



# Verkehrsinfrastruktur

## Nachhaltiger Brückenbau mit Stahl



Wirtschaftsvereinigung  
Stahl

## Inhaltsverzeichnis

- 3 Einführung**  
Stahl und Brückenbau
  - 4 Auf Verschleiß gefahren**  
Marode Brücken gefährden die Wettbewerbsfähigkeit
  - 7 Neubau und Sanierung**  
Brücken aus Stahl im Werkstoffkreislauf
  - 9 Langlebig und wartungsarm**  
Feuerverzinkung und wetterfester Baustahl schützen dauerhaft
  - 12 Weniger ist mehr**  
Wirtschaftlich durch Materialeffizienz
  - 14 Wenn es schnell gehen muss**  
Mit Stahlverbundbrücken Engpässe vermeiden
  - 16 Etwas fürs Auge**  
Brücken aus nichtrostendem Edelstahl
  - 17 Auf einen Blick**  
Zusammenfassung und Positionen der Stahlindustrie
-

# Einführung

## Stahl und Brückenbau

Stahl ist der weltweit am meisten eingesetzte Konstruktionswerkstoff. Er zeichnet sich durch eine herausragende Materialeffizienz, eine hohe Wiederverwendungsrate und die Recyclingfähigkeit ohne Qualitätsverlust aus. Im Brückenbau ermöglicht seine hohe Tragfähigkeit bei geringem Eigengewicht leichte und weitspannende Konstruktionen. Standardisierte und qualitativ hochwertig vorgefertigte Bauteile, wie beispielsweise Träger und Stützen, lassen sich bei gewünschter Nutzungsänderung über leicht lösbare Verbindungen gut zerlegen und an anderer Stelle wieder einsetzen. Auch in Sachen Nachhaltigkeit nimmt Stahl im Vergleich zu anderen Werkstoffen einen Spitzenplatz ein. Die uneingeschränkte Recyclingfähigkeit hat ein funktionierendes Kreislaufsystem etabliert – Stahlschrott gilt als kostbarer Sekundärrohstoff. So enthält jedes stählerne Bauteil recycelten Stahl aus einer früheren Nutzung. Damit steht der naturnahe Baustoff Stahl, der nur aus Eisen und Mikrolegierungen besteht, beispielhaft für energieeffizientes, ressourcensparendes und nachhaltiges Bauen. Das gilt für den Industrie-, Gewerbe- und Hochbau und gleichermaßen auch für den Brückenbau.

Außer auf geschlossene Stoffkreisläufe setzt die Stahlindustrie in Deutschland auf Forschung und Entwicklung. Neu entwickelte Stähle sparen im Vergleich zu ihrer Produktion in der Anwendung ein Vielfaches an CO<sub>2</sub> ein. Zudem arbeitet die Stahlindustrie intensiv an Verfahren, mit deren Hilfe eine weitestgehende Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Primärstahlerzeugung erreicht werden soll.

Mit Blick auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit wird eine marode Infrastruktur in Deutschland immer mehr zum Wettbewerbsnachteil. Zu einem Engpass werden zunehmend Brückenbauwerke, die bei unzureichender Instandhaltung in den letzten Jahrzehnten einer immer höheren Belastung ausgesetzt sind. Dies gilt besonders für den Straßenverkehr. Würde der Schwerlastverkehr heute dem Stand des Jahres 1990 entsprechen, könnte die stark geschädigte Rhein-

querung über die A1 bei Leverkusen noch viele Jahre problemlos weiterbetrieben werden. So aber muss die im Jahre 1965 erbaute Stahlbrücke, wie viele Beton- und Spannbetonbrücken in Deutschland auch, vollständig erneuert werden.

Um die Verkehrsinfrastruktur schnell und vor allem nachhaltig zu sanieren, eignen sich innovative Lösungen für Stahlbrücken. Welche Vorteile der Einsatz von Stahl in der Verkehrsinfrastruktur hat, finden Sie ebenso in dieser Publikation wie Beispiele für nachhaltigen Brückenbau mit dem Werkstoff. Alle vorgestellten Bauwerke sind ressourcenschonend gefertigt, besonders wartungsarm und werden den hohen Ansprüchen der Kreislaufwirtschaft gerecht.



