



GERMAN UNIVERSITIES
OF TECHNOLOGY

Policy Briefing 1

Nachhaltiges Bauen als Beitrag zur Klimawende

Impulse und Innovationen führender Technischer Universitäten in Deutschland

Wir, die Allianz führender Technischer Universitäten, übernehmen in besonderer Weise Verantwortung für die Produktiv- und Innovationskraft unserer Gesellschaft und Wirtschaft.

Hierzu verbinden wir unsere spezifische Expertise in der Grundlagenforschung, insbesondere in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, mit anwendungsorientierter Forschung und Innovation.

Wir gestalten die Zukunft mit, indem wir zur Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen und damit zur Erreichung der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN maßgeblich beitragen.

Exemplarisch zeigen wir dies in unserer neuen Policy-Briefing-Reihe.



Die Herausforderungen

Klimaneutral leben und wirtschaften bis 2045

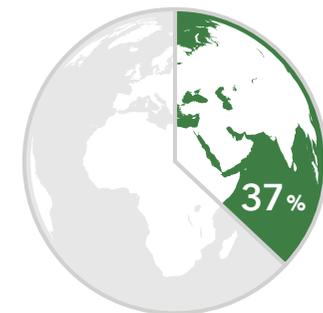
Bis spätestens 2045 wollen wir in Deutschland klimaneutral leben und wirtschaften. Ein gigantisches Projekt mit vielen Herausforderungen. Allgegenwärtig sind die Diskussionen um den Umgang mit fossilen Brennstoffen in Bezug auf Personen- und Güterverkehr, Heizungsanlagen und Industrie. Relativ wenig beachtet wird bislang einer der größten CO₂-Verursacher. **Der Bausektor ist nach einem Bericht der Vereinten Nationen für rund 37 % der CO₂-Emissionen verantwortlich** (Abb. 1). Wesentliche Treiber sind Materialien wie Beton, Stahl, Aluminium und Glas.

Aktuellen Prognosen zufolge wird sich der Rohstoffverbrauch im Bauwesen bis 2060 weltweit verdoppeln – mit entsprechenden Folgen für Rohstoffbedarf und die herstellungsbedingten Treibhausgasemissionen. Eine Reduktion bis zu einer Netto-Null-Emission ist möglich, wenn richtige und verlässliche politische Anreize geschaffen werden, die zu einem Umdenken in der Baubranche führen.

Die Forschung an unseren Technischen Universitäten hat bereits heute Ansätze und Technologien zu bieten, die den Bausektor ein Stück weit klimaneutraler machen können:

- nachhaltige und ressourcenschonende Baustoffe
- Reallabore für die Integration modernster Technologien zur Energieeffizienz
- Konzepte für die innovative Sanierung von Bestandsgebäuden
- Strategiekonzepte zur Förderung energetischen Bauens im Kontext der Sektorenkopplung
- Nutzung von Werkzeugen und Methoden der Digitalisierung

Wir forschen kontinuierlich an Innovationen für die Zukunft.



1 | Der Bausektor ist verantwortlich für 37 % der weltweiten CO₂-Emissionen.

Baustoffe

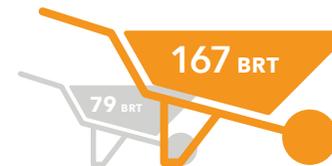
Nachhaltig, innovativ
und ressourcenschonend

Baustoffe müssen heutzutage mehr leisten als Ziegel, Steine oder schlichter Beton der Vergangenheit. Sie werden zu nachhaltigen und ressourcenschonenden Materialien (Abb.2 & 3) – ein fundamentaler Wandel. **Technische Universitäten engagieren sich intensiv in der Forschung und Entwicklung neuer Baustoffe, die nicht nur höchste energetische Effizienz garantieren, sondern auch energiesparender erzeugt und langfristig ökologisch verträglich sind.** Aus den Laboren der Technischen Universitäten in Deutschland kommen Innovationen, die von intelligenten, sich an äußere Umwelteinflüsse anpassenden Dämm- und Baustoffen bis hin zu neuartigen, energieeffizienten Verbundmaterialien reichen. So trägt die Forschung an Universitäten dazu bei, die Baubranche auf eine nachhaltige und ökonomisch zukunftsfähige Grundlage zu stellen.

Die Forschungsaktivitäten erstrecken sich über die gesamte Wertschöpfungskette von Baustoffen. Dabei stehen nicht nur die Herstellung und die ressourcenschonende Weiterverarbeitung und Nutzung, sondern auch Recycling- und Re-Use im Fokus. Die Innovationen der Technischen Universitäten tragen zum Entstehen einer Kreislaufwirtschaft und auch zu neuen, zeitgemäßen Standards und Normen bei. So können Bauprojekte in Deutschland zukünftig noch stärker nach ökologischen und zugleich kostendämpfenden Gesichtspunkten ausgerichtet werden.



