

Leitgedanken zum nachhaltigen Bauen



Impressum

Leitgedanken zum
nachhaltigen Bauen

Herausgeber:
BAUEN MIT STAHL e.V.
Sohnstraße 65
40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42
40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828
Telefax (02 11) 67 07-829
zentrale@bauen-mit-stahl.de
www.bauen-mit-stahl.de

Januar 2009

Ein Nachdruck dieser Publikation –
auch auszugsweise – ist nur mit
schriftlicher Genehmigung des Heraus-
gebers bei deutlicher Quellenangabe
gestattet.

Autor:
Dr. Bernhard Hauke,
BAUEN MIT STAHL e.V., Düsseldorf

mit Beiträgen von

Univ. Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirt.-Ing. (NDS)
Martin Mensinger und
Dr.-Ing. Christina Radlbeck,
TU München/Lehrstuhl für Metallbau

Univ. Prof. Dr.-Ing. Richard Stroetmann
und Dr. Ing. Holger Flederer,
TU Dresden/Lehrstuhl für Stahlbau

Prof. Dr.-Ing. Karsten Tichelmann,
Hochschule Bochum/Lehrstuhl Trag-
konstruktionen im Hochbau

Titelbilder

links oben:

Bürobau Dockland in Hamburg
(BRT Bothe Richter Teherani Architekten
©Jörg Hempel)

links unten:

Große Spannweiten im
Hochhaus WestendDuo in Frankfurt

rechts oben:

Thermisch aktive Stahl Flachdecke
„Slimdek“

rechts unten:

Montage- und Verwaltungszentrum
ESTA in Senden
(Gerken Architekten + Ingenieure
©Martin Duckek)

Inhalt

	Seite
Nachhaltiges Bauen – Lösungspotenziale des Stahlbaus	1
1 Ökologische Qualität	2
2 Ökonomische Qualität	6
3 Soziokulturelle und funktionale Qualität	10
4 Technische Qualität	17
5 Prozessqualität	23

Nachhaltiges Bauen – Lösungspotenziale des Stahlbaus

Der Bausektor spielt eine wichtige Rolle in der Nachhaltigkeitsagenda. Dies gilt zum einen wegen seines großen Beitrags zur Gesamtwirtschaft, zum anderen weil die gebaute Umwelt maßgeblichen Einfluss hat auf unsere Lebensqualität, Behaglichkeit und Sicherheit, unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden sowie die Produktivität des Wirtschaftslebens.

Der Bausektor verbraucht bisher große Mengen nicht erneuerbarer Ressourcen, produziert große Mengen an Abfall und das Betreiben von Gebäuden sowie der Unterhalt unserer Infrastruktur verursachen einen großen Teil der gesamten CO₂-Emissionen. Es ist deshalb eine Herausforderung, wirtschaftliche Bauweisen zu entwickeln, die unsere Lebensqualität erhalten, aber eben auch die sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen einbeziehen.

Das neue „Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen“ (DGNB) startet Anfang 2009 mit den ersten Pilot-Zertifizierungen. Der Stahlbau sieht hier große Nachhaltigkeits-Potenziale. Stahlkonstruktionen haben zwar beispielsweise in einem typischen Geschossbau nur einen Anteil von 15 %, die Tragstruktur im Rohbau betreffend. Diese Tragstruktur ist aber der Schlüssel zu nachhaltigem Bauen. Da die Stahlbauweise systemimmanent nachhaltig ist, stellt die stählerne Tragkonstruktion die Weichen dafür, dass Bauprozesse und -strukturen sowie der gesamte Lebenszyklus eines Bauwerks ganzheitlich auf Nachhaltigkeit ausgerichtet werden.

Der Stahlbau bringt Lösungen für die drängenden Probleme unserer Zeit. Bei der Fortschreibung der Kriterien des DGNB-Gütesiegels wird es erforderlich sein, zukünftige Modellentwicklungen für alle relevanten Themen offen zu halten, sonst bleibt die Nachhaltigkeit des Bauens auf halbem Wege stehen. Aus Sicht des Stahlbaues zählen hierzu besonders die Kreislaufwirtschaft im Sinne eines „Cradle to Cradle“-Konzeptes oder die industrialisierten Bau- und Rückbauprozesse mit minimalen Belastungen für Verkehr, Umwelt und Mensch aber hohem wirtschaftlichen und qualitativem Nutzen.

Nachhaltigkeitsverpflichtung

Die deutsche Stahlindustrie und der deutsche Stahlbau kommitten sich zur Nachhaltigkeit und ihrer Umsetzung in den Baubereich. Dabei legen wir besonderen Wert auf ganzheitliche Bewertungs- und Vorgehensweisen. Die isolierte Betrachtung einzelner Aspekte, Bauteile oder Gewerke würde zu einseitigen Lösungen und damit nicht zu wirklich nachhaltigen Bauwerken führen.

Um den Zertifizierungsprozess für das "Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen" zu begleiten und zu koordinieren haben BAUEN MIT STAHL e.V. und der Deutsche Stahlbau-Verband DSTV die "Initiative Nachhaltiger Stahlbau" (INS) gegründet, der sich inzwischen weitere Organisationen und Hochschulen angeschlossen haben. Ziel der Initiative ist es, die Nachhaltigkeitseigenschaften von Stahl und die Potenziale der Bauweise zu fördern, quantitative Bewertungskennziffern zu entwickeln sowie Aufgaben und Ergebnisse der Nachhaltigkeit für den Baustoff Stahl zu kommunizieren.

Im folgenden sollen die Leitgedanken zum nachhaltigen Bauen mit Stahl, seine ökologischen, ökonomischen, soziokulturellen und funktionalen sowie technischen Qualitäten und die Prozessqualität anhand der derzeitigen DGNB-Kriterien vorgestellt und beispielhaft erläutert werden.

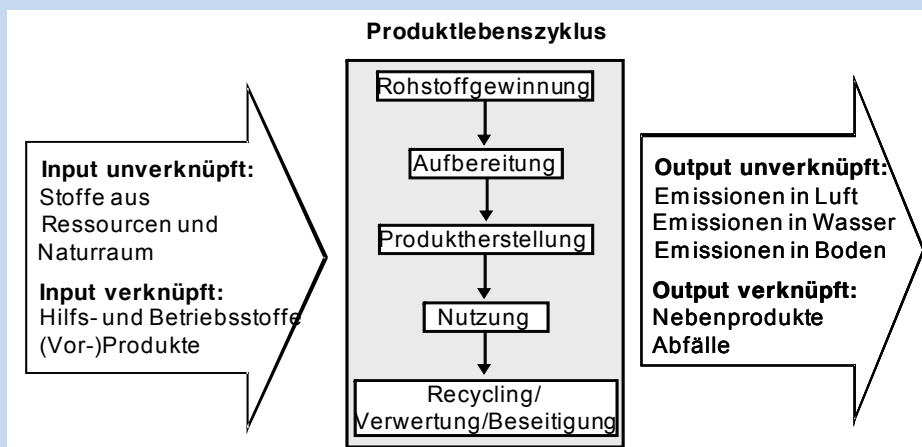
1 Ökologische Qualität

In die Gesamtbewertung des Gütesiegels fließen zu 22,5% Aspekte der Umweltverträglichkeit sowie zu 10% die Qualität der Bauausführung und Bewirtschaftung ein. Unter diesen ganzheitlichen Anforderungen erfahren die bisher nur unzureichend wahrgenommenen Vorteile des Stahlbaus eine höhere Gewichtung. Dies sind beispielsweise die geringe Ressourceninanspruchnahme pro Nutzfläche, die Flexibilität und die Kreislauffähigkeit. Insbesondere Letztere hat dabei bedeutenden Einfluss auf die ökologische Bewertung.

Stahlbau hat eine exzellente ökologische Performance aufgrund des geringen Ressourcenverbrauchs pro Nutzfläche, der Flexibilität und der Kreislauffähigkeit.

1.1 Bewertungsmethode Ökobilanz

Für die Bewertung der Umweltbelastungen von Bauprodukten ist eine Ökobilanz (LCA, Life-Cycle-Analysis) erforderlich. Dieses Verfahren ist in den Normen EN ISO 14040 ff. festgelegt. Neben der anfänglichen Zieldefinition ist eine *Sachbilanz* zu erstellen und eine *Wirkungsabschätzung* durchzuführen. Erst dann kann eine Bewertung vorgenommen werden.



Input- und Outputströme im Produktlebenszyklus (Kümmel, 2000)

Bei der *Sachbilanz* sind sämtliche Stoff- und Energieströme eines Produkts während dessen gesamter Lebensdauer zu erfassen. Bei der *Wirkungsabschätzung* werden Sachbilanzdaten mit gleicher Umweltwirkung so genannten *Wirkkategorien* zugeordnet. Jede Wirkkategorie repräsentiert ein bestimmtes Umweltthema. Fest etabliert sind dabei die Emissionen und der Primärenergiebedarf mit den entsprechenden Referenzgrößen.

Eisen als Ausgangsstoff für das Hightech-Produkt Stahl ist das dritthäufigste feste Element der Erdkruste.

1.2 Datengrundlage

Zur Durchführung einer Ökobilanz ist eine solide Datenbasis erforderlich. In Deutschland wird für Bauanwendungen häufig das Software-Tool *GaBi* verwendet. Auch in *ecoinvent* aus der Schweiz ist für Stahlanwendungen eine Datensammlung enthalten. Gleichzeitig gibt es europaweit Bestrebungen, eine Harmonisierung der Datenlage zu erreichen. Ziel ist es, für alle europäischen Bauprodukte Wirkkategorien bereitzustellen. Dies soll mit Hilfe von Umweltproduktdeklarationen (EPDs, Environmental Product Declaration) geschehen. Bis zur vollständigen Verfügbarkeit der EPDs sind die Produkt- und Baustoffdaten auch über die Ökobau.dat des BMVBS unter www.nachhaltigesbauen.de verfügbar.