Autobahnbrücke mit geschweißten Rohrprofilen

Foto: Wirtschaftsvereinigung Stahl

# Auf Verschleiß gefahren

## Marode Brücken gefährden die Wettbewerbsfähigkeit

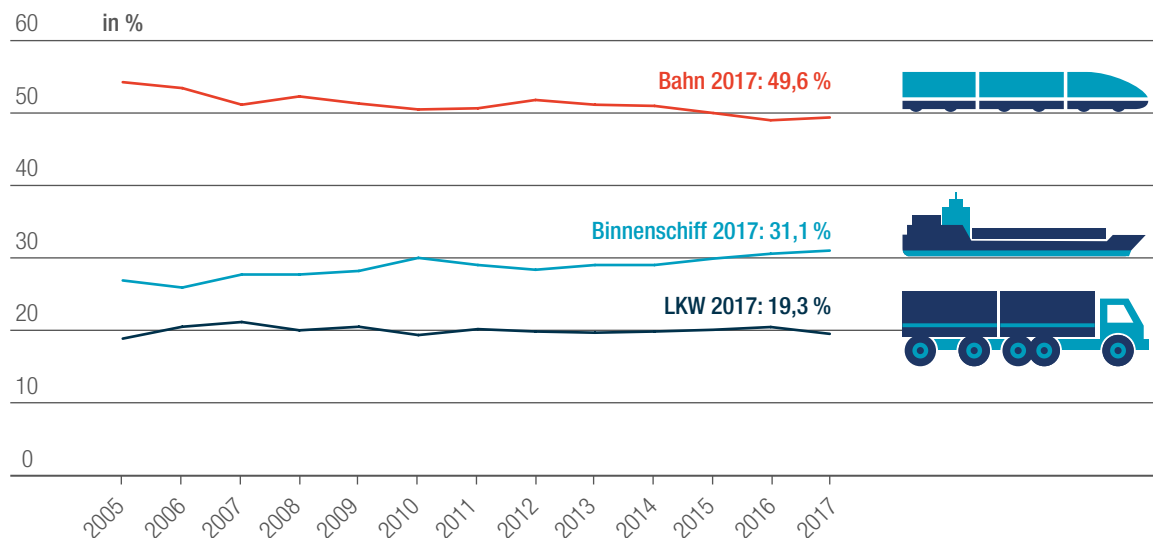
Rund 650.000 Straßenkilometer<sup>1</sup> mit circa 120.000 Brückenbauwerken<sup>2</sup> an deutschen Bundesfernstraßen, Landstraßen und kommunalen Straßen sind Grundvoraussetzung für den reibungslosen Transport von Waren und die Bereitstellung von Dienstleistungen. Für Industrie, Handel und Gewerbe stellt die Qualität der Verkehrsanbindung einen zentralen Standortfaktor dar. **Unternehmen am Standort Deutschland sind auf eine funktionierende Verkehrsinfrastruktur angewiesen – auf der Straße, der Schiene und den Wasserwegen.** Das gilt im Besonderen für eine transportintensive Branche wie die Stahlindustrie, die rund 80 Prozent ihrer Transportmengen mit den ökologisch vorteilhaften Verkehrsträgern Bahn und Binnenschiff befördert.

Jedoch werden Brücken, die die engmaschigen Verkehrswege kreuzen und überspannen, zunehmend zum Engpassfaktor der Infrastruktur, nachdem über Jahrzehnte unzureichend in Instandhaltung und Neubau investiert wurde. Verkehrsbeschränkungen und Staus im Straßenverkehr sowie Verspätungen, Umleitungen und Zugausfälle im Schienengüterverkehr sind die Folge. Das gefährdet zunehmend auch die im harten internationalen Wettbewerb stehende Industrie in Deutschland.

Fahrbahnen und Schienenwege sind noch mit vergleichsweise überschaubarem Aufwand zu sanieren. Bei Brückenbauwerken ist dies ungleich schwieriger. Das zeigen die Beispiele der Autobahnbrücken über den Rhein bei Leverkusen und Duisburg-Neuenkamp.

<sup>1</sup> statista.com

<sup>2</sup> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur



Anteil der Verkehrsträger am ein- und ausgehenden Transportaufkommen der Stahlindustrie in Deutschland

Grafik: Wirtschaftsvereinigung Stahl

Um Vollsperrungen zu vermeiden, sind jahrelange Instandsetzungs- und Verstärkungsarbeiten sowie Umleitungen des Schwerlastverkehrs notwendig, ehe dann 2023 neue Brücken die alten Flussquerungen vollständig ersetzen sollen.

Annähernd jede zweite Brücke wurde in den 1960er- und 1970er-Jahren geplant und realisiert, und das mit dem damaligen Kenntnisstand hinsichtlich eingesetzter Baustoffe und zu erwartender Verkehrslasten. Die aus Stahl, Stahlbeton und zu 70 Prozent aus Spannbeton errichteten Brückenbauwerke<sup>1</sup> sind statisch ausgelegt für Verkehrsdichten und Belastungen, die weit unterhalb der heutigen liegen. **Es sind die stark gestiegenen Verkehrsbelastungen, aber auch die aufgrund zu geringer Finanzmittel immer wieder aufgeschobenen regelmäßigen Instandsetzungen, die viele Brücken jetzt an ihre Leistungsgrenze bringen.**

Alle 6 Jahre werden Brückenbauwerke umfangreich ingenieurtechnisch untersucht, alle 3 Jahre fällt eine einfache Prüfung an. Hinzu kommen jährliche Besichtigungen – das allein stoppt nicht den baulichen Verfall. Seit der Jahrtausendwende hat sich der Anteil der

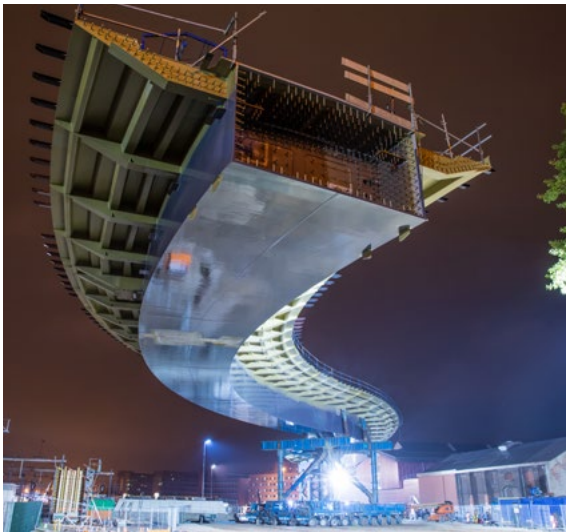
Brücken verdoppelt, deren Zustand nur noch als ausreichend bezeichnet werden kann. **Von 39.700 Brücken an Bundesfernstraßen bewertet die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) mehr als 4.000 als nicht in ausreichendem Zustand (Note 3,0 bis 3,4). Bei rund 700 Brücken mit ungenügendem Zustand (Note 3,5 und schlechter) sind Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit gemäß DIN-Norm erheblich beeinträchtigt oder schon nicht mehr gegeben.**<sup>2</sup> Somit sind in den nächsten Jahren viele Brückenbauwerke zu sanieren oder ganz neu zu bauen. Auch in Nordrhein-Westfalen sind die wichtigsten Straßen und Autobahnbrücken maroder als bisher angenommen. Nach einer parlamentarischen Anfrage gab das nordrhein-westfälische Verkehrsministerium im August 2019 bekannt, dass von 920 untersuchten, besonders betroffenen Straßenbrücken 573 in den nächsten 20 Jahren komplett ersetzt werden müssen.<sup>3</sup>

Große Bedeutung für die Transporte der Industrie hat auch der Güterverkehr auf der Schiene. Auch hier ist die Branche auf verlässliche Infrastrukturen angewiesen. Besonders bei den Eisenbahnbrücken wurden notwendige Sanierungen immer wieder aufgeschoben.

