INNOVATION BRIEFING

BPIE BUILDINGS PERFORMANCE INSTITUTE EUROPE

co2online

© Fabrice Singevin for IC Habitat.

TIEFGREIFENDE RENOVIERUNG MIT INDUSTRIELL VORGEFERTIGTEN KOMPONENTEN

Die europäische Bauindustrie ist enormen Veränderungsprozessen ausgesetzt. Megatrends wie eine stärkere Urbanisierung, disruptive digitale Technologien, globalisierte Wertschöpfungsketten und Nachhaltigkeit prägen die Entwicklung. Gleichzeitig steht die europäische Wirtschaft vor der großen Herausforderung, das ehrgeizige Klimaschutzziel des Pariser Abkommens zu erreichen und die durchschnittliche globale Erwärmung auf deutlich unter 2°C— möglichst auf 1,5°C— zu begrenzen Für die Branche wird es zur Schlüsselaufgabe, die Herausforderung energieeffizienten, kostengünstigen und altersgerechten Bauens in Verbindung mit den anderen Megatrends als eine Chance für wirtschaftlichen Erfolg und eine globale Führungsrolle zu nutzen. Die Beschleunigung der tiefgreifenden energetischen Sanierung in der Wertschöpfungskette der Bauindustrie trägt entscheidend zum Erreichen der Politikziele bei und stellt langfristig die Wettbewerbsfähigkeit der Branche sicher. Tiefgreifende Sanierung meint umfangreiche Baumaßnahmen, die die Energieeffizienz erheblich steigern und den Energieverbrauch auf ein Netto-Null-Niveau senken, wobei industrielle und vorgefertigte Renovierungslösungen Schlüsselstrategien sind. Dieses Factsheet trägt Erkenntnisse aus vier zukunftsweisenden Forschungsprojekten (Horizon 2020) in diesem Bereich zusammen.

MORE—CONNECT

Entwickelt Vorfertigungen von innovativen, multifunktionalen Bauelementen der Gebäudehülle für modulare Renovierungsmaßnahmen

P2ENDURE
PLUG & PLAY BUILDING RENOVATION

Entwickelt Plug-and-Play Lösungen für tiefgreifende Renovierungen des europäischen Gebäudesektors

Entwickelt robuste und verlässliche Technologiekonzepte und Geschäftsmodelle, um tiefgreifende Sanierungen der Wohngebäude in der EU anzuregen

4RinEU
Reliable models for deep renovation

Entwickelt vorgefertigte Module aus Holz und ganzheitliche Methoden des Renovierungsprozesses

BERTIM
Building Energy Renovation through Timber prefabricated Modules

WIE KÖNNEN DIESE ANSÄTZE RENOVIERUNGSKOSTEN SENKEN?

Die hohen Investitionskosten verhindern tiefgreifende energetische Sanierungen im Gebäudesektor. Die industrielle und vorgefertigte Renovierung kann dazu beitragen, die Renovierungskosten erheblich zu senken. Die vier EU-Projekte haben gezeigt, dass es möglich ist, Kostensenkungen auf verschiedene Weise zu erreichen:

- Die entwickelten Renovierungsansätze sind zeitsparend, weniger störend für die Nutzer sowie schnell und einfach anzuwenden, während ein hoher Qualitätsstandards gesichert wird.
- Erhebliche Kostenersparnisse werden durch geringere Bauzeiten erzielt:
  - ⇒ Nach Schätzungen kann die Werksvorfertigung die Bauzeit um 18% im Vergleich zu herkömmlichen, modernen tiefgreifenden Renovierungsmaßnahmen verkürzen. Ein vorgefertigtes Modul – mit einer Größe von 20 m^2 – wird durchschnittlich innerhalb von einer Stunde vor Ort von drei Fachkräften montiert (More Connect).
  - ⇒ Im Rahmen des Projektes wurde die vor Ort Montagezeit eines Einfamilienhauses (mit einer Fassadenoberfläche von 380 m^2) um 52% reduziert, indem ein multifunktionales, vorgefertigtes Fassadensystem mit integrierter PV-Anlage sowie Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen-System (HLK-System) verwendet wird (4RinEU).
  - ⇒ Im Rahmen des Projektes konnte durch Vorfertigung die Dauer des gesamten Renovierungsprozesses um 25-44% verkürzt werden (P2Endure).
- Kosteneinsparungen durch weniger Fehler auf der Baustelle werden auf 5-10% geschätzt (P2Endure).
- Die Standardisierung der Wertschöpfungskette von Sanierungen durch Digitalisierung und Prozessoptimierung kann die Kosten im Vergleich zu konventionellen Renovierungsmaßnahmen um bis zu 25% senken (P2Endure).

Industrielle Vorfertigung kann die Dauer des Renovierungsprozesses um 25-44% verkürzen

Durch Digitalisierung und Prozessoptimierung können die Kosten um bis zu 25% gesenkt werden

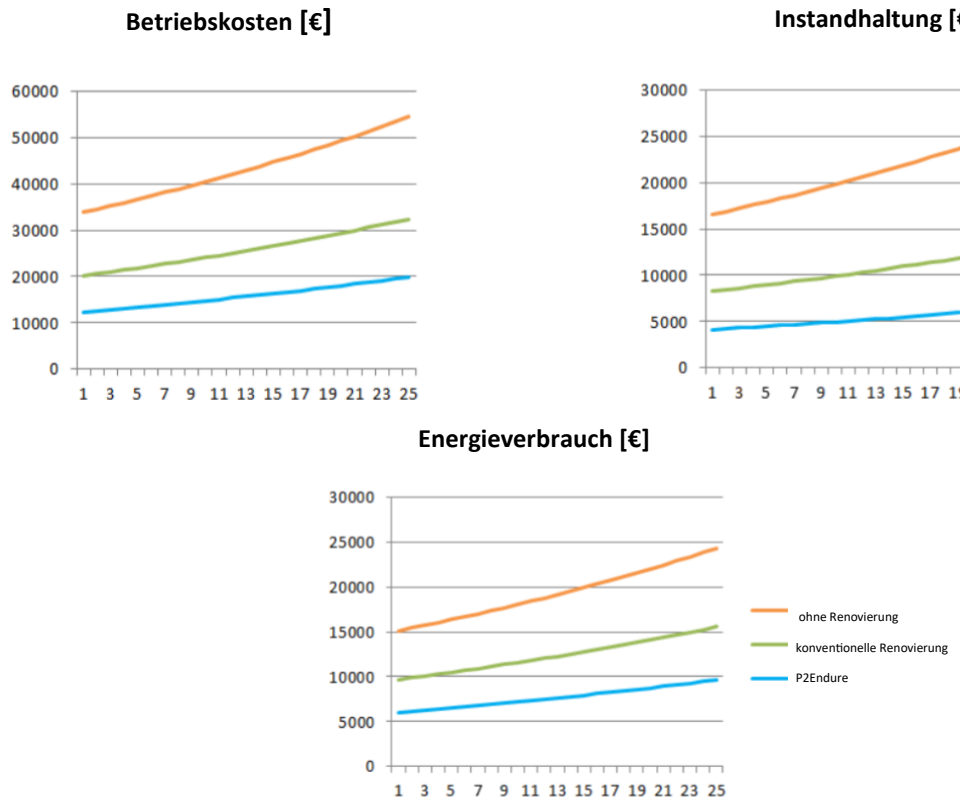
Vorher-Nachher Fotos eines Demonstrationsvorhaben des 4RinEU Projekts in Oslo. Quelle: Ivan Brodey, Boligbygg