Kriteriennummer, Wirkkategorie	Referenzwert
01 <i>Treibhauspotenzial</i> Global Warming Potential (GWP)	kg CO ₂ -Äquivalent
02 <i>Ozonschichtzerstörungspotenzial</i> Ozone Depletion Potential (ODP)	kg R11-Äquivalent
03 <i>Ozonbildungspotenzial</i> Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)	kg C ₂ H ₄ -Äquivalent
04 <i>Versauerungspotenzial</i> Acidification Potential (AP)	kg SO ₂ -Äquivalent
05 <i>Überdüngungspotenzial</i> Eutrophic Potential (EUT)	kg PO ₄ -Äquivalent
10 Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PEne)	kWh/m ² NGF a *
11 Primärenergiebedarf erneuerbar, (PEe)	kWh/m ² NGF a *

*NGF: Nettogrundfläche, a: Jahr

Wirkkategorien mit festen Referenzgrößen

Eine Umweltproduktdeklaration gemäß ISO 14025 enthält sämtliche für die Ökobilanzierung notwendigen Wirkkategorien. Außerdem werden Informationen zu technischen Eigenschaften bereitgestellt, die für die Einschätzung der Gesamtleistung des Bauproduktes im Gebäude benötigt werden (z.B. Lebensdauer, Wärme- und Schallisolierung, Qualität der Innenraumluft etc.). EPDs sollen zukünftig jene Daten liefern, die Planer und Architekten für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden benötigen. Bei Anwendung im „Baukastensystem“ lassen sich sogar komplette Bauwerke bewerten. Für Stahlprodukte wurden bisher nur in Norwegen EPDs erstellt. Dabei wurden unterschiedliche Profile bezogen auf die Herstellung („cradle to gate“) und auf den gesamten Lebenszyklus („cradle to grave“) bilanziert. Aus Transparenz- und Wettbewerbsgründen werden auch Branchen-EPDs angestrebt.

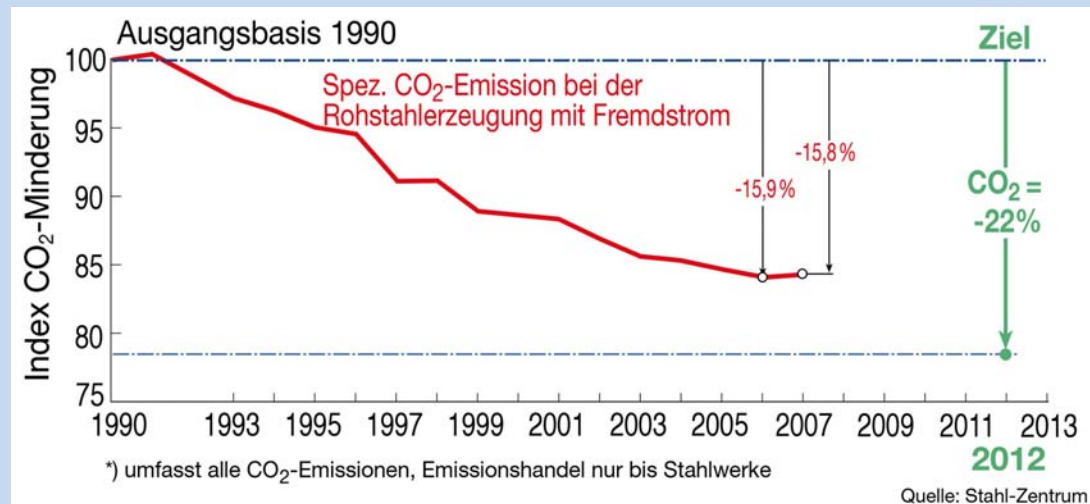
1.3 Wichtige Einflussfaktoren bei der Ökobilanzierung

Recycling

Stahl ist vollständig recyclebar. Sekundärstahl (bzw. Elektrostahl) wird durch Einschmelzen von Schrott gewonnen und ist als Ergänzung zur rohstoff- und energieintensiven Primärproduktion aus Eisenerz seit langem fester Bestandteil der Stahlerzeugung.

Die Stahlindustrie hat seit 1990 die spezifische CO₂-Emissionen der Rohstahlerzeugung um fast 16% reduziert und strebt bis 2012 eine Reduzierung um 22% an.

Klimavorsorge: Freiwillige Selbstverpflichtung der Stahlindustrie im Rahmen der Vereinbarung der Bundesregierung und der deutschen Wirtschaft vom 09.11.2000*



Minderung der spezifischen CO₂-Emissionen je Tonne Rohstahl

Strommix

Der Strommix hat – wie bei anderen Baustoffen auch – Einfluss auf die ökologischen Daten von Stahl. Ein größerer Anteil an Kernenergie reduziert ebenso die CO₂-Emissionen wie die Nutzung regenerativer Energien. Ein Vergleich des Strommixes von Deutschland und Norwegen zeigt beispielsweise große Unterschiede hinsichtlich des Wasserkraftanteils. Der Strommix ist zudem importabhängig und daher nur schwer zu erfassen.

Stahlkonstruktionen erlauben eine einfache Installation von Systemen zur Nutzung regenerativer Energien und anderer Zukunftstechnologien.

Datenqualität

Die Qualität der Datenbanken ist von entscheidender Bedeutung und hat unmittelbaren Einfluss auf die Ergebnisse der Ökobilanzierung. Je nach Quelle ergeben sich oftmals signifikante Unterschiede. Für Deutschland sind Alternativen zu den Daten aus der Ökobau.dat derzeit nicht verfügbar. Die oben genannten Aspekte sollten aber bei einer seriösen Ökobilanzierung hinterfragt werden.

1.4 Relevanz der Ökologie-Kriterien für den Stahlbau

Um den Einfluss des Stahls konkret darzustellen, werden im Folgenden die entsprechenden Wirkkategorien eines Stahlhochbaus mit den Referenzwerten eines Gebäudes (Stand August 2008) verglichen. Die Werte für den Stahlhochbau wurden mit Hilfe eines norwegischen EPDs (NEPD No.: 081) ermittelt. Darin sind Herstellung, Beschichtung, Transporte und Entsorgung enthalten. Die Referenzwerte der DGNB-Kriterien gelten für die Errichtung bis zum Rückbau eines Gebäudes inkl. Anlagentechnik. Die Instandhaltung und die Betriebsenergie sind nicht berücksichtigt.

Kriterium	Stahlhochbau (40kg/m ²)*	Referenzwert eines Gebäudes	Anteil Stahl
Treibhauseffekt (GWP)	49 kg CO ₂ Äq / m ²	390 kg CO ₂ Äq / m ²	12%
Ozonschichtzerstörung (ODP)	6,00 E ⁻¹⁰ kg ODP Äq / m ²	1,26 E ⁻⁰⁷ kg ODP Äq / m ²	0,5%
Ozonbildung (POCP)	0,064 kg POCP Äq / m ²	0,169 kg POCP Äq / m ²	38%
Versauerung (AP)	0,18 kg SO ₂ Äq / m ²	2,42 kg SO ₂ Äq / m ²	7%
Überdüngung (EUT)	0,027 kg PO ₄ Äq / m ²	0,194 kg PO ₄ Äq / m ²	14%
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar PEne)	616 kWh/m ²	4.400 kWh/m ²	14%

*Da das NEPD aus Norwegen stammt, ist bedingt durch den unterschiedlichen Strommix für den Stahlhochbau in Deutschland mit etwas höheren Werten zu rechnen.

Vergleich der Emissionen eines Stahlhochbaus (NEPD No.: 081) mit einem Referenzgebäude

Der Vergleich zeigt, dass sich der Einfluss der Stahlkonstruktion, mit Ausnahme des Ozonbildungspotenzials POCP, im Bereich von weniger als 15% bewegt. Der höhere Wert für das POCP ist auf die Beschichtung der Stahlprofile zurückzuführen und kann durch Anwendung alternativer Systeme verändert/verbessert werden.

Der Einfluss des Stahltragwerkes auf die Ökobilanz eines durchschnittlichen Gebäudes beträgt weniger als 15 % (Ausnahme Ozonbildung).

1.5 Hochleistungsbaustoffe

Moderne Hochleistungsstähle, wie zum Beispiel die thermomechanisch hergestellten hochfesten TM-Stähle (z.B. S355 M oder S460 ML), weisen nicht nur erhöhte Festigkeiten auf sondern sind auch besonders schweißgeeignet, haben eine verbesserte Kaltrissempfindlichkeit sowie eine unreduzierte Streckgrenze auch bei Werkstückdicken bis 125 mm (Jumboprofile).

Mit dem Einsatz von Hochleistungsstählen lassen sich im Vergleich zum klassischen S235 erhebliche Materialeinsparungen erzielen. Für den S355 betragen die Mehrkosten bei Walzprofilen ca. 5%, die nutzbare Streckgrenze steigt jedoch um 50 %. Beim S460 ist dieses Verhältnis noch günstiger: ca. 9% Mehrkosten bei der Materialbeschaffung steht hier ein Festigkeitsgewinn von 90% bezogen auf den S235 gegenüber. Günstige Anwendungsgebiete sind vor allem Dachträger, Fachwerkstrukturen sowie Verbundträger. Sehr materialeffizient sind auch Zellformträger, weil hier unterschiedliche Stahlgüten und -profile in einem Träger kombiniert werden können.

2 Ökonomische Qualität

Der technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Wandel war niemals größer als heute. Sich verändernde Arbeitsmodelle, neue Technologien, demographische Veränderungen oder auch neue Gesetze stellen ständig wechselnde Anforderungen an Gebäude und die gebaute Umwelt. Umso wichtiger ist es, bei der Beurteilung der ökonomischen Qualität von Bauwerken im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung im Lebenszyklus auch die Flexibilität für zukünftige Nutzungen und Anforderungen mit zu bewerten.

Stahlbauten sind – über den gesamten Lebenszyklus betrachtet – wirtschaftlich.

2.1 Lebenszykluskosten

Im Lebenszyklus eines Gebäudes entstehen je nach Typ und Funktion durchschnittlich rund 80% der Kosten und Verbräuche in der Nutzungsphase. Zu den Aufwendungen für die Errichtung, den Betrieb und die Instandhaltung kommen noch die Kosten für Abriss, Entsorgung oder Aufbereitung zur Wiederverwertung hinzu. Während bisher der Fokus überwiegend auf die Minimierung der Herstellungskosten gerichtet war, werden bei der Bewertung der Nachhaltigkeit eines Bauwerks die Lebenszykluskosten herangezogen.