<sup>1</sup> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

<sup>2</sup> Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)

<sup>3</sup> Antwort des Ministeriums für Verkehr des Landes NRW auf eine parlamentarische Anfrage im Landtag, August 2019



Stahlbrücke in Zwolle bei der Montage

Foto: ProRail/Stefan Verkerk



Einheben einer sanierten Eisenbahnbrücke in Velbert

Foto: Wirtschaftsvereinigung Stahl



Inzwischen sind **viele der etwa 25.000 Eisenbahnbrücken in Deutschland**<sup>1</sup> – rund die Hälfte davon sind älter als 100 Jahre – **nach Einschätzung des Eisenbahn-Bundesamts in einem desolaten Zustand**: Geht man von einer Lebensdauer von 125 Jahren aus, müssten im 5-Jahres-Zeitraum jeweils 1.000 Brücken erneuert werden – was aber in der Vergangenheit nicht geschehen ist. 32 Prozent aller Bahnbrücken sind in einem schlechten Zustand. Über 1.000 Brücken haben gravierende Schäden (Zustandsklasse 4) und müssen erneuert werden. 7.000 Tragwerke weisen umfangreiche Schäden auf und sind sanierungsbedürftig oder aufwendig zu verstärken.<sup>2</sup> Die Kosten hierfür haben sich mittlerweile auf über 25 Milliarden Euro summiert. Dem tritt die Deutsche Bahn nun entgegen und hat angekündigt, in den kommenden 10 Jahren bundes-

weit rund 2.000 Eisenbahnbrücken mit einem Aufwand von 4,5 Milliarden Euro erneuern zu wollen.<sup>3</sup>

Gravierend ist die Lage zudem in den Kommunen. So sind **50 Prozent der rund 67.000 kommunalen Straßenbrücken in einem schlechten Zustand, der sofortiges Handeln erforderlich macht**. Dies belegt eine Studie des Deutschen Instituts für Urbanistik DiFu. 10.000 städtische Brücken müssen sogar abgerissen und ersetzt werden. Der errechnete Investitionsbedarf für Instandsetzung und Neubau summiert sich bis 2030 allein für Kommunen auf insgesamt 16 Milliarden Euro.<sup>4</sup> Hier sind auch Bund und Länder gefordert, da viele Kommunen zu stark verschuldet sind, um den dauerhaften Bestandserhalt zu sichern oder Neubauten zu finanzieren.

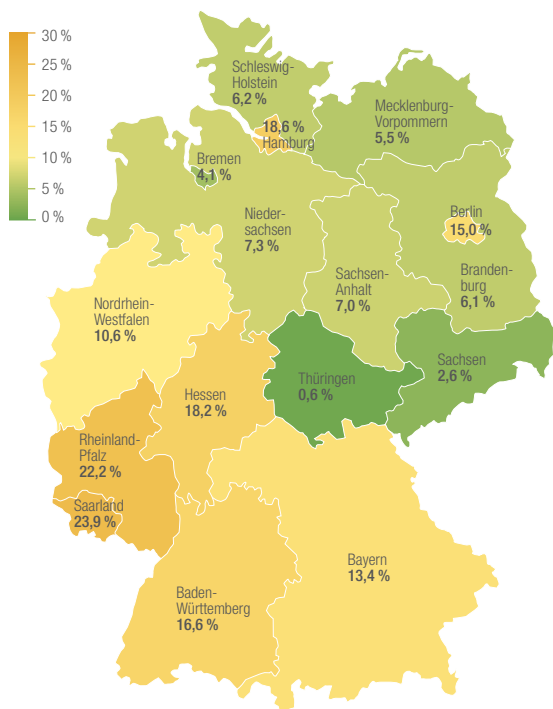
<sup>1</sup> DB Netze

<sup>2</sup> DB Netze

<sup>3</sup> Deutsche Bahn, Oktober 2019

<sup>4</sup> Studie „Ersatzneubau kommunale Straßenbrücken“, Deutsches Institut für Urbanistik, 2013

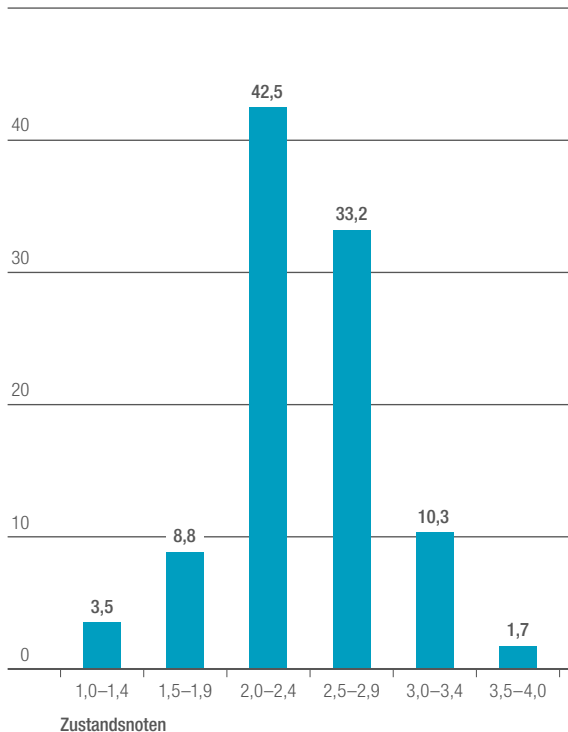
Anteil Brücken mit Zustandsnoten „nicht ausreichend“ und „ungenügend“, bezogen auf die Brückenfläche



