

Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten.

Handlungsempfehlungen
des Zukunftsrats
der Bayerischen Wirtschaft

Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten.

Handlungsempfehlungen
des Zukunftsrats
der Bayerischen Wirtschaft



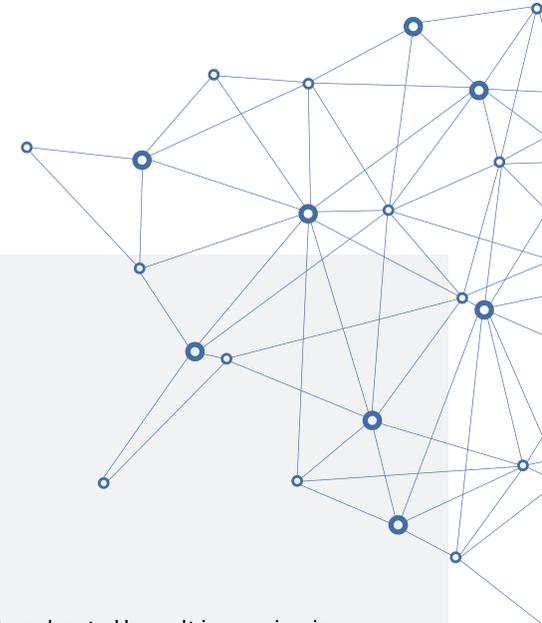
Vorwort

Wolfram Hatz

Mit dem aktuellen Schwerpunktthema Planen und Bauen besetzt der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft ein Feld, in dem viele große Themen unserer Zeit zusammentreffen: Klimaschutz, demografischer Wandel, Fachkräftemangel, Ressourceneffizienz, Digitalisierung. Auch Arbeit und Mobilität durchlaufen Veränderungsprozesse, die wiederum Auswirkungen auf die Anforderungen an Gebäude und Infrastrukturen haben. Diesen unterschiedlichen Ansprüchen müssen wir gerecht werden und dabei gleichzeitig Gestaltungsmöglichkeiten für die Zukunft gewährleisten.

Welche Handlungsoptionen zur Verfügung stehen, damit das Bauen und Planen innovativer, nachhaltiger, anpassungsfähiger und bezahlbarer wird, analysiert die vbw Studie *Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten.*, die die Basis für unsere Empfehlungen an Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft bildet.

Entscheidend ist, dass wir die Potenziale neuer Technologien über den gesamten Lebenszyklus von Bauwerken hinweg heben, Innovationen gezielt ermöglichen und Regulierungshindernisse abbauen. Ziel muss es sein, insbesondere Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit miteinander in Einklang zu bringen und dabei zugleich eine hohe Lebensqualität zu gewährleisten. Auf dieser Basis können wir auch international erfolgreiche Lösungen entwickeln.

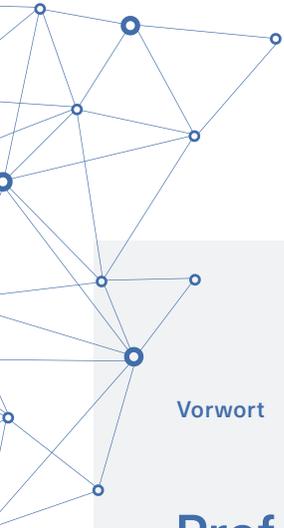


Dabei sind die Herausforderungen an die gebaute Umwelt immer in einem gesamtgesellschaftlichen Kontext zu betrachten. Bauwerke sind immer Teile von Systemen und Strukturen und häufig emotional aufgeladen, was ein neues Verständnis von Verantwortung und Miteinander erfordert.

Wir müssen unsere gebaute Umwelt schon heute so gestalten, dass sie den Anforderungen von morgen entspricht, egal ob in Ballungsräumen oder in den ländlichen Regionen. Dabei gilt es insbesondere auch den Stellenwert des Eigentums zu wahren und die Verfügbarkeit bedarfsgerechter Räume, Angebote und Infrastrukturen für das Leben und Arbeiten sowie die Mobilität zu berücksichtigen. Staat, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft müssen dabei jeweils ihren Beitrag leisten. Was im Einzelnen zu tun ist, zeigen wir in den vorliegenden Handlungsempfehlungen auf.

Wolfram Hatz

Vorsitzender Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft
Präsident der vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.



Vorwort

Prof. Thomas F. Hofmann



Als Präsident der Technischen Universität München (TUM) ist es mir eine große Ehre, seit Anfang des Jahres das Amt des Co-Vorsitzenden des Zukunftsrats der Bayerischen Wirtschaft zu bekleiden. Als Impulsgeber des Technologie- und Innovationsstandorts Bayern ist es das ideale Forum, um wirtschaftliche Wachstumspotenziale und innovative Forschungsfelder aufzuzeigen und Vorschläge für die Gestaltung wegweisender staatlicher Rahmenbedingungen zu entwickeln.

Der Schwerpunkt der Handlungsempfehlungen „Constructing Our Future“ könnte kaum aktueller sein: Denn wir leben in einem Zeitalter umfangreicher Veränderungen und Entwicklungen im Planen, Bauen, Leben und Arbeiten, aber auch in den Bereichen Ausbildung, Technologie und Mobilität.

Aus der Sicht der Universitätsabsolvent*innen bedeutet das: Sie werden künftig häufiger den Arbeitgeber, ihre beruflichen Aufgaben und ihren Wohnort wechseln als bisher oder sich künftig sogar in Beschäftigungsbereichen wiederfinden, die heute noch nicht existieren. Hinzu kommt, dass künftige Arbeitnehmer*innen in ihrem Berufsleben voraussichtlich mindestens zwei Wissensrevolutionen erleben werden – vieles, was wir heute in den Hochschulen lehren, wird morgen bereits veraltet sein.

Zugleich wird erwartet, dass sie entscheidende Beiträge zur Zukunftsgestaltung unserer Energieversorgung und zu intelligenten Mobilitätssystemen leisten. Es müssen Wege erforscht werden, um den Folgen des Klimawandels und des Artenverlustes zu begegnen. Die Herausforderungen sind in

den am dichtesten besiedelten Räumen der Erde besonders spürbar: unseren Städten. Der Anteil der Stadtbewohner an der weltweiten Bevölkerung steigt immer weiter und somit leben immer mehr Menschen in wenigen konzentrierten Ballungsräumen.

Die innovativen Lösungen zu diesen komplexen und sich dynamisch ändernden Herausforderungen in unserer vernetzten und sich schnell wandelnden Welt sind nicht in disziplinär begrenzten Denksilos zu finden. Vielmehr resultieren sie aus dem interaktiven Zusammenführen von Wissen, Werkzeugen und Arbeitsweisen verschiedener Disziplinen und Fächerkulturen. Dies spiegelt sich auch in der Vielfalt an Beiträgen in diesen Handlungsempfehlungen wider.

Die Realisierung komplexer Großbauprojekte verlangt von künftigen Bauingenieur*innen neue digitale Schlüsselkompetenzen für die modellgestützte Planung und Ausführung von Bauprojekten, aber gleichsam auch die Befähigung, vielfältige Umweltaspekte sowie die Interessen von Bürger*innen in ihre Planungen mit einzubeziehen.

Innovationsfelder müssen genutzt werden und die Potenziale digitaler Technologien sind dabei ein Schlüssel. Der Einsatz von modernster Computertechnologie, Künstlicher Intelligenz (KI) und maschinellem Lernen bietet völlig neue Möglichkeiten, den Herausforderungen beim Entwerfen, Gestalten und Erhalten der gebauten Umwelt ökologisch und ökonomisch nachhaltig zu begegnen.

