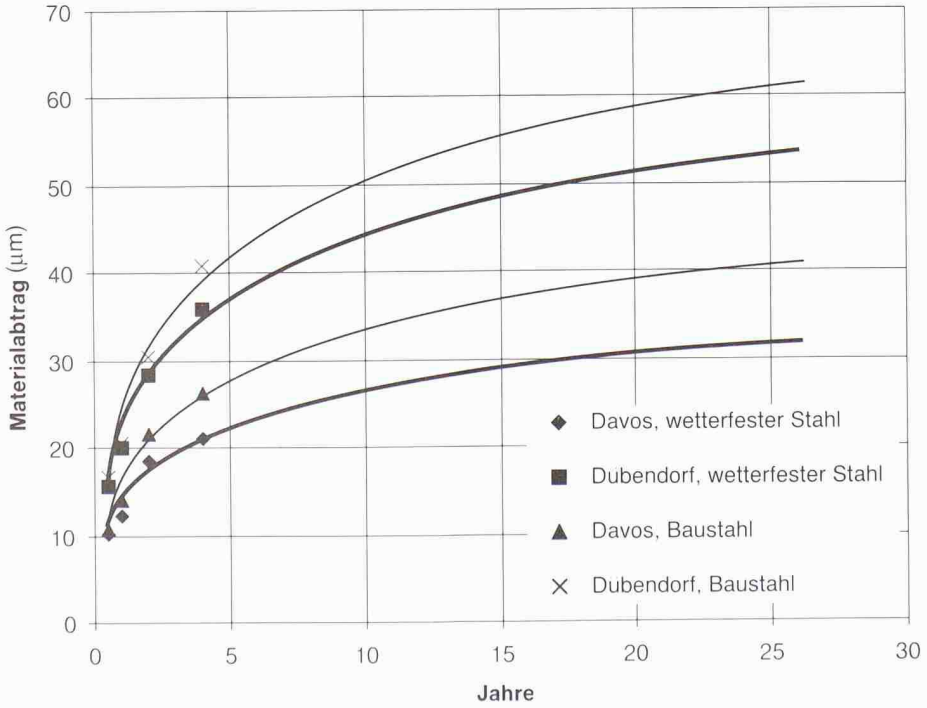
Der wetterfeste Stahl wurde Anfang der 30er-Jahre in den USA entwickelt und zuerst im Strassen- und Schienenfahrzeugbau eingesetzt. Erst in den 60er-Jahren fand er auch Verwendung im Hoch- und im Brückenbau und war darauf ebenfalls in Europa erhältlich.

Dank einem geringen Gehalt an Legierungselementen bildet sich auf der Stahloberfläche im Laufe der Zeit eine kompakte, gut haftende Deckschicht, welche den fortschreitenden Korrosionsangriff wirkungsvoll vermindert und den Einsatz dieses Stahles unter normalen atmosphärischen Bedingungen ohne zusätzlich aufgebrachten Korrosionsschutzanstrich ermöglicht. Bild 2 zeigt den Vergleich der Schmelzanalyse eines normalen Baustahles Fe E 355-D gemäss EN 10 025[3] und eines entsprechenden wetterfesten Stahles gemäss EN 10155[4]. Mit der Bildung der Deckschicht ist ein Abrostungsvorgang verbunden, welcher nie ganz zum Stillstand kommt und somit einen dauernden Materialabtrag und eine fortschreitende geringe Abnahme der Blechdicke zur Folge hat. Die Höhe des Materialabtrages ist dabei stark von den klimatischen Bedingungen des Bauwerkstandortes abhängig (Bild 3).

Die mechanischen Eigenschaften von wetterfestem Stahl, insbesondere die Festigkeit, die Kerbschlagzähigkeit und der Elastizitätsmodul sowie, im Rahmen der gegenwärtig geltenden Schweizer Normen, auch die Ermüdungsfestigkeit entsprechen denjenigen von normalem Kohlenstoffstahl der entsprechenden Stahlsorte. Wetterfeste Stähle können ebenfalls mit den für vergleichbare Baustähle bekannten Methoden bearbeitet, insbesondere geschweisst werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das Schweissgut beim Mehrlagenschweissen ebenfalls wetterfest ist, wenigstens für Wurzel- und Decklagen. Beim Einlagen-Kehlnaht- oder Stumpfnahtschweissen reicht im Allgemeinen die Aufmischung aus dem Grundmaterial aus, so dass nichtlegiertes Schweissgut verwendet werden kann und trotzdem eine ausreichende Wetterfestigkeit gegeben ist.