- Bei der Nutzung von vorproduzierten Komponenten müssen die MieterInnen ihre Wohnung während der Installationsarbeiten nicht verlassen; auch Arbeitnehmer in Nichtwohngebäuden (Krankenhäuser, Büros, Schulen usw.) sind weniger von den Arbeiten betroffen, was ebenfalls kostensenkend wirkt.
- Das 4RinEU Projekt treibt die Industrialisierung einer Reihe von "Energie Hub Modulen", den Plug&Play Energy Hubs, voran. Diese Module sollen ein effizientes Heiz- und Kühlsystem auf Basis von Wärmepumpen oder Photovoltaik ermöglichen

sowie Warmwasser bereitstellen (Domestic Hot Water module); gleichzeitig sollen sie einfach zu installieren sein und die Kosten der Wärmeerzeugung drastisch senken.

- Vorgefertigte Fassadensysteme können die Nutzungsdauer eines Gebäudes verlängern, da sie einfacher zu ersetzen und zu reparieren sind und nicht-energetische Nutzen besser berücksichtigt werden können.
- Abbildung 1 zeigt die Betriebs-, Instandhaltungs- und Energiekosten über 25 Jahre für (i) ohne Renovierung (orange), (ii) mit konventioneller Renovierung (grün), bzw. (iii) mit einer P2Endure Renovierung (blau).

Abbildung 1: **P2Endure Demonstrationsvorhaben Warschau: Betriebskosten in drei Renovierungsansätzen. Quelle: P2Endure**



WIE KANN VORFERTIGUNG DIE WERTSCHÖPFUNGSKETTE OPTIMIEREN?

Bauprozesse werden immer komplexer und erfordern eine stärkere Zusammenarbeit zwischen den Akteuren. Organisatorische Innovationen können dazu beitragen, Prozess- und Marktbarrieren zu beseitigen. Die dadurch entstehenden Geschäftsmodelle konzentrieren sich bislang auf die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren des Bauwesens in der Wertschöpfungskette im Neubau. In den meisten Ländern gibt es verschiedene Arten von lockeren oder formellen Kooperationsstrukturen zur Realisierung energieeffizienter Gebäude. Einige EU Projekte versuchen Lösungen für diese Herausforderung zu erarbeiten:

- Die RenoBIM Software ist eine im Rahmen des Bertim-Projekts entwickelte BIM-Anwendung. Es handelt sich um eine Cloud-basierte Plattform, mit deren Hilfe Renovierungsoptionen simuliert und visualisiert werden können. Durch den systematischen Vergleich der verschiedenen Optionen kann die bestmögliche Sanierungsvariante vor dem Herstellungsprozess ermittelt werden. Die Inputs und Outputs von RenoBIM basieren auf dem international genormten Austauschformat, den so genannten Industry Foundation Classes (ICF). Durch die Verwendung der ICF Formate wird eine reibungslosere Zusammenarbeit zwischen den Stakeholdern ermöglicht, Wartezeit reduziert sowie Fehler und doppelte Arbeitsschritte minimiert.
- Das P2Endure Projekt entwickelt einen e-marketplace für innovative Plug-and-Play Lösungen wie Fassaden, Fenster oder Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen. Der Ansatz integriert Dienstleistungen von Architekten, Ingenieuren und anderen Experten aus dem Bauwesen, um ein ganzheitliches Angebot zu gewährleisten. Die Plattform wird auch eine effizientere

Verwaltung der für die Sanierung benötigten Materialien ermöglichen, dabei Kosten berücksichtigen sowie Zeitersparnisse und Qualität sicherstellen. Durch die Optimierung des Produktionsprozesses, von der individuellen Handwerkslösung bis zum systemisch digitalisierten Plug-and-Play Schlüsselfertig-Angebot, kann ein besserer Service für die Nutzer generiert werden (P2Endure).