Die gebaute Umwelt ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe und die Forschung hierzu hat die Chance, zum Zusammenleben der Menschen sowie zur Gesunderhaltung unseres Planeten beizutragen. Die Vielzahl der Handlungsempfehlungen zeigt, wie wichtig die Verbindung der Arbeit unserer Forscher*innen mit der Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ist und welche wichtige Rolle die Wissenschaft bei der Innovationsförderung, Wertschöpfung und Gestaltung einer lebenswerten Zukunft spielt.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre und neue Anregungen dazu, wie wir alle in unseren jeweiligen Wirkungsbereichen unseren eigenen Beitrag bei der Gestaltung unserer Zukunft leisten können.

Prof. Thomas F. Hofmann

Vorsitzender Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft
 Präsident der TU München

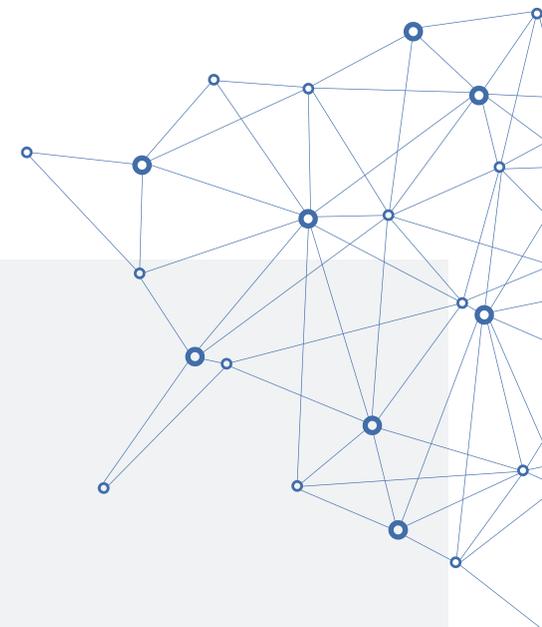
Einleitung

Constructing Our Future.

Planen. Bauen. Leben. Arbeiten.

Die gebaute Umwelt setzt den entscheidenden Rahmen für die Handlungs- und Entfaltungsmöglichkeiten von Menschen und Unternehmen. Im Zusammenspiel mit der Natur bildet sie die Grundlage für die Befriedigung verschiedenster Bedürfnisse und das allgemeine Wohlbefinden. Lebenswerte Städte und Regionen, Mobilität, angemessen dimensionierte und ausgestattete Produktions- und Arbeitsstätten, Gesundheitseinrichtungen und Energieversorgung sind zentrale Aspekte.

Beständigkeit und Wandel gehen hier Hand in Hand: Einerseits werden viele Bauwerke für eine lange Dauer errichtet. Instandhaltungsmaßnahmen und Ersatzinvestitionen an gleicher Stelle sorgen zusätzlich dafür, dass zum Beispiel Wegführungen der Römerzeit auch heute noch sichtbar sind und viele Innenstädte ein mittelalterliches Bebauungsmuster aufweisen. Andererseits unterliegt der Bedarf steten Veränderungen, beispielsweise durch den Wandel in der Arbeitswelt oder bei den sozialen Strukturen. Auch der persönliche Geschmack, der Wohlstand und der Zeitgeist hinterlassen bauliche Spuren. Darüber hinaus übernehmen Gebäude heute Aufgaben, die bislang nicht im Fokus standen, wie die Speicherung und Erzeugung von Energie oder die Stabilisierung des Stadtklimas. Planen und Bauen sind also immerwährende Prozesse.



Aktuell befinden wir uns in einer Situation, in der wir von einem hohen Wohlstandsniveau, einer guten Infrastruktur und großen individuellen Entfaltungsmöglichkeiten profitieren, gleichzeitig aber in vielerlei Hinsicht Grenzen spürbar werden. Ob es um die Bezahlbarkeit von Wohnraum, den Ausstoß von Treibhausgasen oder die Verwendung von Rohstoffen geht – wir müssen den Umgang mit verschiedenen Ressourcen neu denken und dabei insbesondere auch unsere technologischen Möglichkeiten ausschöpfen.

Grundsätzliches Ziel ist es, so zu planen und zu bauen, dass heute ein bedarfsgerechtes Angebot geschaffen wird, das zugleich zukunftsgerecht ist. Dazu muss das Planen und Bauen innovativ, nachhaltig, anpassungsfähig und bezahlbar sein.

Welche Technologien und weiteren Handlungsoptionen uns zur Verfügung stehen und welche Rahmenbedingungen zu beachten sind, untersucht die vbw Studie *Constructing Our Future. Planen. Bauen. Leben. Arbeiten.*, die in Teil A zusammengefasst wird. Der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft baut darauf mit seinen Handlungsempfehlungen auf (Teil B).

Inhalt

Vorwort	2
Einleitung	6
Die Mitglieder des Zukunftsrats	12
A Analyse	14
01 Ausgangspunkt / Status quo	16
01.1 Gebäudestrukturen und Wohnflächen	16
01.2 Wohnungsmarkt und Bürokratie	19
01.3 Wirtschaftliche Bedeutung des Bauwesens	23
02 Trends und Rahmenbedingungen	32
02.1 Klimaschutz im Bau und Klimawandelfolgen	32
02.2 Demografische Entwicklung	36
02.3 Neue Lebens-, Arbeits- und Mobilitätswelten als Treiber beim Planen und Bauen	38
03 Zentrale Technologien und Anwendungen für das Planen und Bauen der Zukunft	41
03.1 Bauen unter Klimawandelbedingungen	42
03.2 Kreislaufwirtschaft	48
03.3 Digitalisierung im Bauwesen	50
03.4 Technologische Entwicklungen für die Bereiche Arbeit, Mobilität sowie in Stadt- und Lebensräumen	56
04 Wechselwirkungen und Gestaltungsfelder	57

B Handlungsempfehlungen	64
01 Technologische Potenziale ausschöpfen	66
01.1 Digitalisierung als Schlüsselement für die Zielerreichung	69
01.1.1 Den Grundstein legen: Building Information Modeling (BIM) umsetzen	70
01.1.2 Digitalisierung der Planung	72
01.1.3 Digitalisierung in der Ausführung: Bauen 4.0	74
01.1.4 Strukturelle Transformation der Bauwirtschaft	75
01.1.5 Vernetzung, Ausgangspunkt für „Smart X“	78
01.2 Technologien für ein ökologisch nachhaltiges Planen und Bauen	80
01.2.1 Klimaschutztechnologien	80
01.2.2 Klimaanpassungstechnologien	85
01.2.3 Kreislaufwirtschaft	88
01.3 Rolle technologischer Lösungen stärken	93
01.3.1 Forschung und Entwicklung vorantreiben	94
01.3.2 Technologische Lösungen in die Breite tragen	96
01.3.3 Qualifizierung für den technologischen Fortschritt	98
01.4 Neue Exportmärkte erschließen	100

02 Gestaltungsspielräume schaffen und nutzen	102
02.1 Bessere Daten- und Erkenntnisgrundlagen schaffen	105
02.2 Neue Planungs- und Gestaltungsansätze für eine Ausrichtung an Bedürfnissen des Einzelnen und der Gesellschaft einsetzen	110
02.3 Regulierung als Enabler verstehen	119
02.3.1 Anreize für eine integrierte Planung und Umsetzung setzen (Anpassung der Vergabeverfahren, der Vergütungssystematik etc.)	120
02.3.2 Schaffung von Wohnraum erleichtern	120
02.3.3 Entwicklungsperspektiven für Unternehmen gewährleisten	124
02.3.4 Genehmigungsverfahren beschleunigen	124
02.3.5 Verwaltung zur Ausnutzung von Ermessensspielräumen ermutigen	125
02.3.6 Rechtsrahmen optimieren	125
02.4 Rolle des Staats als Planer und Bauherr nutzen	126
02.4.1 Vorbildfunktion	126
02.4.2 Beschaffung, Innovationspolitik	127
02.4.3 Kommunikation und Lenkung	127
02.4.4 Beschleunigung und Verstetigung von Infrastrukturmaßnahmen der öffentlichen Hand (Daseinsvorsorge)	128
02.4.5 Resilienz erhöhen	128
02.5 Fachkräfte sichern und gewinnen	130

