



Transformation der Bauwirtschaft durch Leichtbautechnologien

Die Bauwirtschaft ist weltweit eine der ressourcenintensivsten Branchen. Auch ein großer Teil der globalen Treibhausgasemissionen entsteht beim Bauen, Betreiben, Abreißen und Entsorgen von Gebäuden und Infrastruktur. Für einen effizienteren Einsatz von Material und Energie bieten innovative Technologien große ökologische und ökonomische Einsparpotenziale. Der Leichtbau ist eine davon. Er kann bei der Transformation hin zu einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Baubranche eine Schlüsselrolle einnehmen.

Um diese Potenziale des Leichtbaus für die Bauwirtschaft zu realisieren, bedarf es weiterer Forschung und Entwicklung. Insbesondere müssen innovative Lösungen in die Praxis gebracht werden. Hier setzt eine Reihe von Projekten an, die durch das Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert werden. In diesem Artikel werden die Potenziale des Leichtbaus und geförderte Projekte im Baubereich beleuchtet.

Die Grundidee von Leichtbau besteht darin, das Gewicht von Bauteilen zu reduzieren und so die Ressourceneffizienz zu steigern – bei gleichbleibender oder sogar optimierter

Funktionalität. Denn weniger Masse bedeutet weniger Material und damit weniger Rohstoffe, weniger Energie und weniger Abfall. Dabei ist es wichtig, stets auch die spätere Wiederverwendung von Werkstoffen und Bauteilen mitzudenken. „Design for disassembly“, also das recyclinggerechte Konstruieren und Bauen, trägt im Sinne der Kreislaufwirtschaft dazu bei, die Menge neu zu gewinnender Materialien und nicht rezyklierbarer Abfälle zu reduzieren. Denn der beste Werkstoff ist der, der nicht verbaut wird.

LEICHTBAU ZIELT AUF DEN GESAMTEN LEBENSZYKLUS VON BAUWERKEN

In den Mobilitätsbranchen ist der Leichtbau seit langem etabliert. Angesichts knapper und kritischer Rohstoffe, steigender Material- und Energiekosten sowie zunehmender Umwelt- und Klimabelastungen rückt diese Konstruktionsphilosophie auch in der Bauwirtschaft verstärkt in den Fokus. Dabei ist entscheidend: Leichtbau adressiert den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken. Dies beginnt beim Herstellen der Baustoffe, geht über das Errichten und Nutzen bis hin zum Rückbau von Bauwerken und schließt den Kreis bei der Wiederverwertung und dem Recycling der Bauteile und Materialien.



LEICHTBAU BIETET VIELFÄLTIGE VORTEILE FÜR DIE BAUWIRTSCHAFT

Innovative Leichtbauansätze reduzieren nicht nur den Ressourceneinsatz und die Treibhausgasemissionen. Sie können auch dazu beitragen, Treibhausgase wie CO₂ aus der Luft zu speichern. So wird bereits heute eine Vielzahl von verschiedenen nachwachsenden Rohstoffen als CO₂-Speicher in der Baubranche eingesetzt. Neben Holz als Konstruktionswerkstoff kommen auch andere Naturbaustoffe wie Lehm, Hanf, Flachs, Stroh und Schilf zum Einsatz. Gründe für die steigenden Einsatzmengen dieser Materialien sind neben ökologischen Aspekten auch neue leichtbaugetriebene Produktentwicklungen und Verfahrenstechniken, die neue Bauformen zulassen. Da weniger Material in Gebäuden und für Infrastruktur benötigt wird, sinkt auch der Transportaufwand. Das beschleunigt und vereinfacht logistische Abläufe.

Zudem können Unternehmen ihre Abhängigkeiten in Lieferketten reduzieren und knappe Rohstoffe sowie Energie effizienter einsetzen. Dies stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der Firmen und macht sie resilienter gegenüber Preissteigerungen bei Energie- und Materialkosten.

In der Summe kann Leichtbau zu Kostensenkungen und effizientem Material-, Energie- und Personaleinsatz beitragen und so die Produktivität der bauwirtschaftlichen Tätigkeit erhöhen.

TECHNOLOGIETRANSFER-PROGRAMM LEICHTBAU FÖRdert DEUTSCHEN MITTELSTAND BEI DER UMSETZUNG INNOVATIVER LEICHTBAULÖSUNGEN

Das große Interesse der Bauwirtschaft an innovativen Leichtbaulösungen zeigt sich auch in der Forschung und Entwicklung. Mit dem Technologietransfer-Programm Leichtbau (TTP LB), das mit Inkrafttreten des Bundeshaushalts 2024 ausgelaufen ist und bei dem derzeit keine neuen Anträge möglich sind, fördert das BMWK anwendungsnaher Forschung und Entwicklung im Leichtbau. Von insgesamt 222 Vorhaben, welche durch das Programm realisiert und teilweise noch bis 2027 umgesetzt werden, sind 37 im Baubereich angesiedelt. Die Bauwirtschaft, eine stark mittelständisch strukturierte Branche, ist im Programm damit der am dritthäufigsten vertretene Sektor, nach der Automobilbranche sowie dem Maschinen- und Anlagenbau. Insgesamt werden die Vorhaben im Baubereich mit 55 Millionen Euro gefördert; das sind insgesamt knapp 16 Prozent der TTP LB-Fördermittel.