Bezeichnung			Massenanteile in %							
SIA 161/1 (1990)	EN 10027-1, ECISS-IC 10, EN 10088	EN 10027-2	C max	Si max.	Mn	P max.	S max.	Cr	Cu	Ni max.
Fe E 355-D	S355J2G3	1.0570	0,20	0,55	≤ 1,60	0,035	0,035			
Fe E 355-D wetterfest	S355J2G1W	1.8963	0,16	0,50	0,50 bis 1,50	0,035	0,035	0,40 bis 0,80	0,25 bis 0,55	0,65

2
Schmelzanalyse von Baustählen



3
Abrostungsverhalten von bewitterten Baustählen [5,6]

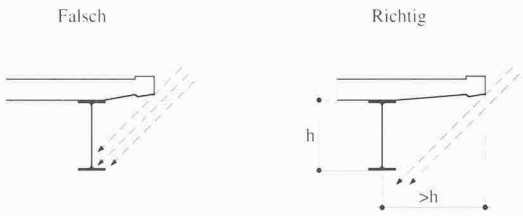
Brücken in der Schweiz

In der Schweiz stehen 36 Brücken aus wetterfestem Stahl unter Betrieb (2001), von denen einige mehr als 30 Jahre alt sind (Bild 5). 34 davon konnten einer systematischen visuellen Untersuchung unterzogen werden. Die untersuchten Stahlkonstruktionen hinterliessen insgesamt gesehen einen guten Eindruck; dies sowohl hinsichtlich der Bildung der Deckschicht wie auch in ästhetischer Hinsicht (Bilder 1, 10 und 11). Gleichwohl vorhandene Schäden treten nur sehr lokal auf. Sie sind auf unplanmässigen, durch mangelhaften Detailentwurf und durch vernachlässigten Unterhalt verursachten Zutritt von Wasser auf die Stahlkonstruktion zurückzuführen. Oft ist die Stahlkonstruktion an diesen Stellen zusätzlich noch ungenügend belüftet. Sowohl die Schäden wie auch deren Ursachen lassen sich in der Regel relativ einfach beheben und stellen die Anwendung des wetterfesten Stahles in keinem Fall in Frage.