Herstellung

In der Herstellungsphase bieten Bauweisen mit hohem Vorfertigungsgrad und niedrigen Konstruktionsgewichten, wie die Stahl-/Stahlverbundbauweise, zahlreiche Vorteile. Hierzu zählen geringe Transportkosten, kurze Montagezeiten und eine hohe Ausführungsqualität. Die Montage kann weitestgehend unabhängig von den Witterungsbedingungen und den jahreszeitlichen Temperaturschwankungen erfolgen. Geringe Bauteilgewichte, hohe Passgenauigkeit und kurze Kranzeiten ermöglichen die Einhaltung ehrgeiziger Terminpläne und das Bauen unter beengten Verhältnissen, wie zum Beispiel im innerstädtischen Raum. Verbunddeckensysteme mit Profilblechen sparen Schalungskosten und erlauben das Verlegen der Bleche von Hand. In Kombination mit Verbundträgern und -stützen erfolgt ein, in Bezug auf das Tragverhalten und die Funktionalität, materialgerechter Einsatz. Baurechtliche Anforderungen an den konstruktiven Brandschutz lassen sich ohne oder mit nur geringem zusätzlichem Aufwand bis zur Feuerbeständigkeit bei Hochhäusern erfüllen. Geringe Konstruktionsgewichte wirken sich positiv auf die Dimensionierung der Gründung (Fundamente, Pfähle, Bodenplatten), den Baugrubenaushub und Verbau aus.

Damit wird deutlich, dass zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit einer Bauweise nicht nur Einzelbauteile, sondern Bauwerke und -prozesse miteinander verglichen werden müssen.

Instandhaltung

Während der Nutzungsdauer von Gebäuden – besonders bei öffentlichen Gebäuden – müssen Inspektion und Wartung sowie ggf. auch eine Instandsetzung des Haupttragwerkes möglichst kostengünstig erfolgen können. Bei unverkleideten Stahltragwerken sind Inspektion und Wartung nahezu idealtypisch möglich. Aber auch bei der in Deutschland recht gebräuchlichen Umhüllung der Stahlträger mit Brandschutzplatten können diese für Inspektion und Wartung de- und wieder montiert werden. Instandsetzungsarbeiten von Stahlbauten beschränken sich in der Regel auf eine Erneuerung des Korrosionsschutzes für außenliegende oder anderweitig stärker belastete Stahlbauteile. Möglicherweise infolge von Umnutzung oder veränderter Normensituation erforderliche Verstärkungen sind im Stahlbau durch das Aufschweißen von Stahllamellen oder vergleichbare Maßnahmen unkompliziert möglich. Reinigungskosten sind eher von der Art der Bodenflächen und den Fensterflächen abhängig und somit nicht direkt mit einer bestimmten Bauweise assoziiert.

Umnutzung

Wenn Gebäude geplant und gebaut werden ist es nicht möglich, für die gesamte Lebensdauer vorausschauend alle Eventualitäten zu berücksichtigen. Vielmehr ist es sinnvoll, so zu planen und zu bauen, dass nötige Reparaturen, Sanierungen und Umbauten für eine spätere Umnutzung technisch einfach und ökonomisch sinnvoll durchführbar sind. Dazu gehören weitgespannte möglichst stützenfreie Tragwerke, keine oder wenige tragende Wände, einfache Verstärkungsmöglichkeiten sowie hinreichende Flexibilität für Anpassungen in der Haustechnik und die Integration von heute noch unbekanntem Technologien. Die Stahlbauweise bietet all diese Möglichkeiten uneingeschränkt.

Der Poelzigbau in Frankfurt/Main ist ein Musterbeispiel für Flexibilität und Umnutzung: In den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts gebaut diente der riesige Stahlskelettbau mit entsprechend großen Spannweiten erst der IG Farben als Verwaltungszentrale. Nach dem Krieg zog hier dann das Hauptquartier der US-Armee in Deutschland ein. Nachdem die Amerikaner abgezogen waren, wurde der Poelzigbau zum „neuen“ Hauptgebäude und Wahrzeichen der Goethe-Universität Frankfurt umgebaut und ist heute ein moderner Treffpunkt für Lehre und Forschung. Wie das Beispiel zeigt, können flexible Gebäude mit weitgespannten Tragstrukturen aus Stahl auch nach über 80 Jahren noch auf der Höhe der Zeit sein.

Rückbau, Wiederverwendung und Recycling

Stahl ist ohne Qualitätseinbußen zu 100 % recyclingfähig. Die Herstellung von Stahlskelettkonstruktionen erfolgt typischerweise durch das Zusammenfügen von vorgefertigten, transportablen Einheiten, überwiegend mit demontierbaren Schraubenverbindungen. Der Rückbau wird in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt. Während bei einer Wiederverwendung von Bauteilen oder des gesamten Bauwerks die Schraubenverbindungen gelöst werden, erfolgt bei einer Wiederverwertung als Baustoff häufig das Trennen der Konstruktion mit Brennschneidern in transportable Einheiten.

***Eine "Entsorgung" im eigentlichen Sinne gibt es für Stahlbauteile nicht.
Der Baustoff Stahl ist eine Wertanlage.
Die Bauteile können wiederverwendet oder in modernen Elektrostahlwerken zu neuen
Stahlprodukten aufbereitet – recycled – werden.***

2.2 Wertstabilität

Ein globalisierter, internationaler Markt verlangt eine hohe Effizienz, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit. Dies spiegelt sich auch in der Nutzung von Immobilien wieder. Ein nachhaltig konzipiertes Gebäude trägt dem Rechnung, indem es sich leicht an gewandelte Anforderungen anpassen lässt.

Für die Vermarktung und ökonomische Nutzung sind Flächen- und Volumeneffizienz von besonderem Interesse. Mit zunehmender Konstruktionshöhe nehmen nicht nur die Baukosten (Fassadenflächen, Stützen, Wände), sondern auch die Betriebskosten zu. Das zu beheizende Gebäudevolumen wächst mit der Geschosshöhe. Durch geschickte Veränderungen der Konstruktion lässt sich das Gebäudevolumen reduzieren, ohne die Nutzung einzuschränken. Aktuelle Beispiele sind Flugzeughallen mit außen liegenden Tragwerken, wie sie für die Herstellung und Wartung des Airbus A380 in jüngster Zeit gebaut wurden.

Bei der Sektionsbauhalle für den Airbus A380 überspannen 10 m hohe Fachwerkbinder mit 120 m Länge den Grundriss. Durch die Anordnung außerhalb der Gebäudehülle konnte das zu beheizende Volumen auf rund 70 % reduziert werden.



Airbus A380 Sektionsbauhalle, Hamburg-Finkenwerder:
Volumeneffizienz durch außenliegendes Tragwerk

Auch der Einsatz deckenintegrierter Unterzüge (Slim-Floor-Decken) im Geschossbau weist Wege zur Reduktion des Gebäudevolumens und zur Installationsfreiheit. Bei Slim-Floor-Deckensystemen mit integrierten Stahlträgern können Installationsführungen sowohl oberhalb (aufgeständerte Böden) als auch unterhalb der Decke störungsfrei verlegt werden. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, mit Hilfe von Stegdurchbrüchen die Installationsleitungen innerhalb des Deckenspiegels zu führen.

Insbesondere bei Gewerbeimmobilien können sich die Nutzeranforderungen während der Lebensdauer eines Objektes ändern. Tragkonstruktionen mit großen Spannweiten und kleinen Stützenquerschnitten bieten ein hohes Maß an Flexibilität und Adaptivität. Geschossgrundrisse lassen sich durch beliebige Anordnung von Trennwänden an die jeweiligen Anforderungen anpassen, ohne dass Stützen die Raumnutzung einschränken.

Für den Neubau des Kaufhauses Peek & Cloppenburg in Düsseldorf wurde ein Stützenraster von 12,5 x 12,5 m bei Verkehrslasten bis zu 10 kN/m² ausgeführt. Die Konstruktionshöhe der Decken einschließlich der Unterspannung war auf 86 cm beschränkt. Aufgrund der umfangreichen Installationen waren Durchbrüche bis zu einem Quadratmeter zu berücksichtigen. Diese Anforderungen konnten mit Hilfe von Stahl Flachdecken kombiniert mit unterspannten Trägern erfüllt werden.



Stahl Flachdeckensystem im Kaufhaus P&C in Düsseldorf
(Bauzustand und fertig gestellter Innenraum)

Sofern Nutzlasten nachträglich erhöht werden müssen, bietet der Stahlbau einfache Verstärkungsmöglichkeiten. Bei veränderten Produktionsanforderungen werden diese Vorteile der Stahlbauweise seit Jahren insbesondere im Industriebau genutzt.

Typische Stahlbauten in Skelettbauweise sind modular aufgebaut, bieten flexible Grundrisse und erlauben den Austausch einzelner Elemente.

Modularität

Der Stahlbauweise ist die Modularität immanent, Grundriss- und Fassadenaufbau sind überwiegend modular. Üblicherweise sind bei Stahlskelettbauten Primär- und Sekundärstruktur getrennt und das Tragsystem besteht aus leicht austausch- oder veränderbaren Subsystemen. So können zum Beispiel Fassadenelemente unabhängig von der Primärstruktur ausgetauscht werden. Für die Stahlbauweise sind Tragkonstruktionen mit flexibler Grundrissgestaltung typisch. Bürogebäude mit in Deutschland üblichen Abmessungen sind meist im Inneren stützenfrei oder haben nur wenige Stützen in für die Büronutzung geeigneten Rasterabständen.

Deckensysteme in Stahl-Verbundbauweise bieten maximale Flexibilität für die Haustechnik – auch bei nachträglichen Änderungen.

Elektro- und Medienversorgung

Die Führung der Elektro- und Medienleitungen kann bei Gebäuden in Stahlbauweise in leicht erreichbaren Versorgungsschächten, Kabelkanälen oder Doppelböden erfolgen. Nachträgliche Durchbrüche können sowohl in Unterzügen als auch in Decken (selbst stütznah) angebracht werden. Durchstanzen kann bei Stahlverbund-Flachdecken nicht auftreten, weil die Schubkräfte sicher durch die deckengleichen Stahlträger abgetragen werden. Damit ist auch bei neuen Anforderungen – etwa aus einer Umnutzung – eine weitest gehende Flexibilität für die Haustechnik gesichert.