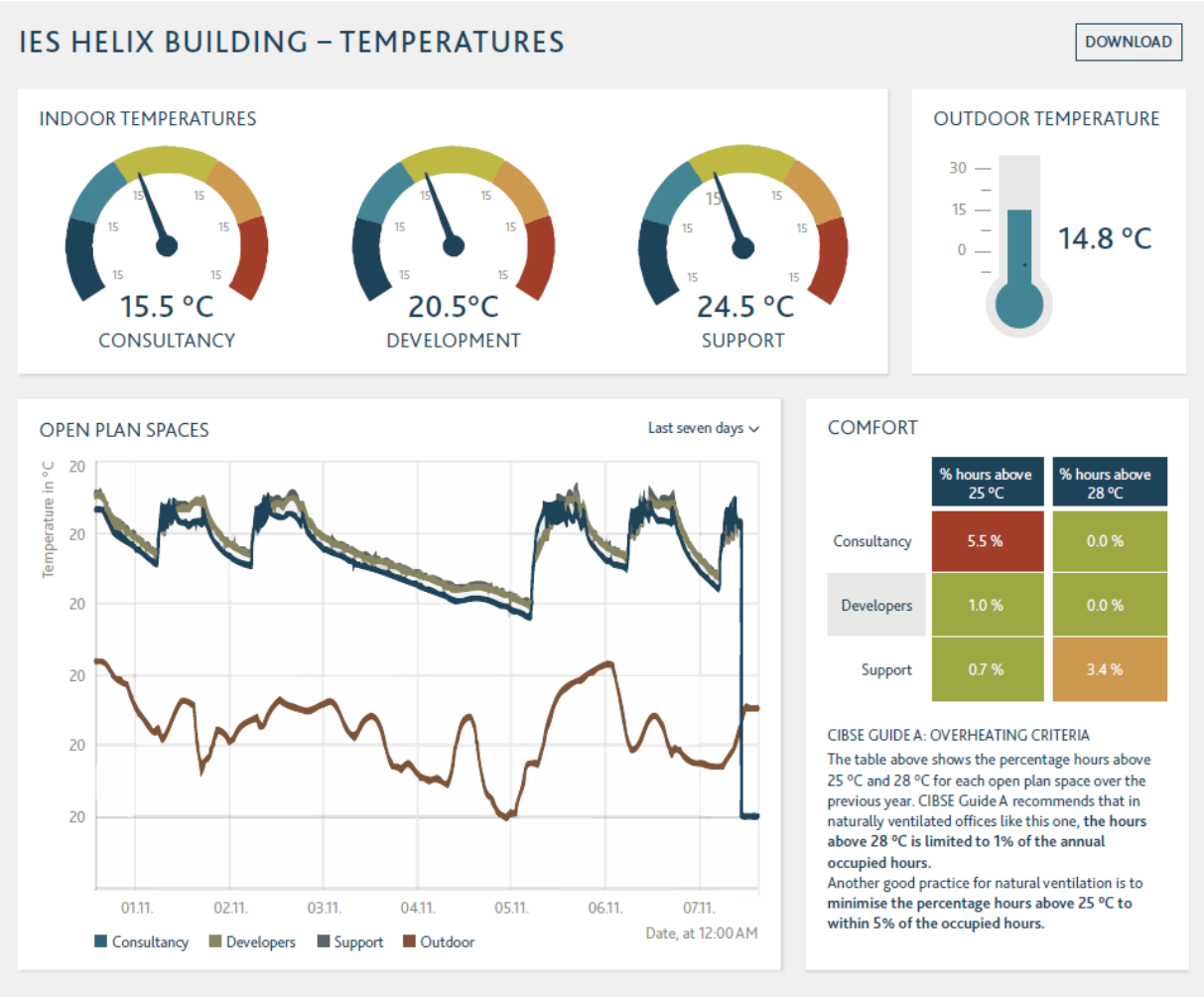
Die finale Installation eines BERTIM Projekts in La Charité, Frankreich. Quelle: BERTIM

WIE KÖNNEN ANSÄTZE ZUR INDUSTRIELLEN SANIERUNG HÖHERE QUALITÄTSSTANDARDS ERMÖGLICHEN ?