Zustand der Bundesfernstraßen

Grafik: Karlsruher Institut für Technologie/BAST

50 Brückenflächen der Teilbauwerke in %



Zustandsnoten der Brücken an Bundesfernstraßen

Quelle: BAST, Stand: 01.03.2019

# Neubau und Sanierung Brücken aus Stahl im Werkstoffkreislauf



Dass die Infrastruktur dringend saniert werden muss, hat die Politik erkannt und stellt nach vielen Jahren der Zurückhaltung erheblich höhere finanzielle Mittel zur Sanierung von Brücken bereit. Zusätzlich zu verschiedenen Sonderprogrammen flossen 2018 aus dem Bundeshaushalt rund 1,4 Milliarden Euro in die Erhaltung von Straßenbrücken. Im Jahr 2020 werden Investitionen von rund 1,5 Milliarden Euro folgen, und 2022 sind es nochmals rund 1,6 Milliarden Euro.<sup>1</sup> Mit weiteren Mitteln in Milliardenhöhe unterstützt der Bund die Brückensanierung der Deutschen Bahn.

Im Gegensatz zu massiven Tragwerken sind Brücken aus Stahl nicht nur erheblich leichter und filigraner in der Anmutung, sie sind aufgrund ihrer offenen Strukturen auch gut zu überwachen. Auftretende Beschädigungen bei Stahltragwerken können ungleich schneller erkannt und behoben werden als bei Bauteilen mit überdeckten Tragstrukturen, wie sie Spannbetonbrücken aufweisen.

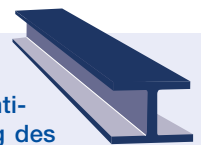


**Moderne Stahlbrücken bieten sich als Lösung an, denn sie sind schnell zu realisieren, äußerst robust, langlebig, wartungsfreundlich sowie wartungsarm und – betrachtet man den gesamten Lebenszyklus einer Brücke – nicht nur wirtschaftlich, sondern auch in hohem Maße umweltverträglich.**

Müssen schadhafte Brücken durch neue Bauwerke ersetzt werden, sollten langlebige und vor allem wartungsarme Konstruktionen gewählt werden, die vollständig recycelbar sind.

**Das Prinzip der Kreislaufwirtschaft ist auch in der Bauwirtschaft „State of the Art“. Recycling hat in der Stahlindustrie in Deutschland eine lange Tradition. Der Werkstoff Stahl geht dabei voran, denn Stahl kann am Ende seiner Nutzungszeit zu 100 Prozent ohne Qualitätsverlust recycelt und in den Prozesskreislauf zurückgeführt werden.**

Brücken aus Stahl bieten die Möglichkeit, das künftig zu erwartende hohe Baustellenaufkommen auf Straße und Schiene mit möglichst geringen Verkehrseintrüchtigungen umzusetzen. Und sie stehen schnell zur Verfügung: Denn durch den hohen Vorfertigungsgrad in der Werkstatt besteht die Möglichkeit der Standardisierung. Baustellenengpässe und Streckensperrungen schaden der Wettbewerbsfähigkeit von Industrie und Gewerbe und damit dem Wirtschaftsstandort Deutschland.



**Stahl- und Stahlverbundsysteme können einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung des anstehenden Sanierungsbedarfs im Brückenbau leisten. Stahl bietet ein günstiges Eigengewicht-Traglast-Verhältnis. Das heißt: Stahl kann aufgrund seiner hohen Festigkeit mit wenig eingesetztem Baustoff hohe Belastungen aufnehmen und diese sicher abtragen. Damit sind Brücken aus Stahl sehr material-effizient gegenüber Tragwerken in massiver Bauweise.**

<sup>1</sup> Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Neuer Brücken-TÜV, 2019

Erforderlich sind nachhaltige Bauweisen. Müssen marode Brücken durch neue Bauwerke ersetzt werden, sollte nicht das auf den ersten Blick kostengünstigste Angebot den Zuschlag erhalten, sondern die Lösung, die sich an den Lebenszykluskosten orientiert. Gefragt sind langlebige, leichte und vor allem wartungsarme Konstruktionen, die sich der zu erwartenden Nutzungsdauer von 100 bis 125 Jahren annähern, vollständig recycelbar sind und damit als wertvoller Rohstoff in den Materialkreislauf zurückgeführt werden können. Hier kann Stahl einen entscheidenden Beitrag leisten.

Entscheidungsträger in Politik, Planung und Verwaltung sind gefordert, die Basis für mehr Nachhaltigkeit im Brückenbau zu schaffen.

**Die Vergabeordnungen von Bund, Ländern und Kommunen sollten dahingehend verändert werden,**

**das bei Ausschreibung und Auftragsvergabe von Brückenbauarbeiten nicht allein die Herstellungskosten, sondern zusätzlich die gesamten Lebenszykluskosten einschließlich der Unterhaltungskosten, der Auswirkungen volkswirtschaftlicher Kosten sowie der positiven Effekte aus dem Recycling zwingend zu berücksichtigen sind.**



Die neue Trambrücke „Pont Citadelle“ spannt sich elegant über das Vauban-Becken in Straßburg.



# Langlebig und wartungsarm

## Feuerverzinkung und wetterfester Baustahl schützen dauerhaft

Für den Korrosionsschutz von Brückenbauwerken sind innovative Lösungen auf dem Markt, die die Wirtschaftlichkeit in der Nutzungsphase deutlich erhöhen. Im Herbst 2016 wurde **Deutschlands erste feuerverzinkte Stahlverbundbrücke** – basierend auf Ergebnissen aus einem Forschungsprojekt der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) – fertiggestellt. Das rund 40 Meter lange und 4 Meter breite Bauwerk überführt bei Eschwege einen Wirtschaftsweg über die künftige Autobahn A44. Der Überbau ist als Stahlverbundtragwerk mit 2 geschweißten, feuerverzinkten Stahlträgern konzipiert.