© Sylke Scholz



2 | Verdoppelung des Rohstoffverbrauchs
von 79 Bruttoregistertonnen [2011]
auf 167 Bruttoregistertonnen [2060]

3 | Bauen mit Carbonbeton statt Stahlbeton ermöglicht
deutlich dünnere Konstruktionen. Je nach Bauteil ist so
eine Einsparung von bis zu 80% möglich.

Carbonbeton – Baustoff Beton neu gedacht.

Neue Materialien ermöglichen neue Bauformen und Konstruktionsarten. Was so einfach klingt, ist in der Realität oft ein langer Weg. Im Bauwesen dauern Innovationsprozesse aufgrund hoher Anforderungen an Sicherheit und Dauerhaftigkeit und wegen aufwändiger Normungs- und Zulassungsverfahren besonders lange. Dies gilt auch und insbesondere für leistungsfähige Baustoffkombinationen wie Textil- und Carbonbeton, die eine Revolution im Bauen mit Beton mit sich bringen werden. Beton ist der Baustoff, der weltweit mengenmäßig die größte Bedeutung hat. Mit Carbonbeton können der enorme Ressourcenverbrauch und der CO₂-Ausstoß der Bauindustrie wesentlich verringert, aber auch zusätzliche Funktionen erschlossen werden. Und in Verbindung mit intelligenten Konstruktionsstrategien entfaltet sich das volle Potenzial des innovativen Werkstoffs Carbonbeton.

Ein Projekt der TU Dresden, der RWTH Aachen und dem Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden

» <https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/imb/forschung/sfb-trr-280>

Neubau

Integration modernster Technologien für Energieeffizienz

Egal ob ein privates Eigenheim oder ein kommunales Großprojekt: Wer einen Neubau plant, kann und muss von Anfang an auf modernste Technologien setzen, um höchste Energieeffizienz zu gewährleisten. Technische Universitäten bereiten dafür den Weg, indem sie den **Einsatz neuer Energiesysteme und intelligenter Gebäudesteuerungssysteme** erforschen und vorantreiben.

Intensiv forschen Wissenschaftler*innen der Technischen Universitäten an Möglichkeiten, **Gebäude „energieautark“**, also nahezu vollständig unabhängig von externen Energiequellen betreiben zu können (Abb.4). Dazu können beispielsweise leistungsstarke Photovoltaik-Anlagen beitragen.

Gleichzeitig wird durch höhere Autarkie der Bedarf an Infrastruktur minimiert. So kann das Niederschlagswasser lokal bewirtschaftet werden und muss nicht mehr in die Kanalisation abgeleitet werden. Durch effektiven Einsatz von Technologie lassen sich erneuerbare Energien intelligent nutzen. **Diese Entwicklungen, an denen die TU9-Universitäten maßgeblich mitwirken, haben das Potenzial, den gesamten Baubereich zu revolutionieren und die Grundlagen für eine energieautarke Zukunft zu schaffen.**



4 | Aktuell gibt es weltweit nur 500 Net-Zero-Gewerbegebäude und 2.000 Net-Zero-Privatgebäude – das sind weniger als 1% aller Gebäude.

Grüne Infrastrukturen für die Stadt der Zukunft.

Grüne Infrastrukturen für die Stadt der Zukunft, realisiert an bestehenden Gebäuden! Das Reallabor und Demonstrationsprojekt der TU Berlin macht vor, wie's geht: Durch den Einsatz von Photovoltaik auf Dach, Fassaden und Fensterflächen wird Energie regenerativ im Bestand erzeugt, und der Nettoenergiebedarf des Gebäudes reduziert sich. Niederschlagswasser wird aktiv bewirtschaftet und nicht in die Kanalisation abgeleitet. Vielmehr ermöglichen Fassadenbegrünung und technische Systeme am Gebäude die Speicherung und Nutzung von Niederschlagswasser und dessen Nutzung als Brauch- und Kühlwasser. Die notwendige Technik wird durch die Photovoltaik am Gebäude regenerativ versorgt. Gebäudebeschattung und Transpirationskühlung durch Vegetation und Regenwasserbewirtschaftung erhöhen die klimatische Resilienz, reduzierter Kühl- und Heizbedarf führt zur CO₂-Einsparung. Bei Konzeption und Einrichtung des Reallabors greifen die Forschenden auf Ergebnisse und Erfahrungen aus früheren Forschungsvorhaben zurück.