Beim Neubau der WestendDuos in Frankfurt am Main wurde eine optimierte Führung der Elektro- und Medienleitungen durch Verbundträger, bei denen die Betonplatte je nach Bedarf unten bzw. oben liegt, erreicht. Damit können z.B. Lüftungskanäle im Gangbereich in der Decke integriert sowie Elektro- und Datenleitungen in den Büroräumen bedarfsgerecht in den Bodenaufbau versenkt werden.



Verbunddeckenträger beim WestendDuo mit integrierter Medienführung ober- bzw. unterhalb der Decke

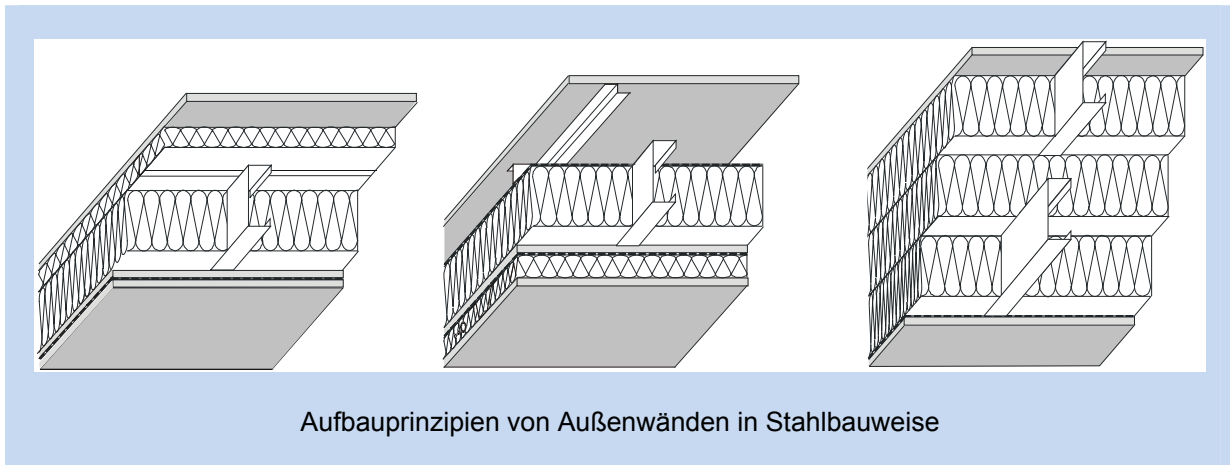
3 Soziokulturelle und funktionale Qualität

Gebäude werden von Menschen für Menschen gebaut. Bei der Bewertung der soziokulturellen und funktionalen Qualitäten eines Bauwerks ist den menschlichen Bedürfnissen nach angenehmen Arbeitsplätzen, bezahlbarem Wohnen, Nutzerkomfort, Funktionalität und einer ansprechenden Gestaltung von Räumen sowie dem äußeren Erscheinungsbild in hohem Maße Rechnung zu tragen.

3.1 Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit

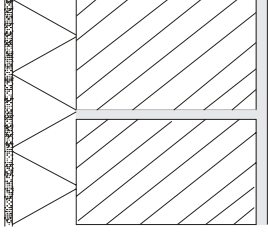
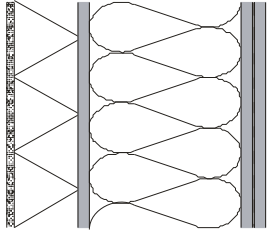
Thermischer Komfort im Winter

Thermischer Komfort in Gebäuden bildet die Grundlage für Wohlbefinden, Leistungsbereitschaft und Gesamtbehaglichkeit der Nutzer. Er ist dabei im Sinne der Nachhaltigkeit mit einem möglichst geringen Energieverbrauch sicherzustellen. Ganz entscheidend ist die Gebäudehülle. Diese kann im Stahlbau durch entsprechende Wahl der Bauteilschichtungen beliebig gewählt werden.



Bei Außenbauteilen in Stahlbauweise kann die Dämmebene integrativ (Dämmebene liegt in der Tragwerksebene) und additiv (Dämmebene liegt vor der Tragwerksebene) angeordnet werden. Der zwischen der Stahlkonstruktion liegende Hohlraum wird vollflächig mit Dämmstoff gefüllt, um Wärmebrücken und Konvektionsströme in der Dämmebene zu vermeiden. Um eine Wärmebrückenwirkung der Stahltragkonstruktion zu vermeiden, ist eine weitere additive Dämmebene erforderlich. Diese wird in der Regel auf der Außenseite der Außenbauteile angeordnet, um die stofflichen Wärmebrücken zu überdämmen. In Planung und Ausführung bedarf die Minimierung von Wärmebrückeneffekten im Stahlbau besonderer Beachtung. Je nach Wahl der Art des Dämmstoffs und der gewählten Dämmstoffdicken lassen sich die Transmissionswärmeverluste beliebig minimieren. Bei vergleichbaren Wärmeschutzeigenschaften ermöglicht der Stahlbau durch die reduzierten Wandquerschnitte gleichzeitig Flächengewinne zwischen 7% und 12% im Vergleich zur konventionellen, massiven Bauweisen.

Die Notwendigkeit, Zugluft zu vermeiden, unterscheidet sich im Stahlbau nicht von anderen Bauweisen. Auch hier gilt es, ein besonderes Augenmerk auf Wärmeverluste durch unzureichende Luftdichtheit der Fugen zwischen den Bauelementen zu legen. Der Einfluss der relativen Luftfeuchte wird durch das Lüftungsverhalten und die Qualität der zugeführten Luft bestimmt. Auf die feuchtetechnische Klimastabilität in Räumen nehmen sorptionsfähige Baustoffe als Oberflächenwerkstoffe positiven Einfluss. Die im Stahlbau als raumseitige Bekleidung verwendeten Plattenwerkstoffe, wie z. B. Gipskartonplatten und Gipsfaserplatten, weisen diese positiven Sorptionseigenschaften auf.

Bauteil Aufbau	Dicke [mm]	U-Wert [W/m ² K]
	Außenputz (armiert, mineralisch) 10 Mineralwolle 80 Ansetzmörtel 5 KS-Lochsteine 175 Innenputz 15 285	0,39
	Außenputz (armiert, mineralisch) 15 WDVS Mineralfaser 80 Putzträgerplatte 15 Metallprofil/Mineralfaserdämmung 150 Dampfbremse - Innenbekleidung GKF, doppelt 2x12,5 285	0,22

Vergleich zweier Außenwandaufbauten in Stahlbauweise und in Mauerwerksbauweise
(Vergleich der U-Werte und der Bauteildicke)

Thermischer Komfort im Sommer

Für den thermischen Komfort im Sommer müssen ein starkes Aufheizen des Gebäudes verhindert und aktive Kühlmaßnahmen vor dem Hintergrund der Energieeinsparung vermieden oder zumindest minimiert werden.

Mit der Stahlbauweise ist eine gezielte Dämmung für optimale Energieeffizienz kostengünstig möglich.

Die Klimastabilität in Häusern wird oft fälschlicherweise mit einer massiven Bauweise assoziiert. Die Wärmetransmission über gut gedämmte Außenbauteile spielt aber nur eine untergeordnete Rolle. Das Aufheizen vom Gebäude wird vielmehr maßgeblich von der direkt zugeführten Sonnenenergie bestimmt. Durch transparente Bauteile, wie Fenster und Verglasungen, fällt Sonnenstrahlung ein, wird innerhalb des Gebäudes in Wärmeenergie umgewandelt und ist dadurch die wesentliche Einflussgröße für den Anstieg der Raumtemperatur.

Darüber hinaus können zu hohe Raumtemperaturen durch mangelhafte Wärmedämmung, Undichtigkeiten der Konstruktion, unzureichend verschattete Fensterflächen sowie durch fehlerhaftes Lüftungsverhalten entstehen. Eine geringere Wärmespeicherfähigkeit, wie dies bei reiner Stahlbauweisen gegenüber Massivbauweisen der Fall ist, kann in Teilen durch einen erhöhten Wärmeschutz kompensiert werden.

Passive und thermisch aktive Profilblechdecken sind effektiver als klassische Betonkühldecken wegen ihrer besserer Wärmeleitfähigkeit und einer größeren Oberfläche.

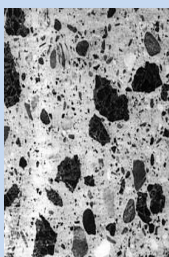
Die thermische Speicherfähigkeit von massiven Bauteilen wird oft überschätzt, weil im Tag-Nachtrhythmus nur eine Schicht von ca. 6 bis 10 cm tatsächlich speicheraktiv ist. Leichte Profilblechdecken sind nicht nur materialeffizient, sondern erreichen – passiv genutzt – gegenüber konventionellen Vollbetondecken aufgrund der besseren Wärmeleitfähigkeit und der größeren Oberfläche eine Erhöhung der eingespeicherten Wärme von bis zu 30% (Döring 2008). Auch thermisch aktivierte Profilblechdecken (z.B. System Slimdeck od. Hoesch Additiv Decke) führen zu einer leichten Erhöhung der Leistungsabgabe gegenüber Ortbetondecken und zeigen einen sehr gleichmäßigen Temperaturverlauf (Döring 2008).



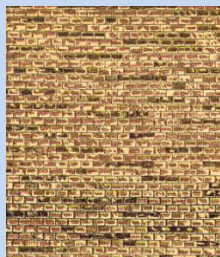
Thermisch aktive Profilblechdecke „Slimdeck“ in einem Berliner Büro- und Sportzentrum mit oberflächennaher Rohrlage

Für die Raumkonditionierung leichter Stahlgebäude mit einer geringen flächenbezogenen Masse eignen sich besonders Latentwärmespeichermaterialien (PCM). Der Vorteil der Wärmespeicherung mit PCM liegt in einer um etwa 10-20-fach größeren Speicherdichte im Vergleich zu konventionellen, massiven Wand- und Deckenbauteilen. Die hohe Speicherdichte reduziert das notwendige Speichermaterial und erhöht die Speicherleistung. So kann das thermische Verhalten von Gebäuden in Stahlbauweise im Sommer wesentlich verbessert werden. Dabei werden das Wärmeklima in den Behaglichkeitsbereich verschoben und die Temperaturen im Innenraum um bis zu 6 K reduziert. Die Nachtauskühlung kann auch hier zur Ablüftung der gespeicherten Wärme genutzt werden.