Bisher werden Straßenbrücken aus Stahl üblicherweise durch Beschichten vor Korrosion geschützt. Die dauerhaftere Feuerverzinkung kam nicht oder nur bei untergeordneten Brücken im kurzen Spannweitenbereich zum Einsatz. Mit dem Pilotprojekt wurden jetzt die Forschungsergebnisse, die die Eignung der Feuer-

verzinkung auch für dynamisch belastete Brückenteile nachweisen, in die Praxis umgesetzt. Eine Erneuerung des Oberflächenschutzes, der bei einer Farbbeschichtung spätestens nach 30 Jahren ansteht und zyklisch neue Ressourcen sowie Entsorgungskosten verursacht, erübrigt sich damit.

**Feuerverzinkte Brückentragwerke können heute auch bei dynamischer Beanspruchung ohne Einschränkung realisiert werden. Damit ist der wartungsfreie Korrosionsschutz für mindestens 100 Jahre gewährleistet. Dies ist eine besonders wirtschaftliche und klimaschonende Bauweise, betrachtet man den gesamten Lebenszyklus.**



Deutschlands erste feuerverzinkte Stahlverbundbrücke wurde mit dem Stahl-Innovationspreis in der Kategorie „Klimaschutz und Ressourceneffizienz“ ausgezeichnet.


Foto: Frank Zerbst

Betrachtet man den neuen Brückentyp über die gesamte Lebensdauer, ist er besonders klima- und ressourcenschonend. Verkehrsbeschränkungen mit Staus und damit einhergehendem erhöhten Schadstoffausstoß während der zyklischen Instandhaltungsarbeiten entfallen. Zudem ist verzinkter Stahl nach dem späteren Rückbau vollständig recycelbar. Damit bietet die feuerverzinkte Stahlverbundbrücke eine wirtschaftliche und nachhaltige Alternative im Vergleich zu massiven Brückenbauweisen.

Außerdem spart eine Feuerverzinkung gemäß einer Ökobilanz-Studie der TU Berlin im Vergleich zu einer Beschichtung bis zu 114 kg CO<sub>2</sub> pro Tonne Stahl. Bei einem Stahleinsatz für die Autobahnbrücke der A44 von rund 45 Tonnen ergibt sich eine Ersparnis von 5 Tonnen CO<sub>2</sub> im Vergleich zu einer Farbbeschichtung.<sup>1</sup> Das entspricht der Verbrennung von 2.100 Litern Superbenzin. Damit fährt ein Mittelklasse-PKW mit einer Jahreslaufleistung von rund 15.000 km über 2 Jahre.<sup>2</sup>

Nicht wirklich neu, aber seit einigen Jahren wieder im Fokus von Architekten, Ingenieuren und Bauherren ist der wetterfeste Baustahl – auch Cortenstahl genannt. Er erlebt derzeit eine Renaissance und erfreut sich in der modernen Architektur großer Beliebtheit. Im Brückenbau findet der Baustoff bisher wenig Beachtung, könnte aber einen größeren Beitrag zu materialeffizientem Bauen und nachhaltiger Bewirtschaftung leisten.

Die ungewöhnliche Anmutung des wetterfesten Baustahls wird durch ein Produkt hervorgerufen, das man dank Feuerverzinkung und moderner Beschichtungssysteme heute vergeblich auf Stahloberflächen sucht: Rost. Zwischen dieser Korrosionsschicht, die sich durch Bewitterung mit häufigen Trocken-Nass-Wechseln schnell bildet, und dem unveränderten Grundmaterial entsteht eine dichte, fest haftende Sperrschicht aus schwer löslichen Sulfaten oder Phosphaten, die das Bauteil vor weiterer atmosphärischer Korrosion dauerhaft schützt.



**Betrachtet man die Wirtschaftlichkeit über die gesamte Nutzungszeit, ist der Einsatz von wetterfestem Baustahl eine sehr wirtschaftliche und umweltfreundliche Bauweise.**

Die Wartung beschränkt sich auf die reine Sichtkontrolle der ungeschützten Bauteile. Gerade Bauelemente aus wetterfestem Stahl, die ohne jegliche Beschichtung besonders sortenrein sind, können am Ende ihrer langen Nutzungszeit ohne Qualitätsverlust vollständig und beliebig oft recycelt werden. Es besteht ein geschlossener Werkstoffkreislauf. Das spart wertvolle Rohstoffe und Energie.

<sup>1</sup> Institut Feuerverzinken GmbH

<sup>2</sup> DEKRA, Umwelt und CO<sub>2</sub>



Verzinkung des Brückenträgers für die A44





Passerelle „Paleisbrug“ in 's-Hertogenbosch

Foto: Jannes Linders




Die Fußgängerbrücke „Isarsteg Nord“ aus wetterfestem Baustahl wurde 2018 mit dem Stahl-Innovationspreis ausgezeichnet.

Foto: Wirtschaftsvereinigung Stahl/Quirin Leppert

## Weniger ist mehr

### Wirtschaftlich durch Materialeffizienz

**Mit höher- und hochfestem Stahl lässt sich Material und damit wertvoller Rohstoff einsparen:** Das zeigt eindrucksvoll die Fuß- und Radwegbrücke „Slinky Springs to Fame“ über den Rhein-Herne-Kanal in Oberhausen. Die insgesamt 406 Meter lange Brücke wirkt wie ein farbiges Band, das sich über den Schifffahrtsweg windet, umschlungen von einer überdimensionalen Spirale. Um die gewünschte Leichtigkeit und Lebendigkeit zu realisieren, wählten die Planer als Tragwerk eine Spannbandbrücke. 2 massereduzierte, parallel laufende Blechbänder aus hochfestem Feinkornbaustahl mit einer Breite von 460 Millimetern und einer Dicke von 30 Millimetern tragen 3 Brückenfelder bis zu den äußeren V-förmigen Stützen im Uferbereich.