4
Ponte Punton (TI, 1980)

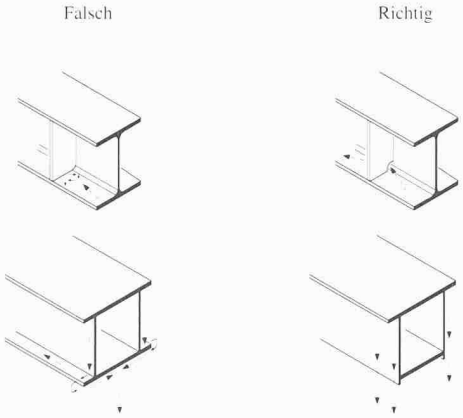
Bauwerksname	Kt.	Standort-Koordinaten	Baujahr	Länge [m]	Stahl [t]
Passerelle Oberstocken	SG	742 430/252 150	1968	38,10	9
SBB-Bahnüberführung Industrie Althau	AG	660 490/264 210	1970	54,00	41
Ponts sur la Grande Eau	VD	561 480/130 430	1973	63,00	130
Viaduc route d'accès à la jonction d'Aigle	VD	562 700/130 550	1974	545,00	470
Pont de Leukerfeld	VS	617 840/128 280	1974	149,00	130
Pont sur le Rhône Illarsaz	VS	561 000/129 900	1974	181,00	240
Viaduc de Turtig-Raron	VS	627 180/128 350	1974	551,50	460
Pont de Coulouvrière	GE	486 760/111 080	1974	10,60	24
Brücke Fabrikstrasse	BE	598 760/200 080	1976	35,50	91
Brücke Murtenstrasse	BE	598 610/200 100	1976	38,50	185
Brücke Gampel-Steg/T9-SBB-Rotten	VS	623 550/128 350	1976	198,00	248
Pont sur la Losentze	VS	583 400/114 500	1976	164,80	460
Viaduc de Vionnaz	VS	559 750/129 400	1976	340,00	245
Lehnenbrücke Nr. 1, Kandersteg	BE	618 120/150 780	1977	139,00	120
Lehnenbrücke Nr. 2, Kandersteg	BE	618 140/150 570	1977	61,00	50
Rheinbrücke Zurzach–Rheinheim	AG	664 950/270 950	1977	156,50	216
Viaduc de Getwing sur Rhône+CFF	VS	620 200/128 700	1977	302,00	290
Pont de Peney-Dessous	GE	492 280/117 580	1977	10,34	34
Viaduc du Chêne	VD	533 900/174 600	1978	365,20	700
Brücke Nidau-Büren-Kanal	BE	585 080/218 980	1979	94,00	80
Brücke Nidau-Büren-Kanal (BTI)	BE	585 080/218 980	1979	94,00	90
Überführung U8 Wiggiswilstrasse	BE	602 320/208 590	1980	159,00	106
Ponte Punton	TI	708 300/117 400	1980	25,00	20
Napoleonbrücke	VS	642 650/128 600	1980	330,00	750
Nuovo ponte sul Ticino	TI	712 040/112 900	1981	342,50	547
Pont sur la Sarine	FR	573 400/157 900	1982	40,85	80
Nuovo ponte sul fiume Maggia	TI	696 400/124 130	1982	90,00	115
Passerella sul fiume Ticino	TI	705 910/147 090	1984	37,00	16
Pont de la Tine	VD	569 460/147 000	1984	123,67	120
Ponte sul Cassarate	TI	722 320/104 310	1985	30,00	44
Ponte sul Ri d'Auri	TI	698 640/115 560	1985	22,00	24
Ponte di Miglieglia	TI	709 390/097 780	1986	21,40	28
Pont sur le Rhône Saxon-Ouest	VS	577 680/110 760	1987	130,00	200
Pont sur la Dala	VS	614 250/129 780	1990	211,00	950
Nouveau pont de Gueuroz	VS	569 200/108 680	1993	170,25	400
Viaducs des Vaux	VD	546 700/181 600	1999	945,00	5000

5
Brücken aus wetterfestem Stahl in der Schweiz (Stand 2001)



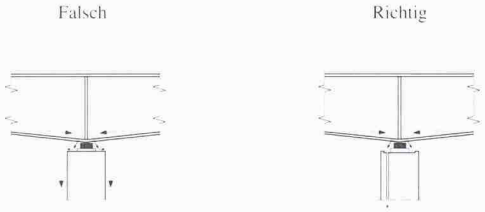
6

Einfluss der Auskragung der Fahrbahnplatte auf die Bewitterung und damit auf die Oberflächenfärbung der Stege



7

Die richtige Detailausbildung der Stahlkonstruktion verhindert die Bildung von stehendem Wasser oder Wassersäcken



8

Durch die richtige Ausbildung der Stützenköpfe kann auf der Stahlkonstruktion herangeführtes Wasser kontrolliert abfliessen

9

Bei richtiger Ausbildung der Tragkonstruktion im Bereich des Fahrbahnübergangs wird Wasser, das infolge Versagens der Dichtung eindringt, fern von der Stahlkonstruktion abgeführt

Anwendungsvoraussetzungen

Um ein günstiges Langzeitverhalten der Bauwerke aus wetterfestem Stahl zu gewährleisten, muss die Entstehung von Dauerfeuchtigkeit auf der Stahlkonstruktion unbedingt verhindert werden. Dazu sind die folgenden drei Grundvoraussetzungen zu erfüllen:

- Vorhandensein geeigneter Umgebungsbedingungen am Bauwerkstandort
- Materialgerechter Detailentwurf des Bauwerks
- Konzept für die Überwachung und den Unterhalt des Bauwerks.