03 Gebaute Umwelt als gesamtgesellschaftliche Aufgabe	132
03.1 Stärkung des „Miteinander“	135
03.1.1 Konflikte, die sich aus dem Wandel der Stadt-(Um-)Land-Beziehung ergeben, ausgleichen und neuen Wohnraum erschließen	135
03.1.2 Neue Mischgebiete	136
03.1.3 (Neue) Örtliche Gemeinschaften stärken	137
03.1.4 Zusammenspiel der verschiedenen Planungsebenen organisieren	137
03.2 Gemeinsames Verständnis von der Notwendigkeit von Infrastruktur herstellen	138
03.3 Ästhetik und Nutzerzentrierung als Planungs- und Bauziel	140
03.4 Finanzierungsfragen lösen: Wer trägt die Kosten der Transformation?	142
03.5 Bezahlbaren (eigenen?) Wohnraum schaffen	147
03.5.1 Künftige Rolle von Wohneigentum	147
03.5.2 Bezahlbaren Wohnraum bereitstellen	149

Die Mitglieder des Zukunftsrats



Wolfram Hatz
Vorsitzender Zukunftsrat
der Bayerischen Wirtschaft
Präsident der
vbw – Vereinigung der
Bayerischen Wirtschaft e. V.



Prof. Thomas F. Hofmann
Vorsitzender Zukunftsrat
der Bayerischen Wirtschaft
Präsident der TU München



StM Hubert Aiwanger
Bayerischer Staatsminister
für Wirtschaft, Landesent-
wicklung und Energie
und stellvertretender
Ministerpräsident



Prof. Manfred Broy
Emeritus of Excellence,
Informatik TU München



Prof. Hans-Jörg Bullinger
Vorstandsvorsitzender der
Fraunhofer-Zukunftsstiftung



Alfred Gaffal
Ehrenpräsident der
vbw – Vereinigung der
Bayerischen Wirtschaft e. V.



StM Judith Gerlach
Bayerische Staatsministerin
für Digitales



Dr. Thomas Gruber
Ministerialdirektor,
Bayerische Staatskanzlei



Prof. Sami Haddadin
Direktor der Munich School
of Robotics and Machine
Intelligence, TU München
Lehrstuhl für Robotik und
Systemintelligenz,
TU München



Prof. Thomas Hamacher
Lehrstuhl für
Erneuerbare und
Nachhaltige
Energiesysteme
TU München



Prof. Gerd Hirzinger
Ehem. Direktor
(jetzt Berater) des DLR
Robotik und Mechatronik
Zentrums RMC



Prof. Udo Lindemann
Emeritus of Excellence,
Ordinarius i. R. für
Produktentwicklung,
TU München



Dr. Norbert Lütke-Entrup
Head of Technology and
Innovation Management,
Corporate Technology,
Siemens AG



**Prof. Reimund
Neugebauer**
Präsident
Fraunhofer-Gesellschaft



Prof. Wolfgang Peukert
Lehrstuhl für Feststoff- und
Grenzflächenverfahrens-
technik an der Friedrich-
Alexander Universität
Erlangen-Nürnberg



**Prof. Birgit
Spanner-Ulmer**
Direktorin Produktion
und Technik
Bayerischer Rundfunk



Prof. Dieter Spath
Institutsleiter
Fraunhofer IAO und IAT



Prof. Günther Wess
Pharma, Biotech,
Life Sciences



Prof. Michael F. Zäh
Lehrstuhl für
Werkzeugmaschinen und
Fertigungstechnik
im iwv der TU München



Analyse

Das Bauwesen prägt, gestaltet und verändert unsere Welt. Was heute geplant und errichtet wird, ist für die kommenden Jahrzehnte gebaute Realität. Doch in dieser Zeit verändern sich die Anforderungen an Gebäude und Infrastrukturen stetig, vor allem mit Blick auf Klimaschutz und Klimawandel, die weitreichende Anpassungen verlangen.

Weitere gewichtige Faktoren gewinnen Einfluss, wie die Digitalisierung, die die Arbeitswelt verändert, oder die demografische Entwicklung mit einer älter werdenden Gesellschaft und – abhängig von der weiteren Entwicklung der Migration – einem Rückgang der Bevölkerungszahlen.

In der deutschen und bayerischen Volkswirtschaft ist der Bausektor ein bedeutender Wirtschaftszweig. Er schafft die baulichen Voraussetzungen für die Wirtschaft und das gesellschaftliche Zusammenleben. Dieser Sektor verzeichnet aber auch einen enormen Verbrauch an Ressourcen und Energie und trägt ganz bedeutend zu den Treibhausgasemissionen und dem Abfallaufkommen bei. Auch im Betrieb trägt der Gebäudesektor maßgeblich zu den Emissionen bei.

Gebäude und Infrastrukturen sind unerlässlich für die Befriedigung wesentlicher Bedürfnisse wie Wohnen, Berufsausübung und Mobilität. Teilweise fällt ihre Errichtung und Unterhaltung in den Bereich der Daseinsvorsorge. Verschiedene Faktoren führen dazu, dass der Bau in aller Regel zeitaufwendig und kostenintensiv ist, was sowohl die öffentlichen Haushalte als auch den Einzelnen belastet.

Während einerseits die Anforderungen zum Beispiel an die technische Ausstattung und die Anzahl der zu berücksichtigenden Normen immer weiter steigen, beginnt andererseits ein Umdenken dahingehend, dass künftig anders – einfacher, nachhaltiger, schneller, kostengünstiger, flexibler, integrierter – geplant und gebaut werden sollte. Gleichzeitig eröffnen technologische Innovationen neue Möglichkeiten.

Analyse

A

Ausgangspunkt / Status quo

01

01.1 Gebäudestrukturen und Wohnflächen

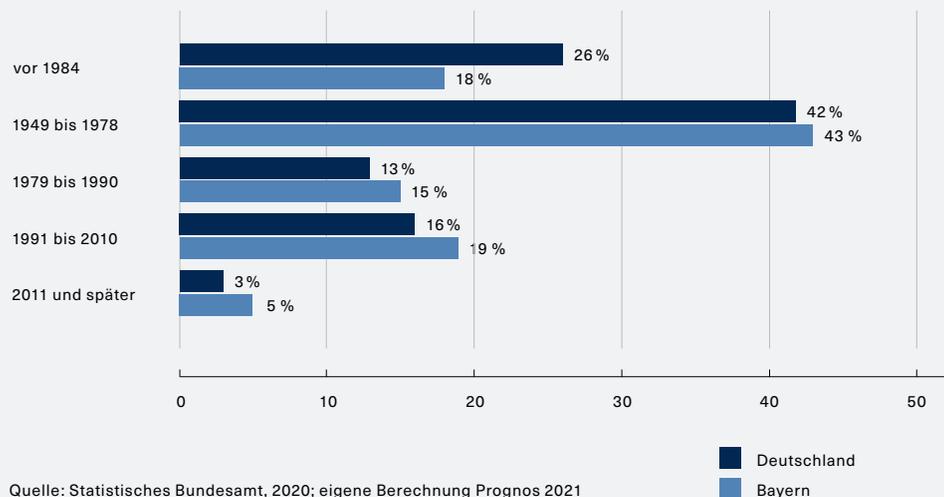
In Deutschland gibt es rund 40 Millionen Gebäude, die sich etwa hälftig auf Wohngebäude und Nichtwohngebäude (NWG: Büro-, Betriebs-, Schul-, Sport-, Beherbergungs- und Gastronomiegebäude, aber auch Gartenhütten, Garagen, Carports und Kirchen) verteilen. Die Anzahl an Wohngebäuden und Wohnungen steigt in Bayern und Deutschland bereits seit Jahrzehnten. Im Jahr 2019 gab es etwa 19,2 Millionen Wohngebäude und 42,5 Millionen Wohnungen (davon knapp 2 Millionen in NWG) – mehr als jemals zuvor. Davon entfallen jeweils rund 15 Prozent auf Bayern. Die Wohnungen in Deutschland und Bayern verteilen sich ungefähr hälftig auf Eigentumswohnungen (v. a. Einfamilienhäuser) und Mietwohnungen (v. a. Mehrfamilienhäuser). Die Wohnungen in Deutschland gehören zu 60 Prozent Privatpersonen, zu 22 Prozent Eigentümergemeinschaften (zum Großteil wohl ebenfalls Privatpersonen), zu 6 Prozent der öffentlichen Hand, zu 7 Prozent privatwirtschaftlichen Unternehmen und zu 5 Prozent Wohnungsgenossenschaften.