**Durch den Einsatz des hochfesten Stahls konnte der Querschnitt und damit das Gewicht der Stahlblechbänder im Vergleich zu normalem Baustahl um mehr als die Hälfte reduziert werden.**

Spannbänder verhalten sich bei dynamischer Belastung wie Seile. Das leichte Schwingen der Brücke ist gewollt und verstärkt das Erleben beim Begehen. Bezogen auf die Hauptspannweite ist dieses Bauwerk Europas längste Spannbandbrücke aus hochfestem Stahl. Sie zeigt eindrucksvoll die technischen Möglichkeiten materialeffizienter Systembauteile in der modernen Stahlbrückenarchitektur.



Fuß- und Radwegbrücke „Slinky Springs to Fame“ in Oberhausen – ausgezeichnet mit dem Stahl-Innovationspreis

Fotos: Wirtschaftsvereinigung Stahl

## Materialeinsparung durch höherfeste Baustähle bei gleicher Zug-Tragfähigkeit

**Baustahl S 235**

Zugtragfähigkeit  $F_y = 215$  Tonnen  
 Erf. Querschnitt 50 mm x 200 mm  
 Gewicht 100 %

**Baustahl S 335**

Zugtragfähigkeit  $F_y = 215$  Tonnen  
 Erf. Querschnitt 30 mm x 200 mm  
 Gewicht 60 %

**Baustahl S 460**

Zugtragfähigkeit  $F_y = 215$  Tonnen  
 Erf. Querschnitt 24 mm x 200 mm  
 Gewicht 48 %

**Baustahl S 690**

Zugtragfähigkeit  $F_y = 215$  Tonnen  
 Erf. Querschnitt 16 mm x 200 mm  
 Gewicht 32 %



## Tragfähigkeit höher- und hochfester Stähle

Grafik: Wirtschaftsvereinigung Stahl

Im Brückenbau werden zunehmend **hoch tragfähige Stahlverbundsysteme** eingesetzt. Der Querschnitt besteht aus einem Stahlprofil für die aufzunehmende Zugbeanspruchung und einer Betonplatte für die Druckbeanspruchung. Üblicherweise erfolgt die Kraftübertragung über Kopfbolzendübel. Eine wei-

tere Möglichkeit, beide Bauteile sicher zu verzahnen, ist die krallenartig geformte **Verbunddübelleiste**, die **in roher, beschichteter und bald auch in feuerverzinkter Ausführung** eingesetzt werden kann.

Sie wird aus dem Steg eines halbierten Stahlprofils geformt oder auf eine horizontal liegende Stahllamelle aufgeschweißt.

In den nächsten Jahren müssen viele Straßen- und Bahnbrücken saniert werden. Materialeffiziente Stahlverbundbrücken mit Verbunddübelleisten sind dabei auch aufgrund ihrer kurzen Montagezeiten eine langlebige und wirtschaftliche Lösung.



Verbunddübelleiste für Stahlverbundbrücken

Foto: Wirtschaftsvereinigung Stahl



**Durch den Einsatz hochfester Stähle und innovativer Bauteile wie der Verbunddübelleiste im Brückenbau lässt sich die Tragfähigkeit bei reduziertem Eigengewicht steigern. Das erhöht die Materialeffizienz und damit die Wirtschaftlichkeit von Brückenbauwerken.**



# Wenn es schnell gehen muss

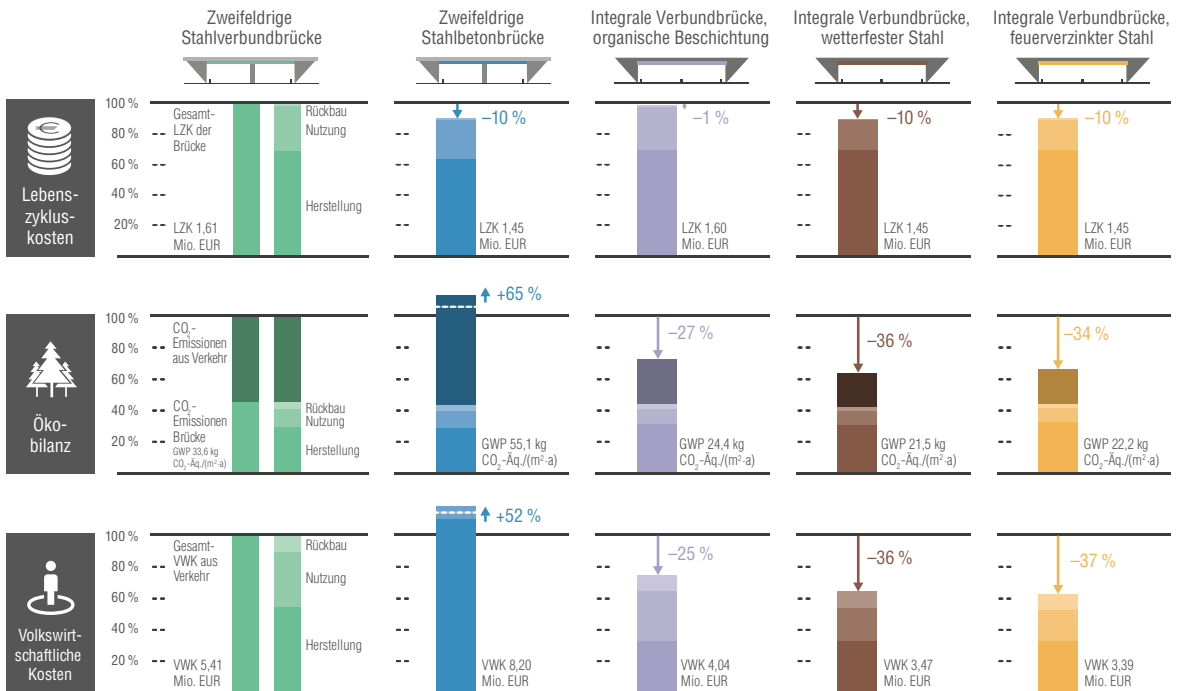
## Mit Stahlverbundbrücken Engpässe vermeiden

Der europäische Vergleich zeigt: Deutsche Autofahrer stehen ziemlich häufig im Stau – vor allem südlich des Mains und in Städten brauchen die Fahrer Geduld. Gemäß einer ADAC-Studie standen deutsche Autofahrer im Jahr 2018 insgesamt 459.000 Stunden – das entspricht rund 52 Jahren – im Stau.<sup>1</sup> Viele davon waren baustellenbedingt. Neben den volkswirtschaftlichen Kosten, die beispielsweise durch Arbeitszeitverluste und eine Zunahme der Unfallhäufigkeit entstehen, sind es unnötig hohe Schadstoffemissionen, die zu Buche schlagen und die Luft zusätzlich belasten.