Ein Reallabor der TU Berlin

» <https://stadtmanufaktur.info/reallabore/klima-energie-wasser/>

Sanierung

Innovative Konzepte für Bestandsgebäude

Ein Blick auf Städte, Gemeinden und Siedlungen zeigt: Die intelligente energetische Sanierung bestehender Gebäude stellt eine der größten Herausforderungen im Kontext der Energiewende dar und wird eine zunehmend drängende Aufgabe für Baubranche und Gesellschaft. Technische Universitäten entwickeln Methoden und Technologien, die den Energieverbrauch von Bestandsgebäuden nachhaltig reduzieren können. Ergänzt durch innovative Sanierungskonzepte und den Einsatz modernster Technologien tragen die Forschenden mit ihrer Arbeit nicht nur zur Verbesserung der Energieeffizienz bei, sondern leisten auch einen **Beitrag zur Revitalisierung des Gebäudebestands und zur Bewahrung von älteren Orts- und Stadtkernen - mit dem Innenleben des 21. Jahrhunderts.**

Die Forschungsprojekte der Technischen Universitäten umfassen dabei nicht nur neue Ansätze für Baumaßnahmen, sondern auch die Integration von erneuerbaren Energiesystemen in bestehende Strukturen. Weil jeder Bestandsbau einzigartig ist, kann es hier keine Lösungen von der Stange geben. Schwerpunkt der Forschungsarbeit sind daher adaptive Sanierungstechnologien. Damit kann energetische Sanierung den individuellen Bedürfnissen und Gegebenheiten von Bestandsgebäuden gerecht werden.

© Rathgen-Forschungslabor,
Stiftung Preußischer Kulturbesitz



Kulturerbe nachhaltig und ressourcenoptimiert.

Die Klima- und Energiekrisen erfordern mehr Nachhaltigkeit beim Betrieb von Kulturerbauten sowie beim Bau neuer Museen, Bibliotheken, Archiven und Depots. Im Forschungsprojekt „Ressourcenoptimierte Kulturerbauten (Memory Institutions) - ReKult“ werden Bewertungs- und Planungsansätze zur nachhaltigen Instandhaltung und Errichtung dieser wertvollen Bauten entwickelt (Abb.5). Dabei wird die Wechselwirkung zwischen Objekten, Gebäuden, Besucher*innen und anderen Nutzer*innen in den Blick genommen. Museen und Sammlungseinrichtungen sollen ihren vergleichsweise hohen CO₂-Fußabdruck verringern, um den Auswirkungen der globalen Klimakrise entgegenzuwirken und Ressourcen zu reduzieren. Gerade der Schutz der Exponate erfordert bislang einen hohen Energieeinsatz für Lüftung, Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Ein Projekt des Rathgen-Forschungslabors der Staatlichen Museen zu Berlin, des Natural Building Lab der TU Berlin, der TU München und der TU Braunschweig.

» <https://www.tu-braunschweig.de/ibea/forschung/aktuelle-projekte/musterseite-1>

5 | Das ReKult-Projekt begleitet den Museumsbau „berlin modern“. Das größte laufende Projekt der Stiftung Preußischer Kulturbesitz steht stellvertretend für den gegenwärtigen Museumsbau.

Bauen in der Kommune

Wissenstransfer und lokale Vernetzung mit Blick auf Sektorenkopplung

Die Kommunen sind entscheidende Akteurinnen bei der Umsetzung von energetischen Bauprojekten. Gleichzeitig müssen sie noch eine Dimension größer und über Einzelgebäude hinausdenken. Ein Stichwort: Die aktuelle, verpflichtende Herausforderung, kommunale, quartiersbezogene Wärmepläne zu erstellen. Technische Universitäten werden mit ihrer Forschungsexpertise in diesem Bereich zu wichtigen Partnerinnen. Sie sind selbst Vorreiterinnen auf ihren Campus und spielen mit „Reallaboren“ (Abb. 6) eine Schlüsselrolle im Wissenstransfer und in der Unterstützung von Kommunen, wenn es darum geht, ganze Quartiere oder Städte für eine energieeffiziente Zukunft fit zu machen.

Forschung fördert die Entwicklung von Konzepten, die eine effiziente Verknüpfung der verschiedenen Sektoren, wie Gebäude, Verkehr und Industrie, ermöglichen. Durch die Integration von intelligenten Energie- und Wärmenetzen sowie die Nutzung von überschüssiger Energie aus erneuerbaren Quellen tragen die Technischen Universitäten dazu bei, dass kommunale Bauprojekte nicht nur energetisch optimiert sind, sondern auch in ein umfassendes, nachhaltiges Energiekonzept eingebunden werden.