Insgesamt ist Deutschland ein Land der Einfamilienhäuser, die einen Anteil von rund zwei Drittel am Wohngebäudebestand haben (bezogen auf die Zahl an Gebäuden, nicht an Wohnungen). Wohngebäude mit mehr als einer Wohnung haben, bezogen auf die reine Anzahl der Gebäude, einen geringeren Anteil, sie stellen aber einen Großteil des Wohnraums zur Verfügung: Über zwei Drittel des deutschen Wohnungsbestandes befinden sich in Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen. Dies ist insbesondere auf einen hohen Anteil von Gebäuden mit vielen Wohnungen in den Städten, Stadtstaaten und ostdeutschen Flächenländern zurückzuführen.

Über die Hälfte der heute bestehenden Wohngebäude in Deutschland wurde zwischen 1949 und 1990 und 26 Prozent vor 1948 errichtet. Damit sind fast 80 Prozent der Wohngebäude in Deutschland 30 Jahre und älter. In Bayern ist der Gebäudebestand deutlich jünger: Nur 18 Prozent der Wohngebäude stammen aus der Zeit vor 1948 – kein Bundesland hat einen niedrigeren Wert. Der Anteil der Gebäude, die seit 1991 errichtet wurden, ist in Bayern hingegen deutlich höher als im Bundesdurchschnitt; nur Brandenburg hat einen höheren Wert in dieser Altersgruppe als Bayern. Der Wohngebäudebestand Bayerns ist also einer der jüngsten in Deutschland. Auch innerhalb des Freistaats gibt es Unterschiede in der Altersstruktur der Wohngebäude: So liegt der Anteil an Wohngebäuden, die vor 1948 errichtet wurden, zwischen 13 Prozent in Oberbayern und fast 25 Prozent in Oberfranken.

A 01 –1 Baualtersklasse der Wohngebäude in Deutschland und Bayern

Anteile beziehen sich auf bewohnte Wohnungen ohne Wohnheime 2018.



Mit der Zunahme der Anzahl an Wohngebäuden, insbesondere an Ein- und Zweifamilienhäusern, die tendenziell eine größere Wohnfläche pro Wohnung aufweisen, sind auch die Wohnflächen gestiegen. Im Jahr 2019 betrug die Wohnfläche der 42,5 Millionen Wohnungen in Deutschland insgesamt etwa 3.908 Millionen m² – mehr als jemals zuvor. Davon entfielen rund 16 Prozent bzw. 633,2 Millionen m² auf die 6,5 Millionen Wohnungen in Bayern. Die durchschnittliche Wohnungsgröße in Deutschland betrug im Jahr 2019 damit rund 92 m²; im Jahr 2000 waren es noch 85 m². Der Anstieg der durchschnittlichen Fläche je Wohnung weist darauf hin, dass neu gebaute Wohnungen tendenziell größer werden. So beträgt die durchschnittliche Fläche von Wohnungen in Gebäuden, die zwischen 1949 und 1978 errichtet wurden, 87 m² und in Gebäuden, die ab 2011 gebaut wurden, 116 m².

01.2 Wohnungsmarkt und Bürokratie

Die deutliche und anhaltend hohe Zunahme von Bevölkerung und Haushalten in der letzten Dekade im Freistaat haben insgesamt zu einem deutlichen Anstieg der Nachfrage nach Wohnraum geführt. Der hohe Zuzug in viele bayerische Regionen erfolgt im Kontext einer starken Wirtschaftskraft sowie eines hohen Fachkräftebedarfs. Gerade in Städten ist die Nachfrage nach Wohnraum teilweise schneller gewachsen als das Angebot, sodass sich die Lage auf den oftmals ohnehin bereits angespannten Wohnungsmärkten weiter verschärft. Zwischen 2013 und 2019 wurden rechnerisch rund 36.000 Wohnungen zu wenig gebaut.

Allerdings verläuft die Nachfrageentwicklung im Freistaat regional unterschiedlich. So gibt es auch schrumpfende Regionen, die einen Rückgang bei der Nachfrage nach Wohnraum erwarten. In Bayern weisen 56 Prozent der Städte und Gemeinden einen angespannten Wohnungsmarkt auf (Deutschland: 48 Prozent). In Teilregionen, etwa in Oberfranken und der Oberpfalz, fallen die Baufertigstellungen dagegen höher aus als die Bevölkerungszunahme.

Auch in den kommenden Jahren werden die Haushaltszahlen (mehr Ein- und Zweipersonenhaushalte) und damit die Wohnungsnachfrage in Bayern insgesamt weiter steigen. Insbesondere bezahlbarer Wohnraum im preisgebundenen sowie freien Mietwohnungsbau fehlt in vielen bayerischen Regionen. Auch hier zeigt die Bevölkerungsvorausberechnung allerdings ein differenziertes Bild: Während Oberbayern und Schwaben eine weitere Bevölkerungszunahme verzeichnen, wird die Bevölkerung in Oberfranken, Teilen Unterfrankens und der Oberpfalz voraussichtlich deutlich abnehmen, sodass hier von einer stagnierenden oder sinkenden Wohnungsnachfrage mit einer möglichen Zunahme von Leerständen auszugehen ist.

Zentrale Herausforderungen für die Entwicklung der bayerischen Wohnungsmärkte

Wohnraum bedarfsorientiert steuern

Aufgrund variierender regionaler Nachfrageentwicklungen kommt es in Zukunft auf die richtige und bedarfsorientierte Steuerung bei der Erweiterung des Wohnungsbestands an. Für die zukünftige Angebotserweiterung müssen demografische Wendepunkte vorausschauend in den Blick genommen und mögliche Angebotserweiterungen daran ausgerichtet werden. Gemeinden mit stagnierender und rückläufiger Nachfrage müssen zum Erhalt ihrer Attraktivität als Wohnstandort die Sicherung der wohnortnahen Infrastruktur und Zentrenstruktur in den Fokus ihrer zukünftigen Entwicklung stellen.

Barrierefreier und altersgerechter Wohnraum

Die fortschreitende Alterung der Gesellschaft steigert die Nachfrage nach mehr barrierefreiem und altersgerechtem Wohnraum im städtischen, aber auch im ländlichen Raum. Der Bedarf an barrierefreien Neubauten steigt, daneben aber vor allem auch der Bedarf an altersgerechter Wohnraumanpassung durch Umbaumaßnahmen (u. a. Rampen, Beseitigung von Schwellen und Stufen, Assistenzsysteme).

Kleine Wohneinheiten

Mit der Reduzierung der durchschnittlichen Haushaltsgröße und hohen Miet- und Kaufpreisen erhöht sich der Bedarf an kleineren Wohneinheiten mit flexiblen Grundrissen, die sich leichter an sich ändernde Bedarfe der Nutzer*innen anpassen lassen.