Viele durch den Neubau oder die Sanierung von Brücken bedingte **Verkehrsbehinderungen ließen sich durch intelligente Planung sowie die geschickte Auswahl geeigneter Tragsysteme und Baustoffe deutlich reduzieren.**

Nutzt man beispielsweise die integrale Bauweise mit starken, eingespannten Widerlagern für Verbundbrücken, lassen sich Spannweiten bis zu 60 Meter ausführen, bei denen auf einen aufwendig zu erstellen den Mittelpfeiler zwischen den Fahrtrichtungsspuren

<sup>1</sup> ADAC Staudatenbank 2018



Berechnungsergebnisse der Nachhaltigkeitsanalysen – Variantenvergleich

Grafik: KIT/Dr. Tim Zinke

verzichtet werden kann. Der hohe Vorfertigungsgrad erübrigt Schalung und Rüstung auf der Baustelle und führt zu einem deutlich beschleunigten Bauablauf, der in der Wirtschaftlichkeitsberechnung positiven Niederschlag findet. Die vorgefertigte Brückenkonstruktion aus Stahl lässt sich im Zuge einer Nacht- oder Wochenendsperrung einhängen. Verkehrsunterbrechungen, Staus und somit volkswirtschaftliche Nachteile können minimiert werden.

Aktuelle Ergebnisse eines Forscherteams des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) weisen nach, dass bei Straßen mit einer täglichen durchschnittlichen Verkehrsdichte von 70.000 Fahrzeugen die Kosten, die durch baustellenbedingte Verkehrsstaus – sogenannte externe Effekte – entstehen, allein durch die Wahl einer integralen Stahlverbundbrücke im Vergleich zu konventionellen Stahlbetonbrücken nahezu halbiert werden können.<sup>1</sup>

Dieser Effekt verstärkt sich um ein Vielfaches, wenn man noch stärker befahrene Straßen, wie beispielsweise Pendlerautobahnen, betrachtet. Daran wird deutlich, dass sich die wirtschaftlichste Lösung beim Bau einer neuen Brücke nicht auf die singuläre Betrachtung der Herstellkosten reduzieren lässt. Die zunehmende Bedeutung von Nachhaltigkeitsaspekten beim Bau und Betrieb von Brücken erfordert künftig ganzheitliche Bewertungssysteme. Aspekte wie die ökonomische und ökologische Leistungsfähigkeit im gesamten Lebenszyklus sowie die Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und Verkehr in Form externer Effekte müssen in die Entscheidungsfindung zur Auswahl von Bauweise und Baustoff einbezogen werden.



**Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen, dass die volkswirtschaftlichen Kosten, die durch baustellenbedingte Verkehrsstörungen entstehen, allein durch die Wahl einer integralen Stahlverbundbrücke ohne Mittelpfeiler im Vergleich zu konventionellen Stahlbeton- oder Spannbetonbrücken deutlich reduziert werden können.**

<sup>1</sup> Forschungsbericht 843 „Ganzheitliche Bewertung von Stahl- und Stahlverbundbrücken nach Kriterien der Nachhaltigkeit“, Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA), 2016



Integrale Stahlverbundbrücke

Foto: DEGES



Stahlverbundbrücke Sulzemoos

Foto: SSF Ingenieure AG/Florian Schreiber Fotografie

## Etwas fürs Auge

### Brücken aus nichtrostendem Edelstahl

Viele Brückenbauwerke sind in der Regel nicht sehr groß: Rund 70 Prozent von ihnen besitzen nur eine kleine bis mittlere Spannweite und könnten auch aus nichtrostendem Stahl errichtet werden. Neue Forschungsvorhaben<sup>1</sup> beschäftigen sich daher mit der Konstruktion und Fertigung besonders **leichter Brücken aus Edelstahl und Verbundmaterialien**.

Ein bereits „ausgezeichnetes“ Beispiel für den Einsatz von Edelstahl im Brückenbau ist der Trumpf-Steg in Ditzingen. Das Brückensystem ist eine leichte Schalenkonstruktion, die aufgrund der Effizienz des Tragwerks aus nur 20 Millimeter dünnen, doppelt gekrümmten und in Teilen gekanteten Edelstahlblechen hergestellt wurde. Entsprechend dem Kraftfluss wurden mit Lasermaschinen Löcher in die Schale geschnitten. Der Nutzer läuft direkt auf der im Laufbereich rutschfest beschichteten Stahlschale. Die besondere Leichtigkeit der Brücke wird durch entspiegelte Ganzglasgeländer unterstrichen.

Mit der Verwendung des hochfesten und rostfreien Duplex-Edelstahls konnte die angestrebte Leichtigkeit des innovativen Schalentragswerks erreicht werden. Hohe Materialeffizienz, dauerhafte Wartungsfreiheit und ästhetische Qualität charakterisieren das besonders nachhaltige Brückenbauwerk.