Umgebungsbedingungen

Wetterfester Stahl soll nur dort eingesetzt werden, wo durch die lokalen klimatischen und topografischen Verhältnisse sichergestellt ist, dass die Stahlkonstruktion nicht mehr als 60 % der Zeit nass ist, sei dies infolge direkter Benetzung durch Schlagregen oder Spritzwasser oder infolge indirekter Benetzung durch hohe Luftfeuchtigkeit. Luftschadstoffe haben, ausser in stark belasteter Industrieatmosphäre, keinen nachteiligen Einfluss auf die Bildung der Deckschicht. Der durch Tausalzeinsatz verursachte Eintrag von Chloriden hingegen sollte verhindert werden, falls keine Selbstreinigung der Stahlkonstruktion – zum Beispiel durch Regenwasser – möglich ist.

Materialgerechter Detailentwurf

Bauwerke aus wetterfestem Stahl sind grundsätzlich so zu entwerfen, dass Wasser von der Stahlkonstruktion fern gehalten wird (Bild 6). Da nie ganz zu vermeiden ist, dass infolge Schlagregens, Kondensation der Luftfeuchtigkeit oder aus Leckstellen des Entwässerungssystems dennoch Wasser auf die Stahlkonstruktion gelangt, ist diese so auszubilden, dass das Wasser kontrolliert abtropfen oder zu Stützen und Widerlagern abfliessen kann (Bild 7). Damit wird die Bildung lokaler Dauerfeuchtigkeit auf der Stahlkonstruktion verhindert und eine gleichmässige Färbung der Stahloberflächen gewährleistet. Stützenköpfe und Widerlagerbänke sind so zu gestalten, dass das von der Stahlkonstruktion abfliessende rostpartikelbelastete Wasser gefasst und kontrolliert abgeleitet wird, ohne die sichtbaren Bauteilflächen zu verschmutzen (Bilder 8 und 9). Darauf ist insbesondere auch während der Bauzeit zu achten.

Überwachung und Unterhalt

Durch regelmässige Überwachung können sowohl allfällige Projektierungsmängel wie auch Mängel, welche im Laufe des Betriebes auftreten und den Zustand der Stahlkonstruktion beeinträchtigen, frühzeitig erkannt und allenfalls notwendige Massnahmen ergriffen werden. Durch regelmässigen Unterhalt kann der Zustand des Bauwerkes im Sinne der beiden erstgenannten Grundvoraussetzungen für die Verwendung von wetterfestem Stahl bewahrt werden. Gleichzeitig werden allfällige während der Überwachung festgestellte Mängel beseitigt. Soll die Stahlkonstruktion nachträglich ganz oder teilweise mit einem Oberflächenschutz versehen werden (Bild 4), so sind dabei einige Besonderheiten des Werkstoffes Wetterfester Stahl zu berücksichtigen (siehe Kasten).

Nachträglich aufgebrachter Oberflächenschutz

Oberflächenvorbereitung

Im Prinzip müssen auch Oberflächen aus wetterfestem Stahl für die Applikation einer Korrosionsschutzbeschichtung mittels Druckluftstrahlen («Sandstrahlen») bis zu einem Vorbereitungsgrad Sa 2 1/2 gereinigt werden. Oft ist es jedoch auf Grund der örtlichen Gegebenheiten oder des Umfangs der vorzubehandelnden Oberflächen nur möglich, die Oberflächenvorbereitung mit Handwerkzeugen, maschinell angetriebenen Werkzeugen oder Höchstdruckwasserstrahlen bis zu einem Vorbereitungsgrad St 3 durchzuführen. Es empfiehlt sich ausserdem, die Oberflächen nach dem Handentrosten mit Wasser (wenn möglich in Dampfform) zu reinigen und vor dem Beschichten auf allfällige Chloridrückstände überprüfen zu lassen.

Beschichtungsaufbau

Für die in der Schweiz herrschenden klimatischen Bedingungen kann grundsätzlich von einem dreischichtigen Aufbau des Oberflächenschutzes mit einer totalen Mindestschichtdicke von 130 µm ausgegangen werden. Die optimale Lösung für ein konkretes Objekt muss selbstverständlich unter Berücksichtigung des Standortes sowie des vorhandenen Schadenbildes gefunden werden.