Bauweisen verdichten, Kosten reduzieren

Hohe Bodenpreise und das Ziel einer geringeren Flächeninanspruchnahme erfordern verdichtete Bauweisen und die Erhöhung der baulichen Dichten (GRZ (Grundflächenzahl) und GFZ (Geschossflächenzahl)). Die Bauwirtschaft, Investoren sowie Kommunen sind gefordert, auch mit weniger Flächen eine attraktive Nutzungsmischung und Quartiersentwicklung voranzutreiben. Eine Stärkung des Mehrfamilienhaussegments und mehrgeschossiger Bauweisen auch in kleineren Gemeinden kann dazu beitragen, die zukünftige Wohnungsnachfrage bedarfsgerecht zu decken. Um Folgekosten für Infrastruktur und Daseinsvorsorge geringer zu halten und einer zusätzlichen Zersiedlung entgegenzuwirken, stehen im urbanen Raum insbesondere Nachverdichtungen und Arrondierungen der Siedlungsflächenentwicklung, orientiert an der Zentrenstruktur, ÖPNV-Haltepunkten sowie Verkehrsknotenpunkten, im Fokus der Bestandserweiterung.

Berücksichtigung des Stadtklimas

Aufgrund der Folgen des Klimawandels müssen bei der zukünftigen Bestandserweiterung neben den versiegelten Flächen auch die Folgen für das Stadtklima bei der Standortwahl berücksichtigt werden.

Mehr (bezahlbare) Wohnungen bauen

Gerade in angespannten Wohnungsmärkten ist die Schaffung von mehr bezahlbarem Wohnraum und Mietwohnraum (preisgebunden und frei) von herausragender Bedeutung. Hier müssen der überdurchschnittlichen Kostensteigerung und Baupreisentwicklung entgegengesteuert werden (u. a. Preisdämpfung, Bodeninstrumente, Baulandpolitik und Baulandmobilisierung der Kommunen, Anwendung neuer Instrumente). Auch die Reaktivierung und der Ausbau von Werkwohnungen (neue Konzepte und Modelle, u. a. steuerliche Anreize) können in besonders angespannten Wohnungsmärkten für Unternehmen wichtige Instrumente sein, um Fachkräfte zu gewinnen. Hinzu kommen die Aktivierung und Nutzung von Firmennetzwerken und Services von regionalen Partnern (u. a. Welcome-Center, Relocation-Services von Kammern/Wirtschaftsförderung), um Fachkräfte mit Wohnraum zu versorgen. Auch innerhalb der Gesellschaft muss ein Wandel angestoßen werden: Widerstände gegen Wohnungsneubau und Modernisierung sind abzubauen und die Beschleunigung von Planungsverfahren (Reduzierung von Einwänden gegen Neubauprojekte) zu ermöglichen.

Für (bezahlbaren) Wohnraum müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, die das Planen und Bauen beschleunigen und vereinfachen sowie zu einer Senkung bzw. Stabilisierung der Baukosten beitragen.

A 01 –2

Auswahl von Themenfeldern mit beispielhaften Belastungen durch Bürokratie und Regulierung im Bereich Planen und Bauen

Verwaltungsstrukturen

Komplexes föderales Zuständigkeitsgeflecht erschwert u. a. serielles Bauen und Sanieren

Öffentlichkeits- und Bürgerbeteiligung

Hohe Anzahl von Stellungnahmen und Anhörungen können Verfahren teilweise verzögern

Genehmigungsverfahren

Verzögerungen und Unsicherheiten im Genehmigungsverfahren erschweren Planbarkeit. Es entstehen Irritationskosten sowie Mindereinnahmen

Hürden bei der Digitalisierung

U. a. Ausbaubedarf bei digitalen und medienbruchfreien Antrags- und Genehmigungsverfahren

Öffentliche Vergabeverfahren

Starre, unflexible Vergabeverfahren (u. a. Preisorientierung) erschweren in Teilen Innovation und Optimierung von Bauverfahren

Hürden für verdichtetes Bauen

U. a. Schallschutz, Abstandflächenregelung und Stellplatzrecht stellen Hindernisse für Ausschöpfung der baulichen Dichte dar

Technische und energetische Standards

Steigende technische und energetische Standards mit teils hohen Auswirkungen auf Gestehungskosten

Quelle: Eigene Darstellung Prognos 2021

Hierzu zählen unter anderem die Beseitigung von vermeidbarer Bürokratie und Regulierung, die Vereinfachung und Beschleunigung von Genehmigungsverfahren sowie die Aufstockung von qualifiziertem Fachpersonal in den Baurechtsbehörden. Im Rahmen der Novellierung der Bayerischen Bauordnung (BayBO) wurde einige Aspekte bereits berücksichtigt. Dazu gehören unter anderem die Genehmigungsfiktion oder Typengenehmigung sowie die stärkere Orientierung an der Musterbauordnung der Bauministerkonferenz. Darüber hinaus kann beispielsweise eine konsequente Digitalisierung von Baugenehmigungsverfahren mit einem digitalen Projekt- und Wissensmanagement ergänzt werden und zu einer Beschleunigung von Genehmigungsverfahren beitragen.

Kostentreibend wirken allerdings auch die Bodenpreise. Auch deshalb müssen die bauliche Dichte erhöht und neue Quartierslösungen für eine stärker verdichtete und gemischte Bauweise entwickelt werden. Hier können Städte und Gemeinden beispielsweise durch Anpassungen von Stellplatz- und Abstandsregelungen einen Beitrag leisten.

01.3 Wirtschaftliche Bedeutung des Bauwesens

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Bau-sektors wird je nach Abgrenzungskonzept unterschiedlich bewertet. In der amtlichen Statistik umfasst die Bauwirtschaft (Baugewerbe) in der Regel die Bereiche Bauhauptgewerbe sowie Ausbaugewerbe. Das Bauhauptgewerbe umfasst vor allem den Bau von Gebäuden und Infrastrukturen

(z. B. Straßen und Bahnverkehrsstrecken, Leitungstiefbau und Kläranlagenbau) sowie Abbrucharbeiten und vorbereitende Baustellenarbeiten. Das Ausbaugewerbe befasst sich vor allem mit Bauinstallationen (z. B. Elektrik, Heizung und Lüftung, Sanitärarbeiten, Fensterbau, Bodenbelagsarbeiten, Malerarbeiten).

A 01 –3

Große Bedeutung der Bauwirtschaft

Hinzu kommt noch der Umsatz der vielen kleineren Betriebe des Ausbaugewerbes mit weniger als 10 tätigen Personen, die statistisch nicht erfasst sind.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Bausektors geht noch deutlich über die oben definierte Bauwirtschaft hinaus, da sie mit einer Vielzahl von vor- und nachgelagerten Bereichen und Branchen eng verknüpft ist. Hierzu zählen beispielsweise Dienstleistungen aus den Bereichen Logistik, Finanzen, Grundstücks- und Wohnungswesen, bestimmte freie bzw. planende Dienstleistungen (z. B. Architekten, Statiker) sowie industrielle Vorleistungen und rohstoffnahe Branchen. Je nach Berechnungs- und Abgrenzungskonzept wird die gesamtwirtschaftliche Bedeutung des Wirtschaftsfaktors „Bauen“ unterschiedlich bewertet. Nach Schätzungen für das Jahr 2004 hat die Wertschöpfungskette Bau jeden zehnten Euro Wertschöpfung in Deutschland erwirtschaftet und war für rund 12 Prozent der Gesamtbeschäftigung verantwortlich.

Wirtschaftliche Entwicklung und Bautätigkeit sind eng miteinander verbunden. Der Anteil der deutschen Bauinvestitionen am BIP schwankte in den vergangenen zwei Jahrzehnten zwischen 10 und 12 Prozent. Damit ist die Bauwirtschaft von zentraler Bedeutung für die Volkswirtschaft.

Konjunkturstabilisierende Wirkung

Grundsätzlich wird sowohl bei schlechter als auch bei guter wirtschaftlicher Lage gebaut, zumal sich Planung und Bau oftmals über mehrere Jahre erstrecken. Damit weisen Bauinvestitionen tendenziell geringere zyklische Schwankungen auf als Ausrüstungsinvestitionen und wirken somit konjunkturstabilisierend. Allerdings weist der Wirtschaftsbau eine hohe Konjunkturabhängigkeit auf, da eine schlechtere wirtschaftliche Entwicklung insbesondere die Nachfrage nach gewerblichen bzw. industriellen Bauten dämpft.