**Bisher eher selten eingesetzte Brückenwerkstoffe wie nichtrostende Edelstähle und Verbundbaustoffe sind besonders langlebig sowie wartungsarm und für den Einsatz beim Bau von Brücken im kleinen und mittleren Spannweitenbereich geeignet.**

<sup>1</sup> Forschungsprojekt der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA)



Trumpf-Steg aus Edelstahl in Ditzingen – ausgezeichnet mit dem materialPREIS 2019

Foto: schlaich bergemann partner/Andreas Schnubel

## Auf einen Blick

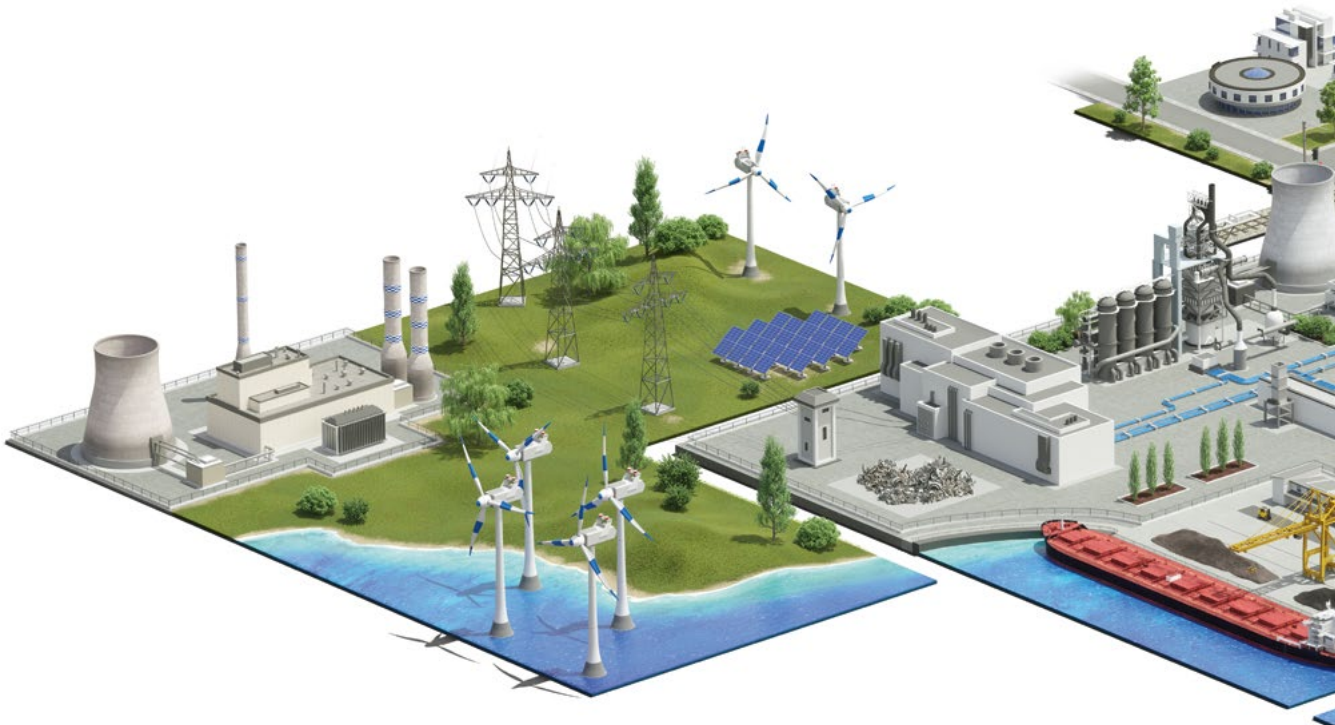
### Zusammenfassung und Positionen der Stahlindustrie

- › Moderne Stahlbrücken sind eine wirtschaftliche, umweltverträgliche und besonders nachhaltige Alternative zu massiven Konstruktionen.
- › Brücken aus Stahl erfüllen alle Anforderungen an die Kreislaufwirtschaft. Sie können zu 100 Prozent recycelt und in den Produktionsprozess zurückgeführt werden.
- › Stahl- und Stahlverbundsysteme leisten einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung des anstehenden Sanierungsbedarfs im Brückenbau.
- › Feuerverzinkte Brückentragwerke können heute auch bei dynamischer Beanspruchung ohne Einschränkung realisiert werden.
- › Der Einsatz von wetterfestem Baustahl ist eine sehr wirtschaftliche und umweltschonende Bauweise.
- › Durch den Einsatz hochfester Stähle und innovativer Bauteile wird die Tragfähigkeit bei reduziertem Eigengewicht deutlich gesteigert. Das erhöht die Materialeffizienz und damit die Wirtschaftlichkeit von Brückenbauwerken.
- › Durch die Wahl eines optimierten Brückensystems aus Stahl lassen sich die volkswirtschaftlichen Kosten deutlich reduzieren.
- › Auch nichtrostende Edelstähle und Verbundbaustoffe sind für den Einsatz beim Bau von Brücken im kleinen und mittleren Spannweitenbereich geeignet.

Die Vergabeordnungen von Bund, Ländern und Kommunen sollten dahingehend verändert werden, dass bei Ausschreibung und Auftragsvergabe von Brückenbauarbeiten die gesamten Lebenszykluskosten zwingend zu berücksichtigen sind.









**Stahl**  
trägt die  
Infrastruktur





**Wirtschaftsvereinigung Stahl**

Sohnstraße 65  
40237 Düsseldorf

Fon +49 211 67 07- 0

Fax +49 211 67 07- 310

Mail [info@wvstahl.de](mailto:info@wvstahl.de)

Web [www.stahl-online.de](http://www.stahl-online.de)

Blog [www.stahl-blog.de](http://www.stahl-blog.de)

Facebook [www.facebook.com/stahlonline](http://www.facebook.com/stahlonline)

Twitter [www.twitter.com/stahl\\_online](http://www.twitter.com/stahl_online)

YouTube [www.youtube.com/stahlonline](http://www.youtube.com/stahlonline)



Wirtschaftsvereinigung  
Stahl