Die geförderten Projekte sind vielfältig und adressieren unterschiedliche Anwendungen. Hierzu zählen unter anderem Infrastrukturprojekte im Brückenbau, der verstärkte Einsatz nachwachsender Rohstoffe, die Erprobung re-

versibler Verbindungstechniken, um Bauteile sinnvoll wiederverwenden zu können, oder die Herstellung funktionsintegrierter Bauteile unter Verwendung von Künstlicher Intelligenz. Ein Schwerpunkt liegt auf der kreislaufgerechten Entwicklung von so genanntem Carbonbeton als Ersatz für klassischen Stahlbeton.

Durch die Zusammenarbeit verschiedener Projektpartner beschleunigt das Förderprogramm auch den Technologietransfer von Innovationen in serientaugliche, marktfähige Produkte und Verfahren. Davon profitieren sowohl kleine und mittlere Unternehmen (KMU) als auch Großunternehmen.

ZEMENT EINSPAREN DANK NEUER MATERIALANSÄTZE

Beton ist der weltweit meistverwendete Baustoff. Vor allem bei der Produktion von Zement, der die Grundlage für das Herstellen von Beton bildet, werden große Mengen an Treibhausgasen emittiert. Für die Transformation des Bau-sektors ist es daher zentral, vor allem den Zementverbrauch zu reduzieren. Hier kommt die Forschungsförderung ins Spiel: In zahlreichen durch das Leichtbauprogramm geförderten Vorhaben arbeiten Forschende an Möglichkeiten, um Zement einzusparen, etwa mit neuen Materialansätzen oder digitalisierten und automatisierten Fertigungsverfahren.

Ein weiterer klima- und ressourcenschonender Ansatz besteht darin, Stahl durch technische Textilien aus Carbon, Basalt, Glas oder nachwachsende Rohstoffe wie Lignin zu substituieren. Diese werden nicht in Form von kurzen Fasern, sondern als Bewehrungselemente eingesetzt. Die Textilien werden je nach Anwendungsfall zu Stäben, Matten oder dreidimensionalen Strukturen ausgearbeitet. Die Verbindung mit Beton auf der Baustelle oder im Werk erfolgt herkömmlich wie beim Stahlbeton, erfordert also keine grundsätzlich neue Verarbeitungstechnik. Aufgrund des gegenüber Stahl stark verringerten Eigengewichts vereinfachen sich Transport sowie Logistik und Handling auf der Baustelle.

CARBONFASERN ERMÖGLICHEN IMMENSE CO₂-EINSPARUNGEN

Besondere Potenziale bestehen beim Einsatz von Carbonfasern, die sich gegenüber Stahl durch extrem hohe Festigkeit und Langlebigkeit auszeichnen und in hoher Qualität verlässlich hergestellt werden können. Die Korrosionsbeständigkeit von Carbonfasern ermöglicht eine filigranere Bauweise, da keine Schutzschichten wie bei der Bauweise mit Stahlbeton benötigt werden. Aufgrund der höheren Festigkeit und der Korrosionsbeständigkeit können je nach Bauteil bis zu 80 Prozent Beton eingespart werden. Als Resultat dieser Leichtbauweise





3D-Betondruck durch mobilen Druck-Roboter im vom BMWK geförderten Projekt 3DLight_OnSite

ergeben sich konservativ gerechnet CO₂-Einsparpotenziale von mindestens 50 Prozent im Vergleich zur Stahlbeton-Bauweise. Bei weiterer Optimierung können Einsparungen von 75 Prozent erreicht werden. Ein besonders interessantes Anwendungsgebiet ist die Verwendung von Carbonbeton im Bereich der Geschossdecken, die für einen erheblichen Einsatz von Stahlbeton stehen. Bezogen auf den Gesamtbetonbedarf für Geschossdecken in Deutschland kann daraus ein jährliches Einsparpotenzial von 9,5 bis 13,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten abgeschätzt werden.

MODULARER BRÜCKENBAU MIT CARBONBETON

Im Vorhaben PAMB entwickeln Forschende eine neuartige modulare Bauweise mit Carbonbeton für Brücken. Dabei werden die verschiedenen Bauteile für die Brücke vollständig im Werk vorgefertigt, auf die Baustelle geliefert und dann vor Ort verbunden. Die im Werk hergestellten Bauteile sind präziser und schlanker als herkömmliche Bauteile. Aufgrund der Korrosionsbeständigkeit von Carbon erwarten die Projektpartner zudem eine wesentlich höhere Lebensdauer gegenüber Stahlbetonbauwerken.