Die Nachfrage nach qualitativ hochwertigen, anspruchsvollen Bauten ist hingegen weniger von der konjunkturellen Lage direkt getrieben. Vielmehr spielt eine Vielzahl anderer Faktoren eine Rolle, wie Baustandards und regulatorische Anforderungen. Zudem haben z. B. Bodenpreise sowie die beabsichtigte Nutzungsart (Eigennutzung, gewerbliche Vermietung, private Vermietung) einen Einfluss darauf, zu welchem Ausmaß hochwertig und ästhetisch anspruchsvoll gebaut wird.

A 01 –4

Auswirkungen der Corona-Krise im Jahr 2020 vergleichsweise gering

Allerdings können die Effekte versetzt auftreten. So konnte sich das Bauhauptgewerbe als einer der wenigen Wirtschaftsbereiche gegen den Einbruch 2020 behaupten. Im Dezember 2020 erreichte der Umsatz mit rund 11,1 Milliarden Euro erstmals den zweistelligen Milliardenbereich innerhalb eines Monats. Im Gesamtjahr 2020 ist der Umsatz um 6,6 Prozent auf 99,4 Milliarden Euro gestiegen. Damit stieg der Umsatz im Bauhauptgewerbe im zehnten Jahr in Folge

und erreichte erneut einen neuen Höchststand. Die Kapazitätsauslastung erreichte im Februar 2020 mit 85 Prozent ein historisch hohes Niveau und betrug Ende 2020 weiterhin fast 80 Prozent. Im Corona-Jahr 2020 hatten die deutschen Bauinvestitionen einen Anteil von rund 50 Prozent an den gesamten Anlageinvestitionen und einen Anteil von rund 11 Prozent am BIP. Damit waren sie eine wichtige Stütze der Konjunktur.

Baugewerbe entwickelt sich positiv weiter

Auch für die Zukunft prognostiziert die Studie *Constructing Our Future* eine positive Entwicklung des Baugewerbes, nicht zuletzt aufgrund der zahlreichen Anforderungen, die sich aus dem Klimaschutz ergeben. Die preisbereinigte Bruttowertschöpfung wird demnach im deutschen Baugewerbe 2021 um 2,5 Prozent und zwischen 2019 und 2030 um durchschnittlich 1,3 Prozent pro Jahr wachsen – also mittelfristig etwa im Branchendurchschnitt. Für Bayern wird mit 2,7 beziehungsweise 1,5 Prozent eine ähnliche Entwicklung prognostiziert. Die Entwicklung der Bruttowertschöpfung im Baugewerbe ist auf verschiedene Faktoren zurückzuführen, die teils gegenläufig wirken.

- Ein wesentlicher Einflussfaktor ist der demografische Wandel, der die Baunachfrage insgesamt dämpft.
- Bei gewerblichen Bauten ist aufgrund der in einigen Branchen nach wie vor erhöhten wirtschaftlichen Unsicherheit vorerst eine gedämpfte Entwicklung zu erwarten, mittelfristig ggf. auch durch die Veränderungen in der Arbeitswelt. Die öffentlichen Bauinvestitionen sollten infolge des Konjunkturpakets zwar temporär zunehmen, eine künftige Konsolidierung der öffentlichen Haushalte würde die öffentlichen Auftragsvergabe aber mittel- und langfristig bremsen.
- Der Wohnungsbau sollte sich weiter positiv entwickeln, da Wohnimmobilien infolge des anhaltenden Niedrigzinsumfelds weiterhin eine attraktive Anlageform bleiben.
- Die politischen Klimaschutzziele erfordern beispielsweise die energetische Sanierung von Gebäuden, den Umbau von Produktionsanlagen sowie den Ausbau von erneuerbaren Energien, Stromnetzen (sowohl auf den Übertragungs- als auch auf den Verteilnetzebenen) und Ladesäulen. Sie wirken somit positiv auf die Bautätigkeit. Auch der Klimawandel

- bedingt vermehrt technische und bauliche Anpassungen und Vorkehrungen (z. B. Regenrückhaltebecken, Verschattungselemente).
- Die Digitalisierung erfordert sowohl bauliche Änderungen an bestehenden Gebäuden und Infrastrukturen als auch den Auf- und Ausbau neuer Infrastrukturen. Dies dürfte ebenfalls positive Nachfragewirkungen im Baugewerbe entfalten, aber hinter der Wirkung der anderen Faktoren zurückbleiben.
- Allerdings schränkt der demografische Wandel das Angebot an Fachkräften im Bau und Handwerk zunehmend ein. Zudem bleiben unzureichende Planungs- und Verwaltungskapazitäten sowie langwierige Planungs- und Genehmigungsverfahren als Engpassfaktoren erhalten.

2030 könnten 210.000 Fachkräfte fehlen

Nach den Szenariorechnungen der Prognos AG wird sich die potenzielle Arbeitskräftelücke im Baugewerbe in Deutschland bis 2030 auf rund 210.000 Personen belaufen. Sie ist damit etwas kleiner als im produzierenden Gewerbe, wo sie sich auf knapp 13 Prozent der dort Erwerbstätigen beläuft (im Dienstleistungssektor sind es rund 8 Prozent). Die berechnete Arbeitskräftelücke wird als potenziell bezeichnet, da sie eine Situation darstellt, in der keine (politischen) Maßnahmen zu ihrer Vermeidung ergriffen werden (z. B. Erhöhung der Erwerbsbeteiligung und Arbeitszeit, Um- und Weiterbildung, Gestaltung der Zuwanderung).

Im Baugewerbe werden neben Fachkräften in typischen Bauberufen insbesondere auch Fachkräfte in (technischen) Berufen fehlen, die auch in anderen Branchen gebraucht werden (z. B. im Maschinenbau, in der Informations- und Kommunikationsbranche).

In den Szenariorechnungen ist die Arbeitskräftelücke in der Bauwirtschaft vor allem auf folgende Berufe zurückzuführen:

- Gebäude- u. versorgungstechnische Berufe
- Bauplanung, Architektur und Vermessungsberufe
- (Innen-)Ausbauberufe
- Unternehmensführungs- und -organisationsberufe
- Mechatronik-, Energie- und Elektroberufe
- Maschinen- und Fahrzeugtechnikberufe
- Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe

Ein Engpass in diesen Berufen wird sich entscheidend auf die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit der Bauwirtschaft auswirken. Eine im Rahmen der Studie *Constructing Our Future* durchgeführte Umfrage zeigt, dass vor allem Unternehmen der Baubranche aufgrund eines Mangels an Fachkräften an ihrem derzeitigen Unternehmensstandort in Bayern kaum noch wachsen können. Gleichwohl können der Einsatz neuer Technologien, wie Digitalisierung und Automatisierung, sowie zukünftige Veränderungen bei der Berufswahl und Erwerbsbeteiligung dem Engpass entgegenwirken.

Zudem benötigen Fachkräfte im Bau- und Ausbaugewerbe künftig weitere Qualifikationen, die sich unter anderem aus der zunehmenden Digitalisierung im Bauwesen

Stark fragmentierte Bauwirtschaft

Eine Besonderheit der deutschen Bauwirtschaft ist die starke Fragmentierung und die große Anzahl von kleineren und mittelständischen Unternehmen, sowohl in den planenden Berufen als auch bei den Bauunternehmen und den Zulieferern. Im Bereich Architektur und Stadtplanung haben die Unternehmen meist nur bis zu fünf Mitarbeiter. Im Bauhauptgewerbe sind rund 99 Prozent der Unternehmen kleine und mittlere Unternehmen – sehr oft Familienbetriebe.