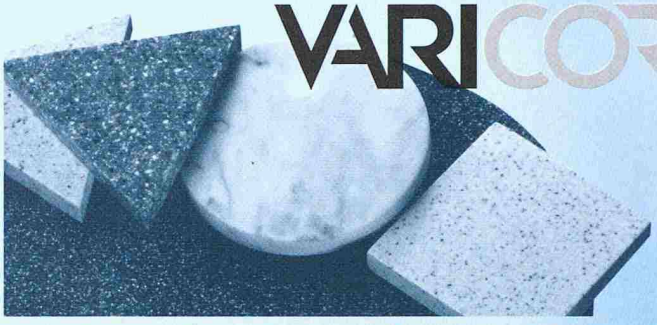
Für die Grundbeschichtung werden heute in der Regel 2-Komponenten-Epoxidharz- oder 1-Komponenten-feuchtigkeitshärtende Polyurethan-Beschichtungen eingesetzt. Meistens weisen instand zu setzende Bereiche von Bauteilen aus wetterfestem Stahl bereits relativ tiefe Anfressungen durch Korrosionsvorgänge auf, welche nach der Oberflächenvorbereitung beträchtliche Rautiefen ergeben. Diese müssen durch die Beschichtungsstoffe «aufgefüllt» und die Spitzen ausreichend überdeckt werden. Da die heute gebräuchlichen Zinkstaubbeschichtungsstoffe oberhalb einer maximalen Schichtdicke von 150 µm nicht angewendet werden sollten, wird die Verwendung einer Zinkphosphatbeschichtung empfohlen.

Für die Zwischenbeschichtung werden grundsätzlich die gleichen Beschichtungsstoffe wie für die Grundbeschichtung eingesetzt. Da die Zwischenbeschichtung gegenüber eindringenden Schadstoffen eine möglichst dichte Diffusionsbarriere darstellen soll und keine UV-Beständigkeit aufweisen muss, empfiehlt sich die Verwendung von Epoxidharz als Bindemittel.

Für die Deckbeschichtung schliesslich werden in der Regel 2-Komponenten-Polyurethan- oder 1-Komponenten-feuchtigkeitshärtende Polyurethan-Beschichtungsstoffe mit Eisenglimmer verwendet. Diese Beschichtungsstoffe stellen sowohl die geforderte hohe Kreidungs- und Farbstabilität als auch eine hohe UV-Beständigkeit der Deckbeschichtung sicher.

Qualitätssicherung

Da die Beschichtungsarbeiten an Brücken aus wetterfestem Stahl im Freien durchgeführt werden müssen, ist den klimatischen Verhältnissen während der Ausführung besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Unter Berücksichtigung der Wettervorhersagen und den mehrmals am Tag auf der Baustelle gemessenen Klimadaten ist die Applikation der Beschichtung sorgfältig zu planen und zu überwachen. Schichtdicken- und Haftfestigkeitsprüfungen sowie die Kontrollen der Porenfreiheit müssen durchgeführt werden, solange die Bauteiloberflächen noch zugänglich sind. Schlussendlich ist es unerlässlich, dass über die Oberflächenschutzbehandlung eine umfassende Dokumentation erstellt wird.



Mehr als eine Alternative!

VARICOR® lässt anspruchsvolle Innenraumgestaltung leben. Ein vielseitiger High Tech Mineralwerkstoff für exklusive, hochwertige, moderne und farbenprächtige Lösungen. Flexibel in der Planung. Einfach in der Verarbeitung. Praktisch im täglichen Gebrauch. VARICOR® findet in den verschiedensten Segmenten Anwendung, z.B.

in Küchen von Eigenheimen

in Badezimmern von Eigenheimen und öffentlichen Gebäuden

für Theken und Empfangshallen im Gewerbe

VARICOR® Ideen leben.

☐ **Wir wünschen eine VARICOR® Beratung. Rufen Sie uns an.**
☐ **Wir interessieren uns für VARICOR®. Senden Sie uns Unterlagen.**

Firma

Strasse

PLZ/Ort

Name Tel.