Die Qualität von energetischen Sanierungen erfüllt aufgrund von Fehlern in der Planung, fehlerhafter Installationen sowie unsachgemäßem Nutzerverhalten nicht immer die erwarteten Standards. Dies schwächt die Nachfrage nach Renovierungen. Kosten für Fehler und Ausfälle während des Baus machen auf einer konventionellen Baustelle nach Schätzungen 20% der globalen Baukosten aus. Diese Zusatzkosten entstehen durch Fehler von Personal (54% der Fehler), Materialfehler (12%) sowie Fehler während der Bauphase (34%) ab (D'Oca et al., 2018). Die EU-Projekte zeigen, dass vorgefertigte Lösungen einen verlässlicheren Renovierungsprozess ermöglichen können.

- Eine hohe Qualitätssicherung ist mit vorgefertigten Lösungen einfacher, da die Produktionsprozesse nicht der Witterung ausgesetzt sind und nur die Montage auf der Baustelle durchgeführt wird.
- Qualitätskontrollen werden in den Fabriken durchgeführt, wo durch die Verwendung von Standardprodukten Fehler beim Design und im Produktionsprozess minimiert werden. Das Leistungsniveau der installierten Technologien wird auch durch eine Qualitätsprüfung vor der Installation verbessert (More Connect).
- Vorfertigung ermöglicht auch eine Reduzierung des Materialeinsatzes, des Abfallaufkommens sowie der Lärm- und Staubbelästigung (BERTIM).
- Die Verwendung von BIM für Planungs- und Bauphasen verbessert die technische Detaillierung und die Planungsgenauigkeit (P2Endure).
- Das 4RinEU Projekt entwickelt einen "Sensible Building Data Handler" zur Sammlung, Organisation und Vorbereitung der Analyse der großen Datenmenge, die für die verschiedenen Phasen eines tiefen Renovierungsprojekts benötigt wird. Die Anwendung (entwickelt von IES) kann als digitales Notizbuch für den Planer auf der Baustelle fungieren und ermöglicht, mehrere Projekte parallel zu erstellen und zu verwalten.
- 4RinEU hat auch die Anwendung EarlyReno entwickelt, die darauf abzielt den Projektentwickler in der frühen Planung des Renovierungsprojekts zu unterstützen, um die Nutzung erneuerbarer Energien vor Ort zu maximieren (d.h. Lüftungs- und Tageslichtpotentiale sowie Solarenergie).

Abbildung 2: **Über ein Dashboard des "Sensible Building Data Handler" können die Nutzer verschiedene Gebäudedaten einsehen. Quelle: 4RinEU, Integrated Environmental Solutions Ltd. 2017**