In Bayern sind rund 66.000 Unternehmen im Baugewerbe tätig. Hinzu kommen Unternehmen in vor- und nachgelagerten Branchen, die Bauleistungen mit ihren Produkten und Dienstleistungen ergänzen und unterstützen. Eine systematische Analyse und Eingrenzung von Schlüsselunternehmen der bayerischen Bauwirtschaft im weiteren Sinne lässt spezifische Produkte und (Teil-)Märkte erkennen, in denen der Freistaat eine führende Rolle einnimmt und national wie international wahrgenommen wird. Gerade Unternehmen in vor- und nachgelagerten Bereichen zur Bauwirtschaft besetzen mit ihren Produkten innovative Teilmärkte und weisen eine hohe Zukunftsorientierung auf.

und Ausstattung von Gebäuden mit Haus- und Versorgungstechnik ergeben. Diese Veränderungen gilt es bei der Ausgestaltung der Ausbildung zu berücksichtigen, um eine hohe Qualität und damit Effektivität der Maßnahmen sicherzustellen.

Insgesamt kann man davon ausgehen, dass es in der Bauwirtschaft noch Produktivitätsreserven gibt, die erschlossen werden können. So ist die Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität im deutschen Baugewerbe zwischen 1998 und 2015 im Vergleich zur Gesamtwirtschaft unterdurchschnittlich. Gleichwohl war sie noch leicht positiv und damit höher als in Ländern wie Frankreich, Spanien, Italien und Schweden, die eine negative Entwicklung der Arbeitsproduktivität verzeichneten.

Die Studie *Constructing Our Future* identifiziert 65 Leitunternehmen im Freistaat, die durch ihre Größe, Unternehmensumsätze, innovativen Produkte und Dienstleistungen oder die Besetzung von Nischenmärkten durch spezielle Produkte (Hidden Champions aus dem Mittelstand) zur Profilierung der bayerischen Bauwirtschaft inklusive vor- und nachgelagerter Branchen beitragen. Die Abbildung A 02-5 gibt einen Überblick über die Kompetenzbereiche und Profile.

A 02–5

Profil und Produkte der bayerischen Bauwirtschaft

<p>■ Bauhauptgewerbe (u. a. Hochbau, Tiefbau, Straßenbau, Tunnelbau, Gleisbau, Netzbau)</p>	<p>● Fertighäuser/Modulbau/Fassade</p>
<p>■ Bauchemie/chemische Produkte</p>	<p>● Zement/Teile zur Betonverarbeitung</p>
<p>■ BIM/Software</p>	<p>● Elektr. Messinstrumente/ Vermessungstechnik</p>
<p>■ TGA Technische Gebäudeausrüstung</p>	<p>● Sonnenschutz/Fenster</p>
<p>■ (Groß-)Baumaschinen/ Spezialbaugeräte</p>	<p>● Spezialmaschinenbau (u. a. zur Baustoffverarbeitung)</p>
<p>■ Nischenanbieter/sonstige Produkte (u. a. Schutzausrüstung, Bauwerkschutz, Seil- und Hebeteknik)</p>	<p>● Handel- und Hausgeräte</p>

Quelle: Eigene Darstellung Prognos 2021

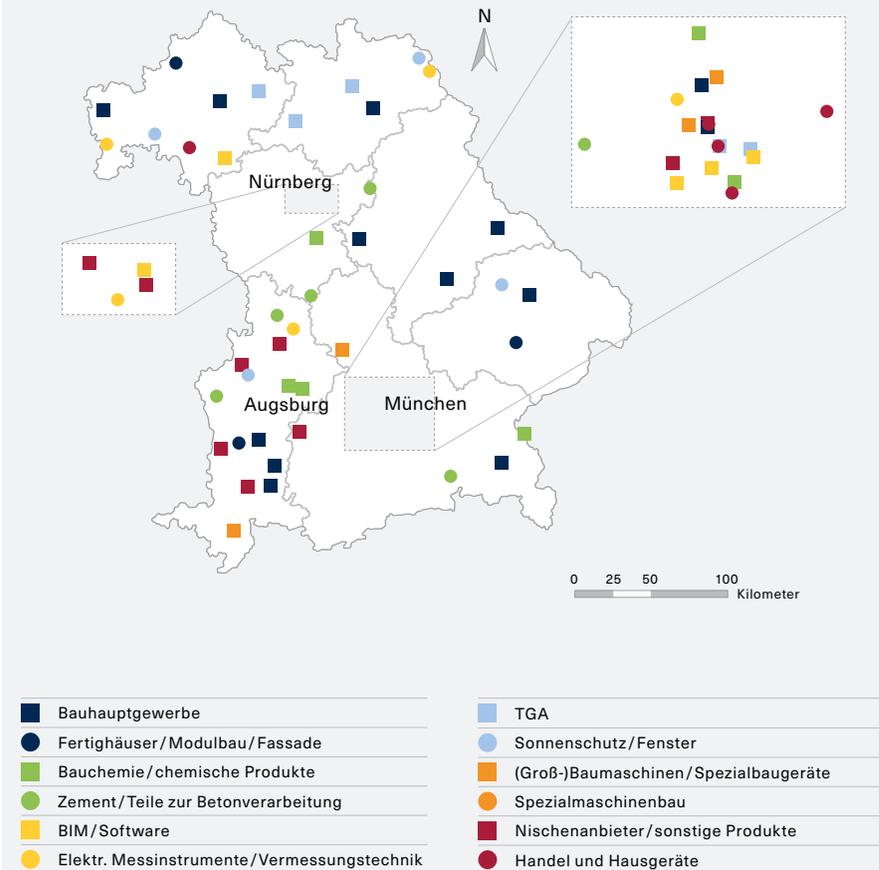
In dem stark regional und national ausgerichteten Markt der Bauwirtschaft, der im Bauhauptgewerbe vornehmlich von KMU sowie von ausführenden Handwerksbetrieben geprägt wird, tragen insbesondere die identifizierten Leitanbieter zu einer Spezialisierung und Kompetenzentwicklung durch innovative Produkte, Bauteile und spezifische Lösungen bei und unterstützen dadurch die Exportorientierung der bayerischen Bauwirtschaft. Dabei erschließen die führenden Leitanbieter aus Bayern im Rahmen der Marktentwicklung neben europäischen Ländern zunehmend auch internationale Märkte in Asien mit wachsendem Bau- und Infrastrukturbedarf. Gerade auf Baustellen im Bereich des Neubaus sowie Umbaus von großen und komplexen Gebäuden (Werke/Produktionsanlagen, Hochhäuser, Krankenhäuser) und Infrastrukturprojekten kommen Produkte und Lösungen von führenden Leitanbietern (Bau-/Arbeitsmaschinen, Module zur Technischen Gebäudeaustattung (TGA)) aus Deutschland und Bayern verstärkt zum Einsatz.

Das zeigt das Marktpotenzial auf, insbesondere beim Wechsel von der kleinteiligen manufakturartigen Produktion hin zu einer erfolgreichen Besetzung von industriellen Teilmärkten mit skalierungsfähigen Produkten und hoher Stückzahl. Durch die industrielle Vorfertigung von Bauteilen, Komponenten und Modulen können Planungsprozesse anhand vordefinierter Produkt- und Gebäudestandards (u. a. TGA-Planung, Gebäudetypologien) vereinfacht und Montagezeiten auf Baustellen durch die Anlieferung von vorgefertigten Modulen deutlich verkürzt werden. Gerade für seriellen Wohnungsneubau ergeben sich durch die industrielle Vorfertigung von Modulen nach dem Baukastenprinzip, insbesondere in Verbindung mit der digitalen Planung (siehe näher unter 01.1.2 Digitalisierung der Planung), deutliche Effizienz- und Kostenvorteile in Form von kürzeren Planungs- und Montagezeiten.

Die Standorte der Leitanbieter der Bauwirtschaft sind über den gesamten Freistaat verteilt. Unternehmen aus dem Bauhauptgewerbe sind in allen Regionen vertreten.