Coupon einsenden an: Varicor Vertrieb Schweiz, Wölferstrasse 27, Postfach, CH-4414 Füllinsdorf, Tel. 061 906 55 88, Fax 061 906 55 89
E-Mail: varicor@hiag-handel.ch, Internet: www.varicor-schweiz.ch

HIAG

10
Viaduc de Vionnaz (VS, 1976)

11
Viaduc des Vaux (VD, 1999)

Folgerungen und Ausblick

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Besichtigungen der Brücken aus wetterfestem Stahl erlauben die Bestätigung, dass die Bauherrschaften für diese Objekte mit dem wetterfesten Stahl generell eine ausgezeichnete Materialwahl getroffen haben. Die Hauptargumente, welche auch bei Neubauprojekten für die Verwendung von wetterfestem Stahl im Brückenbau sprechen, sind dabei:
- erhöhte Wirtschaftlichkeit
- geringere Belastung der Umwelt

Wirtschaftlichkeit

Die Gegenüberstellung der Kosten einer Stahlkonstruktion aus normalem Baustahl mit denjenigen einer Konstruktion aus wetterfestem Stahl beschränkt sich im Folgenden auf die Baukosten sowie auf die Kosten für den Unterhalt. Amortisation, Verzinsung und Teuerung sowie allfällige Kosteneinsparungen beim Rückbau des Bauwerkes werden vernachlässigt.

Beim Vergleich der Baukosten sind dem Minderpreis infolge Wegfalls des Oberflächenschutzes der höhere Materialgrundpreis des wetterfesten Stahles sowie die Kosten für das Strahlen der sichtbaren Oberflächen gegenüberzustellen. Die Verwendung von wetterfestem Stahl erfordert keine erhöhten Blechdicken, und es treten somit auch keine entsprechenden Mehrkosten auf; die in gewissen ausländischen Regelwerken[7,8] geforderten Blechdickenzuschläge sind für Bauwerke in der Schweiz nicht notwendig: An den Brücken durchgeführte Blechdickenmessungen lassen zwar keine Aussage über den effektiv während der bisherigen Nutzungsdauer aufgetretenen Blechdickenverlust zu, da entsprechende Nullmessungen zur Bauzeit meist fehlen. Sie zeigen jedoch, dass die Stahlkonstruktionen auch nach bis zu 30-jähriger Bewitterung Blechdicken aufweisen, welche über den entsprechenden nominellen Werten liegen. Gleichzeitig ist aus Bild 3 ersichtlich, dass die zu erwartende Abnahme der Blechdicken bei im Brückenbau üblicherweise verwendeten Blechstärken von 10 mm und mehr auch nach 25-jähriger Bewitterung weniger als 1 % der ursprünglichen Blechstärke beträgt. Vergleichsrechnungen haben ergeben, dass die vorgängig erwähnten Mehrkosten durch die Einsparung beim Oberflächenschutz mehr als kompensiert werden. Bezogen auf die Gesamtbaukosten können die Einsparungen bei der Verwendung von wetterfestem Stahl bis zu 10 % betragen.

Beim Vergleich der Kosten für den Unterhalt gestaltet sich die Betrachtung weitaus schwieriger. Die Kostenersparnis im Falle der Verwendung von wetterfestem Stahl hängt stark von den ausgeführten Arbeiten und den örtlichen Gegebenheiten (Zugänglichkeit der Stahlkonstruktion, flankierende Verkehrsleitmassnahmen etc.) ab. Unter der Annahme üblicher Unterhalts- und Erneuerungsmassnahmen kann über einen 75-jährigen Nutzungszeitraum mit einer Kapitalersparnis in etwa der gleichen Grössenordnung wie für die Einsparung bei den Baukosten gerechnet werden. Insgesamt sind bei der Verwendung von wetterfestem Stahl im Vergleich zu beschichtetem Baustahl Gesamtkapitalersparnisse von 10–20 % bezogen auf den Anfangsinvestitionszeitpunkt möglich.[9]