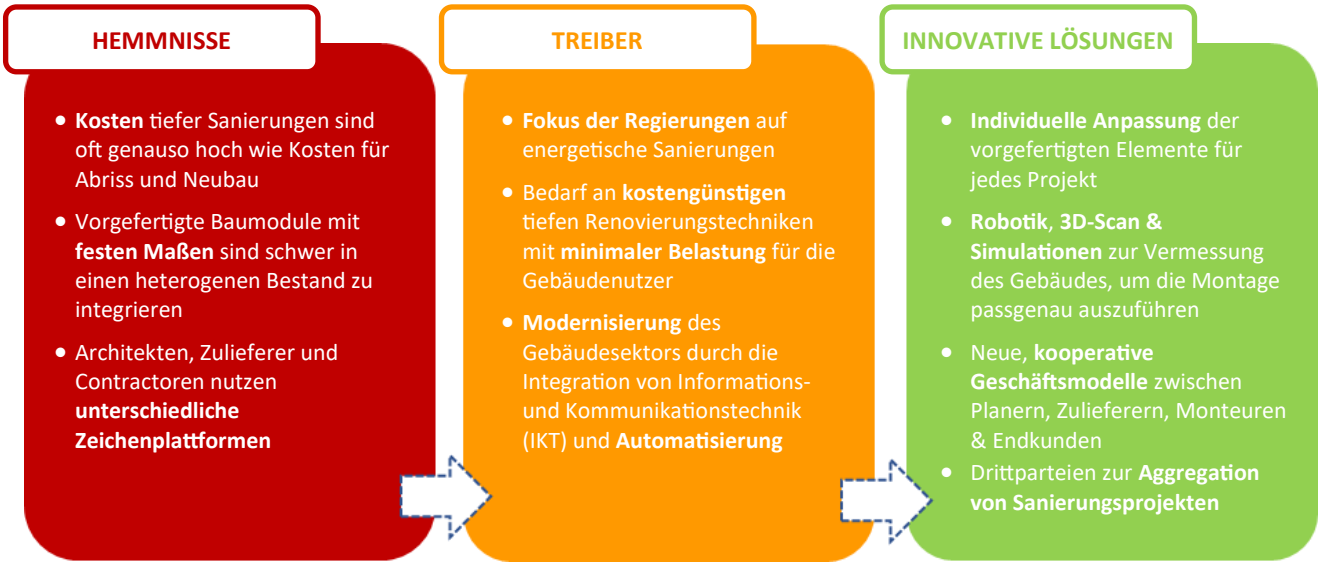
WELCHE BÜNDELUNGSANSÄTZE GIBT ES UM DIE NACHFRAGE ZU STEIGERN ?

Eine große Nachfrage nach tiefgreifenden Renovierungslösungen wird benötigt, um die Sanierungskosten mit vorgefertigten Bauteilen zu senken. Einige vorgefertigte Bauelemente können sowohl für Renovierungs- als auch für Neubauprojekte verwendet werden. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass eine Größenordnung erreicht wird, die das Geschäftsmodell rentabel macht. Das niederländische Energiesprong-Modell war erfolgreich darin, die Nachfrage nach leistungsstarken Renovierungen zu aggregieren :

- RenoBIM ist eine Webanwendung, die im Rahmen des Bertim-Projekts entwickelt wurde und BIM anwendet. Das Tool ermöglicht die Automatisierung der Datenhandhabe, beginnend mit der Datenerfassung des bestehenden Gebäudes, über die Erstellung eines 3D-Modells des Gebäudes bis hin zur Planung des Sanierungsprojektes. Durch die Zusammenarbeit zwischen Architekten, Designern, Herstellern und Bauherren wird es möglich, ein Gebäudesanierungsprojekt zu konfigurieren und die Machbarkeit und Kosteneffizienz verschiedener vorgefertigter Module zu bewerten. Diese innovative Zusammenarbeit der Akteure macht Prozesse effizienter und transparenter.
- Ein ‚multi-criteria ranking tool' soll von Eigentümern und Investoren in einer frühen Phase des Renovierungsprozesses genutzt werden. Das Instrument präsentiert eine Auswahl passender Renovierungspakete speziell für das Gebäude, während es finanzielle Aspekte, Energie, Umwelt, Bauleitung sowie Komfort und Gesundheit der Gebäudenutzer mit in Betracht zieht (4RinEU).

- Im More-Connect Projekt wird dem Endkunden ein “One-Stop-Shop” Konzept angeboten. Der Kunde ist so nur mit einer verantwortlichen Partei in Kontakt. Sie organisiert die Planung, Produktion, Installation, Finanzierung und Leistungsgarantien sowie die Nachbetreuung.