Die Technischen Universitäten in Deutschland spielen somit eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung und Umsetzung von Strategien zur Förderung energetischen Bauens im Kontext der Sektorenkopplung. Entscheidend ist dabei auch die Art, wie Technische Universitäten arbeiten: Nicht nur die Forschungsaktivitäten selbst, sondern auch der enge Kontakt zu Praxis und Gesellschaft und viele Netzwerke tragen dazu bei, innovative Lösungen zu entwickeln.

EnEff:Stadt Campus – Energiewende im Quartier.

Die TU Darmstadt macht einen ganzen Campus zum Labor und erforscht und demonstriert, wie die Energiewende in einem Stadtquartier funktionieren kann. Im Projekt „EnEff:Stadt Campus Lichtwiese“ forschen Wissenschaftler*innen aus den Bereichen Elektrotechnik, Maschinenbau, Architektur und Informatik interdisziplinär an der Energiewende im Quartier. Die Forschenden betrachten sowohl die elektrische Energieversorgung als auch den Wärme- und Kältebedarf der Universität. Ein umfassendes Monitoring der Energieflüsse auf dem Campus bildet die Grundlage für eine grundlegende Modernisierungsstrategie.

Ein Projekt der TU Darmstadt

» https://www.tu-darmstadt.de/eneff/eneff_campus/



Transdisziplinarität



Forschung



Bildungseinrichtung



Modellcharakter



Nachhaltigkeit



Transformativität



Langfristigkeit



Laborcharakter



Zivilgesellschaft

Zukunftsfähiges Planen und Bauen durch digitale Technologien

Transformation des Bauwesens zur Steigerung der Nachhaltigkeit und Produktivität

Digitale Technologien im Planen und Bauen bieten weitere neue Lösungsansätze für ein nachhaltiges Bauen als Beitrag zur Klimawende. Sie ergänzen so die Entwicklung von ressourcenschonenden und nachhaltigen Baustoffen, die Entwicklung und Integration von Energiesteuerungssystemen, die Sektorenkopplung im Bauwesen sowie die Erschließung von erneuerbaren Energiequellen.

Aufgrund der Kleinteiligkeit der Bauindustrie und einer zergliederten Forschungslandschaft erfolgt die Digitalisierung der verschiedenen Teilbereiche des Bauens jedoch weitestgehend voneinander entkoppelt und sehr langsam. Dies führt in den meisten Fällen zu lediglich inkrementellen Verbesserungen und isolierten Erkenntnissen. Das volle Potenzial digitaler Technologien bleibt dabei ungenutzt, obgleich dies ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor ist. Ressourceneffizienteres, materialsparenderes Bauen mit deutlich gesteigerter Produktivität ist möglich, wenn verschiedene Disziplinen integrativ ineinandergreifen und interdisziplinär radikal neu denken.

Künstliche Intelligenz, Robotik, Automatisierung, digital basierte Fertigungsverfahren, adaptive Gebäude, aber auch Soziologie und Ökonomie sind Handlungsfelder, in denen die **Technischen Universitäten umfassende Beiträge für die Transformation der Bauindustrie leisten.**



7 | Der Forschungsbau livMatS des Exzellenzclusters wurde durch integrative, computerbasierte Planung, robotische Vorfertigung und automatisierte Montage realisiert. Er demonstriert beispielgebend ein cyber-physikalisches Bauen von morgen, das im Vergleich zu herkömmlichen Holzkonstruktionen den Materialaufwand um 50% und das Erderwärmungspotenzial (GWP) um 63% reduziert.

Computerbasiertes Planen und Bauen

Exzellenzcluster IntCDC

Das 2019 gegründete Exzellenzcluster „Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur“ (IntCDC) ist das erste Exzellenzcluster in der Architektur in Deutschland. Ziel ist es, das volle Potenzial digitaler Technologien zu nutzen, um das Planen und Bauen der Zukunft neu zu denken und wegweisende Innovationen für das Bausektor zu ermöglichen. Damit soll ein Beitrag zu einer nachhaltigeren Gestaltung des Bausektors geleistet werden.

Ein Projekt der Universität Stuttgart

» <https://www.intcdc.uni-stuttgart.de/>

TRR 277: Additive Manufacturing in Construction

Der Transregio hat das Ziel, die Transformation des Bauwesens in eine digitale und nachhaltige Zukunft zu gestalten. Im Fokus steht die Nutzung der 3D-Drucktechnologie, um ressourcenschonende, emissionsarme und wirtschaftliche Bauweisen zu entwickeln.

Ein Projekt der TU Braunschweig und der TU München

» <https://amc-trr277.de/>