Äquivalente Speicherkapazitäten von 5700 kJ (Temperaturerhöhung um 10° K)



Beton 24 cm



Ziegel 33 cm



Holz 37 cm



PCM 2 cm

Innenraumluftqualität

Die Innenraumluft wird unter hygienischen Gesichtspunkten bewertet. Zur Beurteilung der Raumluftqualität wird der mikrobiologische Zustand der Luft gemessen. Der Werkstoff Stahl ist vollständig resistent gegen mikrobiologischen Befall, er ist absolut emissionsfrei. Er leistet somit keinen Beitrag zur mikrobiologischen Kontamination oder Belastung der Raumluft. Darüber hinaus ist die Stahlbauweise eine trockene Bauweise, die keine Restfeuchte im fertigen Bauwerk hinterlässt und somit auch keine Gefahr von Schimmelbefall birgt. Auch bei der Bewertung der Emissionskonzentration an flüchtigen Organverbindungen erweist sich der Werkstoff Stahl als absolut emissionsfrei und leistet keinen Beitrag zur Belastung der Innenraumluft. Stahl ist ebenfalls geruchsneutral.

Stahl ist umweltfreundlich, ungiftig und reaktionsträge.

Akustischer Komfort

Die Raumakustik und damit der akustische Komfort werden maßgeblich durch die Ausbildung der Oberflächen eines Raumes beeinflusst. Die Absorption der Oberfläche ist umso geringer, je härter und glatter die Oberfläche eines Bauteils ist (Glas und Stahl). Aber auch harte Oberflächen können absorbierend sein, wenn es sich um dünne Bleche oder Platten handelt, die frei schwingen können.

Grundsätzlich sind Oberflächen aus Stahl vorrangig schallhart, d. h. sie reflektieren den Schall gut und absorbieren diesen nur geringfügig. Werden aber metallische Oberflächen perforiert und mit dahinter liegenden schalldämpfenden Textilien oder Dämmstoffen versehen, können sie hochschallabsorbierend wirken. Dabei erreichen gelochte Bleche mit Mineralwolleauflagen Schallabsorptionsgrade von 60 - 90% des auftreffenden Schalls. Die akustischen Eigenschaften der Schallabsorption und Schallreflektion sind individuell auf die baulichen Randbedingungen anzupassen und – unabhängig von der Bauweise – durch eine geeignete Oberflächenausbildung sicherzustellen.

Stahlkonstruktionen können effektiv und gezielt schalldämmend wirken.

Visueller Komfort

Der visuelle Komfort an Arbeitsplätzen bildet die Grundlage für effizientes und leistungsförderndes Arbeiten. Visueller Komfort wird durch ausgewogene Beleuchtung ohne nennenswerte Störungen wie Direkt- und/ oder Reflexblendung sowie eine individuelle Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse erreicht. Von hoher Bedeutung für die Zufriedenheit am Arbeitsplatz sind Sichtbeziehungen nach innen und außen.

Leichte Stahlkonstruktionen bieten optimale Voraussetzungen für visuellen Komfort.

Gebäude in Stahlbauweise bieten wegen der minimalistischen Abmessungen der Tragstrukturen, den großen Spannweiten und wenigen Stützen perfekte Voraussetzungen für einen exzellenten visuellen Komfort mit maximaler Tageslichtverfügbarkeit.

Sicherheit und Störfallrisiken

Für die Nutzerzufriedenheit von Gebäuden ist auch das subjektive Sicherheitsempfinden von großer Bedeutung. Gebäude in Stahlbauweise sind durch die Leichtigkeit und Transparenz des Tragwerkes sehr übersichtlich, gut einsehbar und können gut beleuchtet werden. Damit ist in einer Notsituation eine schnelle Orientierung für Flucht und Rettung gegeben – das Sicherheitsempfinden wird gefördert und bei einem tatsächlichen Schadensereignis ist eine schnelle Evakuierung möglich.

Stahlkonstruktionen sind robust und bieten durch Transparenz und Offenheit optimale Flucht- und Rettungsmöglichkeiten.

Darüber hinaus sind Bauwerke in Stahl-/Stahlverbundbauweise üblicherweise sehr robust. Bei Störfällen – auch unerwarteten und bei der Auslegung nicht berücksichtigten – reagieren sie sehr gutmütig aufgrund der außerordentlichen Verformbarkeit des Baustoffes Stahl. Der Baustoff Stahl brennt nicht und führt im Brandfall auch nicht zu ätzenden oder zersetzenden Rauchgasen.

Beim nachhaltigen Bauen werden Gestaltung, Tragwerk, Fassade und Technische Gebäudeausstattung so aufeinander abgestimmt, dass ein Optimum in Bezug auf Funktionalität, Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit entsteht. Ein Beispiel hierfür ist das Bürohaus „Berliner Bogen“ in Hamburg, das 2002 mit dem Preis des Deutschen Stahlbaues ausgezeichnet wurde. Gebäudegeometrie und Fassadenstruktur wurden mit Rücksicht auf eine effiziente Nutzung regenerativer Energien und günstiger klimatischer Verhältnisse im Inneren entworfen. Mit Hilfe von Simulations-berechnungen wurden Größe und Lage von Öffnungen, Sonnenschutzelementen und Isolierverglasung für die verschiedenen Witterungsverhältnisse aufeinander abgestimmt.



Berliner Bogen in Hamburg (© BRT Architekten/ Jörg Hempel)

3.2 Funktionalität

Flächeneffizienz

Ziel der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung ist – neben einer prinzipiellen Einschränkung der Inanspruchnahme neuer Flächen – die Steigerung der Flächeneffizienz. Dies ist eine Maßzahl zur Ermittlung der Ausnutzung von Flächen innerhalb von Gebäuden und entspricht dem Verhältnis von Nutzfläche zu Bruttogrundfläche. Stahlkonstruktionen sind besonders filigran. Darüber hinaus sind Aufstockungen, das Einziehen von Zwischengeschoßen oder andere vergleichbare Maßnahmen des Bauens im Bestand zur Erhöhung der Flächeneffizienz mit einer leichten Stahlkonstruktion möglich.

Mit wenigen, schlanken Stützen sowie flexiblen Deckenkonstruktionen für die optimale Integration der Haustechnik bietet die Stahlbauweise die Grundlagen für maximale Flächeneffizienz.

Umnutzungsfähigkeit

Die Umnutzungsfähigkeit von baulichen Strukturen ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung für das nachhaltige Bauen. Eine Erfüllung der hier zusammengefassten Eigenschaften der Funktionalität, Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an sich wandelnde Rahmenbedingungen (Adaptivität) kann die Akzeptanz eines Bauwerks, seine Lebensdauer und Lebenszykluskosten sowie die damit zusammenhängenden Stoffströme entscheidend beeinflussen.

Die großen Spannweiten der Stahlbauweise ermöglichen eine flexible Raumnutzung.

Aufgrund der großen Spannweiten und wenigen Stützen ist bei Stahlbauten eine maximale Flexibilität für die Flächenaufteilung gegeben. Darüber hinaus erlaubt die Stahlbauweise in einfacher Weise Verstärkungen am Tragwerk, die ggf. durch eine Nutzungsänderung notwendig werden. Auch eine Trennung zwischen Primärtragwerk und den sekundären Elementen wie Fassade oder Innenwänden ist der Stahlbauweise immanent. Damit können einzelne Elemente technisch einfach und wirtschaftlich ausgetauscht werden.

Die Modularität des modernen Stahlhochbaues vereinfacht Unterhalt, Erweiterungen und Umnutzungen.

3.3 Gestalterische Qualität

Gestalterische Qualitäten eines Bauwerks drücken sich durch attraktive Lebensräume, Individualität und Adressbildung sowie durch Einbindung in die umliegende Bebauung und den öffentlichen Raum aus. Erscheinungsbild und Ästhetik bis hin zu Kunst am Bau stellen einen direkten Bezug zwischen der Öffentlichkeit und dem Gebäude her. Sie tragen dazu bei, Akzeptanz und Identifikation der Nutzer mit ihrem Bauwerk zu stärken und Aufmerksamkeit zu erzeugen. Gerade viele repräsentative Firmensitze sind im Sinne einer Corporate Identity attraktive Stahlbauten. Dabei soll Gestaltung nicht als kurzlebige Zeiterscheinung verstanden werden, sondern andauernde Attraktivität bis hin zur Schaffung historischer Werte bedeuten.

***Stahlbauten glänzen außen durch Klarheit
und innen durch Platz und Übersichtlichkeit.
Das ist vielleicht der Grund, warum sie länger jung bleiben.***

Die Durchführung von Wettbewerben mit dem Ziel, die gestalterisch-architektonisch und funktional beste Lösung für ein Bauvorhaben zu finden, hat sich in der Vergangenheit bewährt. Wegen ihrer Nachhaltigkeit und gestalterischen Vielfalt, die sowohl ausdrucksstarke Solitäre als auch zurückhaltende, integrative Lösungen ermöglicht, setzen sich in Wettbewerben zunehmend Entwürfe in Stahl-/ Stahlverbundbauweise, kombiniert mit einer attraktiven Dach- und Fassadengestaltung durch. Beispiele hierfür aus dem öffentlichen Bereich sind Sportstätten, Bahnhöfe und Flughäfen, Messehallen und Kulturgebäude. Aber auch klassische Geschossbauten in Stahlbauweise erlauben eine phantastische Vielfalt in der Gestaltung. Durch das schlanke Tragwerk hat der Architekt alle gestalterischen Freiheiten.

Die Eingangshalle West bildet das „Wahrzeichen“ der Messe Leipzig. Die 80 m breite, 243 m lange und fast 30 m hohe imposante Halle aus Stahl und Glas führt die architektonische Tradition des 19. Jahrhunderts fort. Sie steht als Bindeglied zwischen der sachlichen Architektur der neuen Ausstellungshallen und der alten Messestadt Leipzig.



Eingangshalle West der Messe Leipzig

4 Technische Qualität

Zu den technischen Qualitäten eines Bauwerks zählen Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit, Wärme-, Schall- und Brandschutz, die Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit sowie Rückbau- und Recyclingfähigkeit.