Durch die modulare Bauweise sind Einsparungen bei Material, Personal, Bauzeiten und Baustellengröße möglich. Außerdem lassen sich einzelne Elemente bei Schäden zerstörungsfrei austauschen, ohne das Bauwerk komplett neu errichten zu müssen. Beim Rückbau könnten die einzelnen

Elemente in Zukunft wiederverwertet oder einfacher recycelt werden, um den gesamten Lebenszyklus nachhaltiger auszugestalten. Die Ansätze aus dem Brückenbau lassen sich zudem auf viele andere Bereiche der Bauwirtschaft übertragen.

DIGITALISIERUNG UND AUTOMATISIERUNG: 3D-BETONDRUCK IM BAUWESEN

Ein weiterer Schwerpunkt der Projekte im Leichtbauprogramm ist die Additive Fertigung von Beton, die gezielt dimensionierte Querschnitte zulässt und die Logistik auf Baustellen erheblich vereinfacht. Dabei spielen Automatisierung, Digitalisierung sowie neue Materialansätze eine Rolle.

Mit dem geförderten Vorhaben **3DLight_OnSite** wollen Forschende den Einsatz des 3D-Betondrucks vorantreiben und die Technologie flexibler gestalten. Der robotergestützte Bauprozess des 3D-Drucks ermöglicht es, komplexe Bauteile mit mehr Freiheitsgraden für die geometrische und funktionale Optimierung zu fertigen. CO₂-intensive, hochfeste Betone müssen so nur noch dort eingesetzt werden, wo sie aus Festigkeits- und Dauerhaftigkeitsgründen benötigt werden. Herkömmliche Bau- und Logistikprozesse werden so maßgeblich verändert und effizienter gestaltet.



Um das wirtschaftliche und ökologische Potenzial des 3D-Drucks voll ausschöpfen zu können, arbeiten die Forschenden an einem durchgängig digitalisierten Bauprozess: vom Zusammenstellen der Gebäudedaten in einem Modell bis zum Übertragen der Daten an die Druck-Roboter. Gleichzeitig wird der Materialeinsatz verringert, indem der Beton mit einer materialsparenden Leichtbauweise gedruckt wird, die von der Wabenstruktur von Bienenstöcken inspiriert ist. Auch werden umweltfreundlichere Betonmischungen als bisher üblich angestrebt.

LEICHTBAU IST SCHLÜSSELTECHNOLOGIE FÜR DIE TRANSFORMATION DER BAUWIRTSCHAFT UND STÄRKT DIE WETTBEWERBSFÄHIGKEIT

Leichtbau hat das Potenzial, die Bauwirtschaft entscheidend zu transformieren, indem er mit neuen Technologien und Verfahren Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit steigert und damit zu Umwelt- und Klimaschutz beiträgt. Leichtbautechnologien ermöglichen nicht nur die Reduzierung von Treibhausgasemissionen sowie des Material- und Energieverbrauchs, sondern auch eine nachhaltige Gestaltung des gesamten Lebenszyklus von Bauwerken. Durch den hohen Vorfertigungsgrad tragen Leichtbau-Produkte zudem maßgeblich zur Qualitätssteigerung und Langlebigkeit von Bauteilen bei. Die Integration zusätzlicher Funktionen in Leichtbaukomponenten verspricht darüber hinaus zusätzliche Effizienzsteigerungen.

Die Bauwirtschaft in Deutschland verfügt über viele Anbieter innovativer Leichtbaulösungen und kann damit eine Vorreiterrolle in der Transformation der Bauwirtschaft in Europa und der Welt übernehmen. So kann der Leichtbau auch zur Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft beitragen.

Die Förderung anwendungsnaher Forschung und Entwicklung beschleunigt den Technologietransfer von neuartigen Leichtbaulösungen in die breite industrielle Anwendung. Dies ermöglicht eine optimale Ausschöpfung der technologischen, ökonomischen und ökologischen Potenziale des Leichtbaus in einem flächendeckenden Einsatz. —

KONTAKT & MEHR ZUM THEMA

Referat: IVB4 – Bauwirtschaft, Leichtbau/Neue Werkstoffe, Ressourceneffizienz

schlaglichter@bmwk.bund.de

Informationen zum Leichtbauprogramm des BMWK:
www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Technologie/technologietransfer-programm-leichtbau.html

Leichtbauatlas des BMWK: www.leichtbauatlas.de

Anbieter von Leichtbaulösungen im Bauwesen:
www.leichtbauatlas.de/de/organisation/by/341/bauwesen