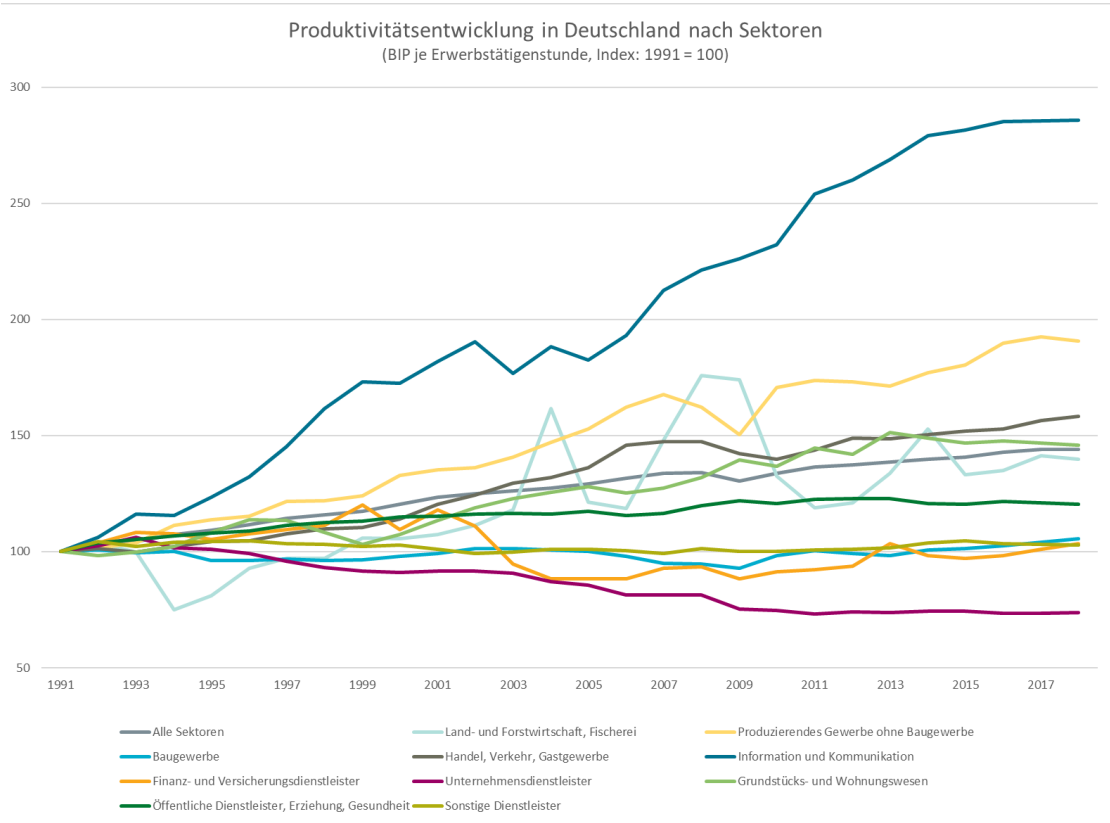
Abbildung 3: Bedarf an Innovation, um die Nachfrage nach ‘Vorgefertigten Systemen zur tiefen energetischen Sanierung von Wohngebäuden zu erhöhen (BPIE, 2016)



POTENZIAL FÜR INNOVATIONEN?

Die Bedeutung von Innovationen für die europäische Wirtschaft war noch nie so groß wie heute. Globalisierung, disruptive Technologien, neue Geschäftsmodelle und wachsende Nachhaltigkeitsaspekte üben einen beispiellosen Anpassungsdruck auf die europäische Industrie aus. Innovation ist ein wichtiger Teil der Antwort auf die genannten Herausforderungen. Die Innovation im Bausektor war im Vergleich zu anderen Sektoren bisher eher verhalten. Ein Hauptindikator für die Innovationsfähigkeit – die Produktivität – ist in den vergangenen Jahren vergleichsweise stabil geblieben (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4: Produktivitätsentwicklung in Deutschland nach Sektoren (eigene Darstellung, Statistisches Bundesamt, 2018)



Die vier EU-Projekte fokussieren sich auf Innovationen mit dem Ziel die Anzahl tiefer Renovierungen durch neue Technologien zu erhöhen.