Das Montage- und Verwaltungszentrum ESTA ist ein leichter Neubau mit stützenfreiem Montageraum im Erdgeschoss über einem bestehenden Parkhaus. Die Lüftungsführung erfolgt teilweise in den Hohlprofil-Hauptstützen. Ein intelligentes Brandschutzkonzept ermöglichte für die tragende Stahlkonstruktion lediglich einen F30 Anstrich. Energieversorgung und Klimatisierung erfolgen vollständig aus erneuerbaren Ressourcen über Photovoltaik, ein Rapsöl-Blockheizkraftwerk sowie Geothermie für einen Temperatenausgleich über das Grundwasser. Der gute Nutzerkomfort resultiert u.a. aus natürlicher Lüftung, optimaler Tageslichtausleuchtung und aktivierbarem Sonnenschutz.



Montage- und Verwaltungszentrum ESTA, Senden
(Gerken Architekten+Ingenieure © Martin Duckek)

Brandschutz

Durch geeignete Brandschutzmaßnahmen können Stahltragwerke für alle Feuerwiderstandsklassen ausgelegt werden. Hierfür steht eine breite Palette von Dämmschicht bildenden Anstrichen und Beschichtungen, Plattenbekleidungen sowie Spritzputz zur Verfügung. Mit der Stahl-Verbundbauweise lassen sich Brandschutzanforderungen für Verbunddecken, kammerbetonierte Träger und Stützen, ausbetonierte Stahlhohlprofile und deckenintegrierte Träger optimal abstimmen, oft ohne zusätzliche Maßnahmen gegenüber der Kaltbemessung dieser Bauteile. Im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes können Stahlbauten oft auch ohne zusätzliche passive Brandschutzmaßnahmen realisiert werden.

Der moderne Brandschutz von Stahlbauten ist eine wirtschaftlich und technisch leicht lösbare Aufgabe.

Die Übererfüllung des Brandschutzes gegenüber Landesbauordnung oder alternativ dem Brandschutzkonzept ist im Rahmen des DGNB-Gütesiegels nur dann akzeptabel, wenn dies ein Nebenprodukt der verwendeten Baumaterialien bzw. Strukturen ist oder es sich um eine belegbare, sinnvolle Übererfüllung handelt – z.B. für eine geplante spätere Umnutzung oder bei Neutralität von Kosten und Umweltwirkung. Ansonsten wird bei Übererfüllung des Brandschutzes wegen Ressourcenineffizienz das Gütesiegel nicht erteilt.

Das Bürogebäude an der südlichen Einfahrt des Rheinufertunnels in Düsseldorf besteht aus zwei jeweils 19-geschossigen Türmen und einem darüberliegenden drei-geschossigen Riegel. Hierdurch entsteht der Eindruck eines Tores. Um maximale Transparenz des Gebäudes mit seinen geschosshohen Verglasungen zu erhalten, wurde ein umfassendes Brandschutzkonzept erarbeitet. Das Tragwerk besteht in wesentlichen Teilen aus betongefüllten Hohlprofilen (Stützen, Pfosten und Diagonalen) und kammerbetonierten Trägern. Die baulichen Brandschutzmaßnahmen werden ergänzt durch anlagentechnische und organisatorische Maßnahmen, unter anderem den verstärkten Einsatz von Sprinklertechnik im Bereich der Fassaden, kurze Wege zu den Fluchttreppenhäusern und eine effektive Entrauchung im Brandfall.



Düsseldorfer Stadttor (©TKS)

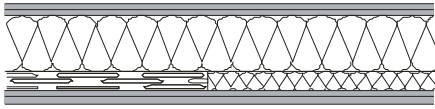

Schallschutz

Aus bauakustischer Sicht stellen Bauteile in Stahlbauweise leichte, in der Regel zweischalige Systeme mit akustisch „biegeweichen“ Plattenbekleidungen dar. Die bauakustische Leistungsfähigkeit hängt vom gewählten Konstruktionsaufbau ab. Die Kopplung der beiden Schalen durch die Profile stellt eine Schallbrücke dar. Um eine gute Schalldämmung zu erhalten, sollte die Verbindung zwischen den Stahlprofilen und den Beplankungslagen möglichst entkoppelt sein, z.B. durch eine zusätzlich aufgebrachte Lage Querprofile oder Federschienen.

Die Trittschalldämmung von Decken in Stahlbauweise wird ebenfalls durch den Aufbau bestimmt. Dabei wird angestrebt, die direkte Körperschallübertragung über die Decke zu unterbinden, indem man den Schalleintrag an der Deckenoberseite von der Schallabstrahlung an der Deckenunterseite entkoppelt. Dazu dienen auf der Oberseite schwimmende Estriche und weichfedernde Bodenbeläge, an der Unterseite Deckenbekleidungen und abgehängte Unterdecken.

Die Übererfüllung schalltechnischen Anforderungen nach der Normung ist im Rahmen des DGNB-Gütesiegels nur dann akzeptabel, wenn diese ein Nebenprodukt der verwendeten Baumaterialien bzw. Strukturen ist oder es sich um eine belegbare, sinnvolle Übererfüllung handelt – z.B. für eine geplante spätere Umnutzung oder bei Neutralität von Kosten und Umweltwirkung. Ansonsten wird bei Übererfüllung des Schallschutzes wegen Ressourcenineffizienz das Gütesiegel nicht erteilt.

Vergleich der Leistungsfähigkeit einer schalldämmenden Wand in Stahlbauweise mit einer Wand in Massivbauweise: Bei einer geringeren Wanddicke und nur einem Viertel des Eigengewichts kann eine erheblich höhere Schalldämmung gegenüber einer massiven Wand erzielt werden.

Konstruktion	Bauteildicke	Flächenbez. Gewicht	Bewertetes Schalldämm-Maß $R_{w,R}$
Ständerwand mit Stahlprofilen doppelte Beplankung mit GF,GKB 	ca. 195 mm	ca. 60 kg/m ²	ca. 60 dB
Massive Ziegel- und Kalksandstein- wand 24,0 cm, verputzt 	270 mm	260-500 kg/m ²	48-55 dB

Akustische Eigenschaften von Wandaufbauten
in Stahl-Leichtbauweise im Vergleich zum Massivbau

Energetische und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle

Ziel ist die Minimierung des Energiebedarfs zum Heizen und Kühlen von Gebäuden bei gleichzeitiger hoher thermischer Behaglichkeit und der Vermeidung von Bauschäden. Hierfür müssen die Einzelanforderungen der Bauteile der Gebäudehülle über verschiedene wärme- und feuchteschutztechnische Kenngrößen, wie z.B. Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmebrückenzuschlag und spezifischer Transmissionswärmeverlust oder Fugendurchlässigkeit berücksichtigt werden.

Gebäude in Stahlbauweise eignen sich im Besonderen diese Anforderungen zu erfüllen. Dies liegt zum einen daran, dass auch innerhalb der Konstruktionsebene der Stahltragwerke gedämmt werden kann und eine zusätzliche additive Dämmung vor der Tragebene die Wärmebrücken minimiert und die Wärmedämmeigenschaften weiter erhöht. Zur Vermeidung von Wärmebrücken sollten durchgehende Stahlbauteile in der Planung ausgeschlossen werden. Werden raumseitig metallische Bekleidungen angeordnet, z. B. in Form von Trapezblechen oder Stahl- Sandwichprofilen, weisen diese in der Fläche diffusionssperrende Eigenschaften auf.

Dauerhaftigkeit

Als Dauerhaftigkeit wird die Anforderung an das Tragwerk bzw. einzelne Bauteile bezeichnet, über einen vorgegebenen Nutzungszeitraum die geforderten Gebrauchseigenschaften sicherzustellen. Überschreitet die Lebensdauer der Einzelmaterialien die Lebensdauer des Gesamtbauwerks, so ist dies grundsätzlich nicht optimal. Für den Werkstoff Stahl ist jedoch vollständiges Recycling oder Wiederverwendung sichergestellt, so dass hier eine positive Bewertung erfolgt.

Auch Maßnahmen zur gezielten Überschreitung der mittleren Lebenserwartung, wie z.B. langlebige Korrosionsschutzmaßnahmen sind für die Stahlbauweise möglich. Für den Korrosionsschutz von Hochbaukonstruktionen und Brückenbauwerke werden häufig organische Beschichtungen gewählt. Aufbau, Schichtdicken und Beschichtungsstoffe werden an die geforderte Schutzdauer und weiteren Eigenschaften, wie Farbbeständigkeit und Glanzerhaltung angepasst. Für höhere Anforderungen besonders im Außenbereich kann Feuerverzinkt werden.

Stahlbauten sind aufgrund der guten Inspizierbarkeit und einfachen Wartung sehr dauerhaft.

Sprödebrüche, die die Dauerhaftigkeit beeinträchtigen könnten, werden durch geeignete Werkstoffwahl, eine auf die jeweiligen Beanspruchungen angepasste Konstruktion sowie die Auswahl geeigneter Herstellungsverfahren vermieden. Die Frage nach der Betriebsfestigkeit und Lebensdauer stellt sich für "nicht vorwiegend ruhend" beanspruchte Tragkonstruktionen. Heute gibt es Verfahren die rechnerische Lebensdauer von Bauwerken an die jeweiligen Anforderungen anzupassen. Mit Methoden, wie dem z.B. dem Ultrasonic Impact Treatment, ist es möglich, bei älteren Schweißkonstruktionen die Ermüdungsfestigkeit nachträglich zu erhöhen.

Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit des Baukörpers

Die Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit des Baukörpers hat einen hohen Einfluss auf die Kosten sowie die Umweltwirkung eines Bauwerkes während der Nutzungsphase. Die Tragkonstruktion von Gebäuden in Stahlbauweise ist oft sichtbar und somit optimal geeignet für Reinigung und Instandhaltung. Sofern Vorsatzbauteile, wie Brandschutzplatten oder abgehängte Decken, vorhanden sind, sind diese meist leicht zu demontieren.

Wandkonstruktionen in Stahlbauweise sind lösbar mit dem Primärtragwerk verbunden, so dass ein partieller Austausch gut möglich ist. Die Aufbringung von langlebigem Korrosionsschutz, wie z.B. Feuerverzinken, oder der Einsatz von Edelstahl Rostfrei erhöht die Instandhaltungsfreundlichkeit weiter.