Umwelt

Die Verwendung von wetterfestem Stahl anstelle von normalem Baustahl erlaubt es, auf einen Oberflächenschutz zu verzichten. Damit kann die Freisetzung von flüchtigen organischen Verbindungen gänzlich vermieden werden, welche bei der Verwendung von lösemittelhaltigen Beschichtungen auftreten. Da während der Lebensdauer des Bauwerkes nie ein Oberflächenschutz erneuert werden muss, entstehen auch keine durch Schwermetalle oder Organika belasteten Staubimmissionen, welche die Umgebung des Bauwerkes sehr stark belasten können und daher aufwendige bauliche Massnahmen zur Einhausung der zu behandelnden Bauteile erfordern. Darüber hinaus fällt auch kein organisch oder anorganisch belastetes Strahlgut an, welches in der Regel einen mehr oder weniger hohen Aufwand für die Entsorgung verursacht. Selbstverständlich erleichtert der fehlende Oberflächenschutz auch den Rückbau des Bauwerkes, da die Stahlteile frei von Verschmutzungen durch werkstofffremde Stoffe direkt der Wiederverwertung zugeführt werden können. Der während der Nutzungsdauer eines Bauwerks aus wetterfestem Stahl mit dem Abrostungsvorgang verbundene Schwermetalleintrag in die Umgebung ist mengenmässig unbedenklich.

Thomas P. Lang, dipl. Ing. ETH/SIA/USIC, smt+partner ag, Bauingenieure und Planer, Staufferstrasse 4, 3000 Bern 16, thomas.lang@smt.ch.
Dr. J.-P. Lebet, dipl. Ing. ETH/SIA, ICOM, EPFL, 1015 Lausanne, jean-paul.lebet@epfl.ch.

Die Verfasser danken dem Bundesamt für Strassen (Astra) für die finanzielle Unterstützung der vorliegenden Studie sowie den Mitgliedern der Arbeitsgruppe Brückenforschung der Astra-Begleitkommission B für ihre konstruktiven Ideen.

Literatur

1 R. Ryser und T. P. Lang: Verbundbrücken aus wetterfestem Stahl in der Schweiz. Schweizer Ingenieur und Architekt, Nr. 4, 2000.
2 J.-P. Lebet und T. P. Lang: Brücken aus wetterfestem Stahl, VSS Nr. 562, Zürich, 2001 (Forschungsauftrag AGB 1998/02 [87/98]).
3 EN 10025:1993, Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen – Technische Lieferbedingungen, CEN, Brüssel, 1993.
4 EN 10155:1993, Wetterfeste Baustähle – Technische Lieferbedingungen, CEN, Brüssel, 1993.
5 S. Oesch und P. Heimgartner: Environmental effects on metallic materials – results of an outdoor exposure programme running in Switzerland. Materials and Corrosion, Vol. 47, pp 425–438, 1996.
6 A. Leuenberger-Minger et. al.: Dose-response function for weathering steel, copper and zinc, obtained from a four-year exposure programme in Switzerland, Submitted to Corrosion Science, Dübendorf, 2001.
7 DASt Richtlinie 007: Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle. Deutscher Ausschuss für Stahlbau, Köln, 1993.
8 Schwedische Richtlinien: Bulletin 97, Richtlinie für die Verwendung von korrosionsfesten Stählen. Schwedisches Korrosionsinstitut, Stockholm, 1984.
9 M. Fischer und U. Roxlau: Projekt 191, Anwendung wetterfester Baustähle im Brückenbau, Forschungsbericht. Studiengesellschaft Stahlanwendungen e. V., Düsseldorf, 1992.

An Robusta® Schiebetoren von Bekaert kommt keiner vorbei.

Ob Zugang oder Einfahrt, ob manuell oder automatisch, ob blau, gelb, grau, grün, rot, schwarz oder weiss: Robusta® Schiebetore passen ausgezeichnet in Ihr Sicherheitskonzept. Zudem garantieren wir dank integrierter High-Tech-Motorisierung und -Steuerung jederzeit ein äusserst zuverlässiges Funktionieren. Robusta® Tore haben noch viel mehr Vorteile. Lassen Sie sich bei einem persönlichen Beratungsgespräch vollends überzeugen.

Bekaert (Schweiz) AG
Mellingerstrasse 1 • CH-5400 Baden
Telefon 056 - 203 60 43 • Telefax 056 - 203 60 49

BEKAERT

Talon ausfüllen und an Bekaert schicken.