- Im BERTIM-Projekt werden zurzeit innovative Methoden zur Datensammlung bewertet, inklusive Laserscanner, Drohnen und Tachymetern.
- Building Information Modelling (BIM) spielt eine Schlüsselrolle in der Planung. BIM Modelle können einfach in andere Software Programme für Energieberechnungen wie EnergyPlus exportiert werden, was die Vorbemessung der Module und schließlich den Export zu CAD/CAM Software ermöglicht (BERTIM).
- Bei P2Endure ist die eigentliche Innovation die Kombination verschiedener Ansätze. Plug-and-Play Lösungen werden in einen koordinierten, aber individualisierten Vorfertigungsprozess eingebunden. Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) integrieren die Kommunikation, Entwicklung, Vorfertigung und Überwachung und werden auf Basis von erweiterten BIM Anwendungen entwickelt.
- Das More-Connect Projekt legt seinen Fokus sowohl auf Innovationsprodukte als auch auf -prozesse:
  - ⇒ Produktinnovationen umfassen die Verbindung vorgefertigter und modularer Elemente der Gebäudehülle mit einfachen Plug-and-Play Verbindungen. Durch die multifunktionalen Komponenten werden Klimatisierung, Energieeinsparung, gebäudephysikalische Vorgaben und ästhetische Aspekte integriert und mit einfachen Plug-and-Play Verbindungen gekoppelt.
  - ⇒ Prozessinnovationen umfassen einen voll automatisierten Produktionsprozess, der von digitaler Bilderzeugung mit Geomatik, über die Online-Konfiguration der Sanierungskonzepte durch Endkunden, bis zu einem voll-automatisierten, von BIM kontrollierten Produktionsprozess reicht. Dieser Prozess ermöglicht die Produktion von einzelnen Serien (‚series of one') in einem Massenproduktionsprozess.

QUELLEN:

4RinEU (2019). Robust and Reliable technology concepts and business models for triggering deep Renovation of Residential buildings in EU. EU Horizon 2020 Project. http://4rineu.eu/

BPIE (2016). Prefabricated Systems for Deep Energy Retrofits of Residential Buildings, Deep Dive #1 from Driving Transformational Change in the Construction Value Chain.

BERTIM (2019). BUILDING ENERGY RENOVATION THROUGH TIMBER PREFABRICATED MODULES. EU Horizon 2020 Project. http://www.bertim.eu

D'Oca et al. (2018). Technical, Financial, and Social Barriers and Challenges in Deep Building Renovation: Integration of Lessons Learned from the H2020 Cluster Projects. Buildings, 2018, 8, 174.

More Connect (2019). Modular Retrofitting and Smart Connections. EU Horizon 2020 Project. https://www.more-connect.eu

P2Endure (2019). Plug-and-Play product and process innovation for Energy-efficient building deep renovation.EU Horizon 2020 Project. https://www.p2endure-project.eu/en

Statistisches Bundesamt (2018). Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 1.4.

Dieses Vorhaben wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Umweltforschungsplanes – Forschungskennzahl FKZ 37EV 17 107 0 – erstellt und mit Bundesmitteln finanziert.

August 2019

Das Buildings Performance Institute Europe ist ein europäischer gemeinnütziger Think Tank, der mittels unabhängiger Analysen und Datenerhebungen Forschungsbeiträge für einen klimaneutralen Gebäudebestand leistet und in die politischen Debatten einspeist. Neben seinem Hauptsitz in Brüssel unterhält es weitere Büros in europäischen Hauptstädten, darunter seit 2014 auch in Berlin.

Buildings Performance Institute Europe
Sebastianstraße 21, D-10179 Berlin
Rue de la Science / Wetenschapsstraat 23, B-1040 Brussels
germany@bpie.eu / www.bpie.eu / @BPIE_eu