Durch Weiterentwicklung der Konstruktions-, Berechnungs- und Herstellungsmethoden und verbesserte Werkstoffeigenschaften konnten Materialverbrauch, Herstellungsaufwand und Kosten für Inspektion und Instandhaltung im Laufe der Jahre stetig reduziert werden. Die Konstruktionen sind weniger kleinteilig und klar gegliedert.



Veränderungen der Tragwerksgestaltung am Beispiel der Bogenbrücken

Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit

Recyclingfreundliche Bauwerke lassen sich in ihre Bestandteile zerlegen und rückbauen. Je umfassender und höherwertiger die Bausubstanz wiederverwendet und -verwertet wird, desto geringer sind Abfallaufkommen und i. A. auch der Energieverbrauch im Lebenszyklus. Stahl ist ohne Qualitätseinbußen zu 100% recyclingfähig und auch wiederverwendbar. Baustahl wird beim Rückbau im Durchschnitt zu 94% zurückgewonnen und hat damit eine der höchsten Quoten. Wenn Architekten und Ingenieure mit Stahlprodukten planen, können sie sicher sein, Bauwerke zu errichten, die wertvolle Ressourcen für zukünftige Stahlprodukte enthalten.

Stahl wird nicht verbraucht sondern verwendet – wiederverwendet.

Während bei einer Wiederverwendung von Stahlbauteilen oder des gesamten Bauwerks die Schraubenverbindungen gelöst werden, erfolgt bei einer Wiederverwertung des Baustoffes häufig das Trennen der Konstruktion mit Brennschneidern in transportable Einheiten. Bei Stahl-Verbundkonstruktionen wird der Verbund zwischen den Werkstoffen in der Regel durch aufgeschweißte Kopfbolzendübel, gelegentlich aber auch durch Lochleisten hergestellt. Rückbau und sortenreine Trennung des Stahls können durch den Einsatz effizienter Hochdruckwassertechnik erfolgen, mit deren Hilfe der Beton im Bereich der Verbundmittel beseitigt wird.



Montage- und Demontagegerechte Verbindungstechnik:
Stahlträger einer Flachdecke mit Einhakmontageanschluss
Punktförmige, verschiebliche Lagerung von Verbundsicherheitsglas

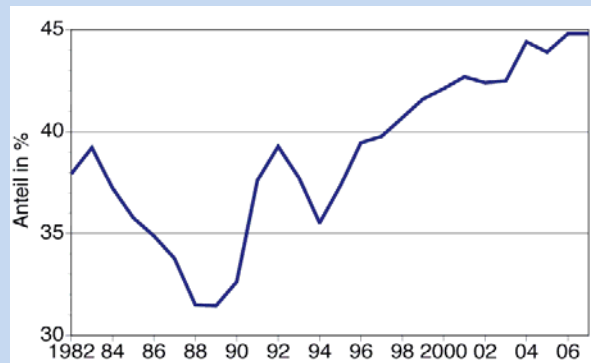
Hochbaukonstruktionen bestehen zu einem hohen Anteil aus genormten Walzprofilen. Diese können nach einem Rückbau grundsätzlich wiederverwendet werden. Eventuell sind das Ablängen der Bauteile und die Herstellung neuer Verbindungen erforderlich. Auch für Montagegerüste ist diese Vorgehensweise gängige Praxis.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden ganze Produktionsanlagen oder Teile davon demontiert und an anderen Standorten wieder aufgebaut. Wesentliche Vorteile der Stahlbauweise in Bezug auf die Nachhaltigkeit werden hierdurch deutlich.

Die Wiederverwertung als Baustoff erfolgt durch Einschmelzen des Stahlschrotts im Elektroofen. Dabei werden Verunreinigungen durch Beschichtungen, Zinkschichten und ggf. überschüssige Eisenbegleiter beseitigt. Die mechanisch-technologischen Eigenschaften können durch den Einsatz von Legierungselementen, Wärmebehandlung und den Walzprozess neu eingestellt werden. Die Ausformung zu speziellen Walzprodukten erfolgt nach jeweiligem Bedarf. Es entstehen neue Bauteile ohne Qualitätseinbußen, oder mit anderen Worten ein geschlossener Stoffkreislauf „Baustahl“. Bei vielen anderen Baustoffen erfolgt ein „Recycling“ nur mit Qualitätseinbußen, so dass eigentlich von „Downcycling“ zu sprechen ist. Aufgrund der Werthaltigkeit des Baustoffes erfolgt die Wiederverwertung von Stahlschrott flächendeckend. Profilstahl für den Stahlhochbau wird in Deutschland bereits heute überwiegend aus Stahlschrott erzeugt.



Einschmelzen von Stahlschrott
im Elektroofen



Schrottanteil an der Gesamtrohstahlerzeugung
in Deutschland

Quelle: Stahl-Zentrum

5 Prozessqualität

Für die Anforderungen des Gütesiegels im Bereich Prozessqualität sind keine speziellen Bewertungsmethoden anzuwenden. Häufig reichen qualitative Begründungen oder die Vorlage bestimmter Unterlagen aus, um die Kriterien zu erfüllen. Für den Stahlbau sind nur wenige Aspekte direkt relevant. Vieles ist in der Praxis des modernen Stahlbaues bereits eine Selbstverständlichkeit, wie z. B. die Schaffung von Voraussetzungen für eine optimale Nutzung und Bewirtschaftung oder die Sicherstellung der Qualität von ausführenden Unternehmungen durch Präqualifikation im Rahmen des Eignungsnachweises.

5.1 Qualität der Planung

Integrale Planung

Um nachhaltige Bauwerke zu errichten, ist eine integrale Planung aller Teilgewerke anzustreben.

Für den Stahlbau ergeben sich hieraus besondere Vorteile. Die ganzheitliche Herangehensweise führt zu besonders effizienten, ressourcenschonenden Lösungen. So lässt sich beispielsweise der Brandschutz mit einem globalen Sicherheitskonzept ebenso optimieren wie die Energie- und Medienversorgung. Eine optimale Abstimmung von Tragwerk und Fassade erhöht nicht nur die ökologische Qualität eines Gebäudes, sondern auch seine Flächeneffizienz und Flexibilität über den gesamten Lebenszyklus.

Die bisher in Deutschland oft übliche sukzessive, baubegleitende Planung sollte dagegen zukünftig auf den reinen Innenausbau beschränkt bleiben. Dies ist insbesondere im anglo-amerikanischen Raum schon lange gängige Baupraxis.

5.2 Qualität der Bauausführung

Baustelle /Bauprozess

Die Stahlbauweise ist eine elementierte Bauweise mit industriell vorgefertigten Bauteilen. Wesentliche Arbeiten erfolgen in Stahlbauwerkstätten, die alle Umwelt- und Arbeitsschutzstandards erfüllen.

Die Vorfertigung in der Stahlbauwerkstatt ist gekennzeichnet durch automatisierte Prozesse, wie dem Datenaustausch zwischen Konstruktion und Fertigung mit CAD-Programmen bzw. Fertigungssoftware. Der Materialverschnitt in der Fertigung wird zu 100% recycled. Vorgefertigte Stahlbauteile sind leichter zu standardisieren, zu testen und zu zertifizieren und erfüllen die hohen Anforderungen an die geringen Toleranzen des Stahlbaues.

Die Beschichtung oder das Feuerverzinken werden ebenfalls in der Werkstatt durchgeführt. Dies erhöht die Qualität und reduziert den Arbeitsaufwand auf der Baustelle.

Die gesamte Fertigung in der Stahlbauwerkstatt ist unabhängig von der Witterung – Winterpausen gibt es nicht. Die Arbeit in der Stahlbauwerkstatt bringt auch viele Vorteile für die gewerblichen Arbeitskräfte. Sie haben einen permanenten, stationären Arbeitsplatz mit vertrauten Arbeitsabläufen, einem hohen Standard bei der Arbeitssicherheit und deutlich behaglichere Arbeitsbedingungen als auf der Baustelle.

Durch den hohen Vorfertigungsgrad verursachen Baustellen in Stahlbauweise nur geringe soziale und ökologische Beeinträchtigungen in der Nachbarschaft – besonders in dichtbesiedelten Ballungsräumen.

Besonders bei innerstädtischen Baustellen sind die zusätzlichen Belastungen aus Baulärm, Staub, Baustellenlogistik oder Verkehrsbehinderungen ernst zu nehmende Beeinträchtigungen der lokalen Umwelt und der Menschen im Umfeld. Und auch der Faktor Bauzeit – die Dauer dieser Belastungen – muss bewertet werden. Das zeitsparende Bauen mit Stahl ist hier eine ideale Lösung.

Die Bauteile werden auf der Baustelle in weitgehend trockener Bauweise durch effiziente, meist auch wieder lösbare Verbindungen zusammengefügt. Damit werden zum einen Abfall sowie Staub- und Lärmemissionen durch die Baustelle wesentlich verringert. Darüber hinaus sorgen just-in-time-Prozesse für eine optimale Baustellenlogistik mit geringem Transportaufkommen, wenige erforderlichen Lagerflächen, kleinen Baustelleneinrichtungen sowie besonders kurzen Bauzeiten.



Stahlbaumontage at it's best: leichte, passgenaue, fertig beschichtete, just-in-time angelieferte Bauteile werden montiert.

Qualität der ausführenden Unternehmen / Präqualifikation

Die Sicherstellung der Qualität der ausführenden Unternehmen ist in der Praxis des modernen Stahlbaues bereits eine Selbstverständlichkeit. Hier wird beurteilt, ob das ausführende Unternehmen nach § 8 VOB/A ausreichend qualifiziert ist. Stahlbaufirmen sind daran bereits gewöhnt – beispielsweise im Rahmen des Eignungsnachweises nach DIN 18800 Teil 7.

5.3 Qualität der Bewirtschaftung

Ökologisches wie ökonomisches Wirtschaften bei einem Gebäude hängt entscheidend davon ab, wie tief die Aspekte der Nachhaltigkeit bereits in der verhältnismäßig kurzen Phase des Planens und Bauens verankert wurden. Es ist deshalb erforderlich frühzeitig auch die spätere Bewirtschaftung in den gesamten Planungs- und Bauprozess zu integrieren. Für die Bewirtschaftung eines Bauobjekts bietet der Stahlbau ebenfalls gute Voraussetzungen. Flexibilität und lange Lebensdauer vereinfachen Inspektion, Wartung und Instandhaltungen und haben somit entsprechend positiven Einfluss auf die Bewertung.