Schicken Sie mir bitte kostenlos folgende Unterlagen:

☐ Broschüre Schiebetore Robusta® ☐ Broschüre Bekaert Zaunsysteme

Firma Name/Vorname Funktion

Strasse PLZ/Ort

368 BEK

STANDPUNKT

Aldo Rota

Alles Fassade

Es macht Freude, im ersten Artikel eine authentische Pionierleistung auf dem Gebiet der transparenten Wärmedämmung (TWD) für Passivhäuser mit reizvollen visuellen Nebeneffekten und erst noch «made in Switzerland» vorzustellen. Die physikalische Grundlage ist überzeugend, Idee und Realisation sind einfach und solide, die verwendeten Werkstoffe sind unproblematisch und das Ganze funktioniert tatsächlich. Das Verfahren wird einmal auch nicht allzu teuer sein. Man darf gespannt sein auf die Erfahrungen am beschriebenen Solarhaus III und auf zukünftige Entwicklungen mit optimierten Betriebsmitteln, die ein noch höheres Energiespeichervermögen aufweisen.

Der zweite Beitrag beleuchtet dagegen Schäden an klassischen Fassaden und ihre Behebung. Offenbar sind die kombinierten Anforderungen Wärmedämmung, Witterungsschutz und Farbgebung so hoch, dass auch heute noch Schäden an neu erstellten oder sanierten Fassaden auftreten. Sind denn die verfügbaren Werkstoffe nicht beständig, oder ist gar das Konzept der verputzten Aussenwärmedämmung untauglich? Beides ist nicht der Fall. Schäden entstehen erst, wie die Experten immer wieder feststellen müssen, durch falschen Einsatz der Werkstoffe und vor allem durch unglückliche Detaillösungen und mangelhafte Ausführung.

Liegt es daran, dass das vorhandene Fachwissen nicht bis zu den Ausführenden vor Ort durchdringt? Oder daran, dass unter Kosten- und Termindruck wider besseres Wissen die schnellere, billigere Lösung gewählt werden muss? Funktioniert die Kommunikation zwischen den Akteuren am Bau in Detailfragen nicht? Solche Überlegungen sind wenig erfreulich, aber leider nötig. Von einem befriedigenden Stand der Fassadenbautechnik könnte erst dann gesprochen werden, wenn derartige Artikel unnötig geworden sind.

Fassade im Sinn von äusserer Erscheinung ist auch ein Thema des Beitrags über Brücken aus wetterfestem Stahl. Das Image dieses Werkstoffs ist infolge unglücklicher Anwendungen im Fassadenbau Anfang der 70er Jahre immer noch arg ramponiert. Das Nichtverstehen der chemischen Eigenschaften und der daraus abgeleiteten Anwendungsvoraussetzungen führte in dieser Zeit in Europa praktisch zu einem Moratorium für den Einsatz wetterfester Stähle auch im Brückenbau. Heute kennt man die Schadensmechanismen und die Massnahmen zu ihrer Vermeidung, und man besinnt sich wieder auf die ökonomischen und ökologischen Vorteile eines Werkstoffs mit immanentem Korrosionsschutz. Nur, etwas abtropfendes Rostwasser ist an bewitterten Bauteilen unvermeidlich. Gravierende Nachteile sind heute im Brückenbau nicht zu erwarten, die Werkstoffwahl reduziert sich auf eine ästhetische Fragestellung, die für jedes Objekt individuell zu optimieren ist: Wie weit werden eine rostige Oberfläche und Rostflecken in der Umgebung akzeptiert, wenn man dafür eine kostengünstige, praktisch unterhaltsfreie Tragkonstruktion erhält?

Dietrich Schwarz, Thomas Nussbaumer
7 **Eine Wand, die schmilzt**
Ein Meilenstein in der Entwicklung der transparenten Wärmedämmung

Jürg Pfefferkorn
17 **Risse in der Fassade**
Was an verputzten Aussenwärmedämmungen alles passieren kann

Thomas P. Lang, Jean-Paul Lebet
23 **Brücken aus wetterfestem Stahl**
Ein aus dem Brückenbau verbannter Werkstoff wird rehabilitiert

42 **Jahresbericht Geschäftsjahr 2001 der Verlags-AG**