BAUEN MIT STAHL e. V.

BAUEN MIT STAHL ist ein auf das Bauwesen spezialisiertes Forum für **Beratung und Wissenstransfer**. Hier haben sich Unternehmen und Organisationen aus dem Stahlbereich zusammengeschlossen.

Die Organisation bietet Architekten, Planern und Ingenieuren, privaten und öffentlichen Bauherren, Forschung und Lehre sowie der interessierten Fachöffentlichkeit Informationen, **Beratungs- und Planungshilfen** zum Stahlhoch- und Stahlbrückenbau. Die bundesweite Fachberatung in der Zentrale in Düsseldorf und den drei Regionalbüros West (Düsseldorf), Nordost (Berlin) und Süd (Garching/München) ist vertraulich, kostenlos, firmen- und produktneutral.

Das **Themenspektrum** umfasst gestalterische Möglichkeiten bei Stahltragwerken ebenso wie neue Technologien und moderne Baukonzepte für die vielfältigen Einsatzbereiche von Stahl im Bauwesen, die technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Vorteile dieses Werkstoffes bis hin zu Themen wie Brandschutz, Fertigungsverfahren und Montagekonzepten. Vor allem das Thema Nachhaltigkeit im Bauwesen nimmt immer breiteren Raum ein.

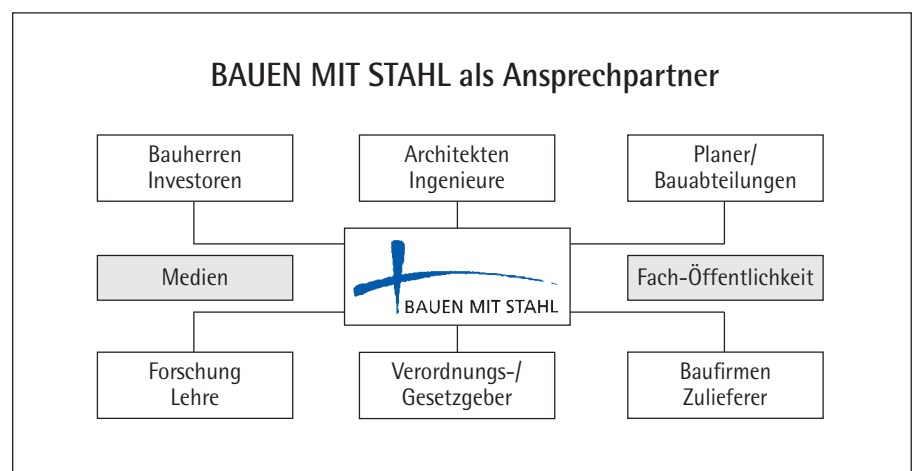
Im zweijährigen Turnus werden die bedeutenden **Wettbewerbe** „Preis des Deutschen Stahlbaues“ für Architekten und „Förderpreis des Deutschen Stahlbaues“ für den studentischen Nachwuchs der Architekten und Ingenieure ausgelobt.

In einer **Wanderausstellung** werden die besten Projekte und Arbeiten beider Wettbewerbe gezeigt. Sie durchläuft wechselnde Einsatzorte in der Bundesrepublik und kann insbesondere von den Hochschulen kostenfrei angefordert werden.

Schulung und Nachwuchsförderung haben bei BAUEN MIT STAHL einen hohen Stellenwert. In enger Zusammenarbeit mit Hochschulen, Architekten- und Ingenieurkammern, Berufs- und Fachverbänden, Bauunternehmen und Projektentwicklern werden Veranstaltungen, Seminare und Objektbesichtigungen durchgeführt. Die kostenlosen Planungstools werden immer weiter ausgebaut. Sog. Arbeitshilfen geben den Studenten praxisbezogene Konstruktionsanleitungen zu den verschiedensten Aufgabenstellungen.

Im Rahmen der **Öffentlichkeitsarbeit** hält BAUEN MIT STAHL enge Kontakte zu allen bauinvolvierten Gruppen und den Medien. Mit Publikationen, Online-Tools, Tagungen, Vorträgen, Seminaren, Baustellen- und Objektbesichtigungen sowie Messeauftritten werden alle Bauinteressierten angesprochen.

Darüber hinaus steht BAUEN MIT STAHL im **Meinungsbildungsprozess** und ständigen **Erfahrungsaustausch** mit Architekten, Ingenieuren und Planern, Unternehmen, Bauherren und Investoren, mit nationalen und internationalen stahlwirtschaftlichen Organisationen und Stahlbauinstituten, Hochschulen und Forschungseinrichtungen, Bausachverständigen, Fach- und Normenausschüssen sowie behördlichen Gremien.



Standorte BAUEN MIT STAHL e. V.

Zentrale

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
zentrale@bauen-mit-stahl.de
Tel. (02 11) 67 07-828
Fax (02 11) 67 07-829

Geschäftsführer

Bernhard Hauke, PhD, Dipl.-Ing.
Tel. (02 11) 67 07-828

Öffentlichkeitsarbeit

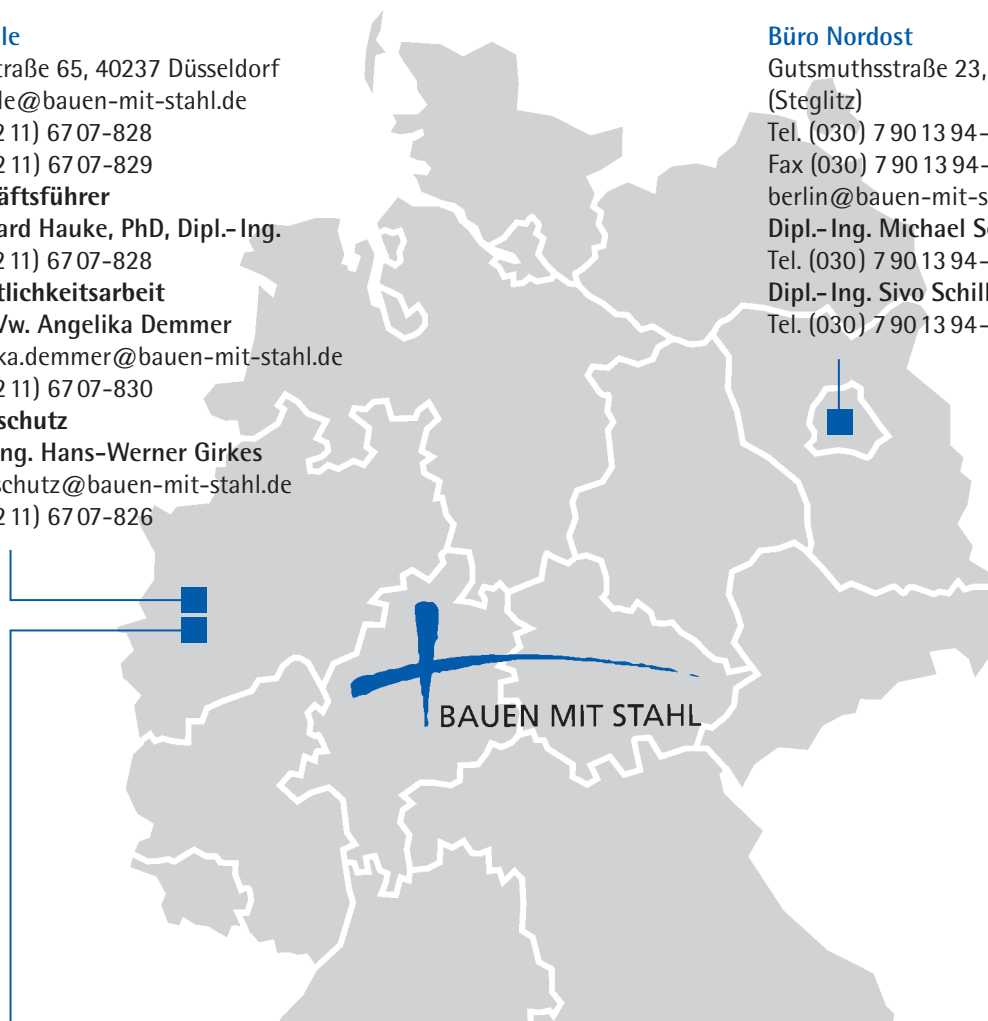
Dipl.-Vw. Angelika Demmer
angelika.demmer@bauen-mit-stahl.de
Tel. (02 11) 67 07-830

Brandschutz

Dipl.-Ing. Hans-Werner Girkes
brandschutz@bauen-mit-stahl.de
Tel. (02 11) 67 07-826

Büro Nordost

Gutmuthsstraße 23, 12163 Berlin
(Steglitz)
Tel. (030) 7 90 13 94-0
Fax (030) 7 90 13 94-3
berlin@bauen-mit-stahl.de
Dipl.-Ing. Michael Schmidt
Tel. (030) 7 90 13 94-2
Dipl.-Ing. Sivo Schilling
Tel. (030) 7 90 13 94-1



Büro West

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
Fax (02 11) 67 07-829
Dipl.-Ing. Walter Suttrop,
Bereichsleiter
walter.suttrop@bauen-mit-stahl.de
Tel. (02 11) 67 07-843
Dipl.-Ing. Ronald Kocker
ronald.kocker@bauen-mit-stahl.de
Tel. (02 11) 67 07-842

Büro Süd

Carl-Zeiss-Straße 6, 85748 Garching
Tel. (089) 36 03 63-0
Fax (089) 36 03 63-10
muenchen@bauen-mit-stahl.de
Dr.-Ing. Julija Ruga
julija.ruga@bauen-mit-stahl.de
Tel. (089) 36 03 63-13
Dipl.-Ing. Wolfgang Buchner
wolfgang.buchner@bauen-mit-stahl.de
Tel. (089) 36 03 63-11

BAUEN MIT STAHL e. V.

Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf
Postfach 10 48 42, 40039 Düsseldorf
Telefon (02 11) 67 07-828, Telefax (02 11) 67 07-829
zentrale@bauen-mit-stahl.de
www.bauen-mit-stahl.de