A 01 –6

Regionale Verteilung der 65 Leitanbieter der bayerischen Bauwirtschaft



Quelle: Eigene Darstellung Prognos 2021

Analyse

Trends und Rahmenbedingungen

Anforderungen an das Planen und Bauen der Zukunft ändern sich

Bereits heute sind die Bereiche Planen und Bauen mit veränderten Anforderungen konfrontiert, die sich vor allem aus dem demografischen Wandel (z. B. altersgerechtes und barrierearmes Bauen sowie flexible Grundrisse) sowie aus dem Klimaschutz und -wandel ergeben. Gleichzeitig führt die weiter fortschreitende digitale Transformation dazu, dass sich Arbeits- und Mobilitätsroutinen verändern und damit neue Ansprüche an die gebaute Umwelt entstehen. Die gesellschaftlichen Transformationsprozesse werden zukünftige umwelt-, verkehrs- und wirtschaftspolitische Maßnahmen prägen und das Planen und Bauen der Zukunft maßgeblich beeinflussen. Das Bewusstsein für die Bedeutung nachhaltigen Handelns ist bereits heute in der Wirtschaft etabliert und wird beispielsweise bei der Ausrichtung von Geschäftsmodellen sichtbar.

02.1 Klimaschutz im Bau und Klimawandelfolgen

Klimaneutralität bis 2045

Deutschland hat seine Klimaschutzziele im Sommer 2021 verschärft und sich nunmehr verpflichtet, seine Treibhausgase bis 2030 um 65 Prozent und bis 2040 um 88 Prozent zu reduzieren. Klimaneutralität soll bis 2045 erreicht werden. Ab 2050 sind bilanziell negative Emissionen geplant. Um die Klimaschutzziele zu erfüllen, ist eine langfristige Transformation notwendig, die zwar deutliche Umsteuerungen erfordert, aber technologisch machbar ist (vgl. ausführlich die vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020, und die darauf aufbauenden gleichnamigen Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats). Einen großen Hebel dafür bieten Bau

A

02

und Betrieb von Gebäuden und Infrastrukturen, die für über 40 Prozent der deutschen THG-Emissionen verantwortlich sind. Hier entstehen THG-Emissionen vor allem energiebedingt bei Nutzung der Gebäude (v. a. Heizen) und im Umwandlungssektor bei der Bereitstellung von Strom sowie energie- und prozessbedingt bei der Herstellung der Baumaterialien (v. a. Eisen und Stahl, Zementklinker). Damit bietet der Bau- und Gebäudesektor ein enormes Potenzial zur Reduktion der THG-Emissionen – vor allem durch den Einsatz von Klimaschutztechnologien sowie die Verwendung von nachwachsenden Baustoffen.

Gebäudesektor verfehlt 2020 knapp die Klimaschutzziele

Das Klimaschutzziel 2020 wurde zwar insgesamt erreicht, im Gebäudesektor jedoch knapp verfehlt. Aktuelle Szenarien zeigen, dass Deutschland mit den bereits beschlossenen Maßnahmen diese „alten“ Ziele bis 2030 in den meisten Sektoren nahezu, jedoch nicht vollständig erreicht hätte. Im Hinblick auf die neuen Ziele sind deshalb erst recht weitere Anstrengungen erforderlich. Diese Maßnahmen und Instrumente haben wiederum einen wesentlichen Einfluss auf das Planen und Bauen der Zukunft. Das betrifft den Gebäudesektor einerseits unmittelbar (z. B. Verwendung CO₂-arm produzierter Baustoffe, Wärmedämmung, erneuerbare Heizungswärmeherzeugung) und andererseits über Maßnahmen in den anderen Sektoren, da die hier erforderlichen Maßnahmen oftmals Bautätigkeiten erfordern (z. B. Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen, Prozessanlagen sowie Infrastrukturen).

Hoher privater und öffentlicher Investitionsbedarf

Die Transformation zu Klimaneutralität geht mit signifikanten privaten und öffentlichen Investitionsbedarfen einher – insbesondere in klimafreundliche Technologien, die die Treibhausgasemissionen und -konzentration im Zeitverlauf dauerhaft senken. Die erforderlichen Mehrinvestitionen, also Investitionen, die über die ohnehin getätigten Klimaschutzinvestitionen hinausgehen, werden im Gebäudesektor bis 2050 in Summe auf 366,3 Milliarden Euro bzw. im Durchschnitt auf 11,8 Milliarden Euro pro Jahr geschätzt. Im Industriesektor beträgt der Mehrinvestitionsbedarf in Anlagen (und Gebäude) bis 2050 in Summe 462,1 Milliarden Euro bzw. im Durchschnitt 14,9 Milliarden Euro pro Jahr. Allerdings betreffen davon einige Investitionen Industrien, die für die Bauwirtschaft nicht bzw. nur teilweise relevant sind. Hinzu kommen noch Investitionen für die Transformation des (bauwirtschaftlichen) Verkehrs.

Herausforderung Nutzer-Investor-Dilemma

Da die meisten Gebäude, die für einen klimaneutralen Gebäudesektor benötigt werden, bereits heute bestehen und Neubauten vergleichsweise hohe energetische Standards aufweisen, liegt der Fokus bei der Emissionsreduktion auf Bestandsgebäuden. Bis 2030 entfällt auf Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz von Gebäudehüllen fast die Hälfte des Mehrinvestitionsbedarfs im Gebäudesektor. Hier bestehen oft Hindernisse bei der Umsetzung. Beispielsweise können Denkmalschutzaufgaben oder andere bauliche Restriktionen (Fachwerk, unzugängliche Wände und Keller usw.) dazu führen, dass Reduktionen des Wärme- und Kältebedarfs nicht realisiert werden können. Zudem ist eine große Herausforderung im Gebäudesektor, dass Investoren bzw. Eigentümer*innen von energetischen Maßnahmen nicht direkt profitieren. Die Nutzen können hingegen einen Vorteil erzielen (z. B. in Form von Energie(kosten)einsparungen), während die Kosten der Maßnahmen nur teilweise auf die Nutzenden (Mieter) umlegbar sind.

Damit besteht die Gefahr, dass die Maßnahmen für Eigentümer*innen nicht attraktiv genug sind und folglich unterbleiben. Dieses

sogenannte Nutzer-Investor-Dilemma betrifft in Deutschland vor allem Wohngebäude, die nur zu rund 46 Prozent vom Eigentümer selbst genutzt werden. Bei den NWG beträgt die Eigentümerquote schätzungsweise etwa 70 Prozent. Zudem verkomplizieren und verlängern langwierige Planungs- und Genehmigungsprozesse Effizienzvorhaben und machen diese damit – aus Sicht des Investors – unwirtschaftlicher. Bei Wohnungseigentümergeinschaften (WEG), die fast ein Viertel aller Wohneinheiten umfassen, stellt sich die Herausforderung, dass Sanierungsmaßnahmen i. d. R. gemeinsam beschlossen und finanziert werden müssen. Weitere Herausforderungen bestehen in der lückenhaften Datenbasis zur energetischen Qualität des Bestands sowie dem Fehlen belastbarer Entscheidungsgrundlagen für eine optimale Sanierungsstrategie.

Gebäude und die Bauwirtschaft selbst sind den Folgen des Klimawandels in erheblichem Maße ausgesetzt und daher besonders aufgefordert, sich bereits jetzt umfassend mit der Erhöhung der Resilienz sowohl in Bezug auf die Gebäudesubstanz selbst als auch auf die Bautätigkeiten zu befassen. (siehe Abbildung A 02-1).

A 02-1

Auswahl möglicher Auswirkungen der Klimasignale auf den Baubereich

	Auswirkungen auf die Gebäudesubstanz	Auswirkungen auf die Funktion des Gebäudes	Auswirkungen auf die Bautätigkeiten
Starkregen, Hochwasser	(Folge-)Schäden durch eindringende Feuchtigkeit Mechanische (Folge-)Schäden durch Schlagregen	Folge-)Schäden und beeinträchtigte Nutzbarkeit bei Flutung von Gebäudebereichen, v. a. Kellern	Verzögerte Abläufe durch (stehendes) Wasser in Baugruben und Rohbauten
Sturm, Hagel, Schneelast	Schäden an Dach- und vorstehenden Gebäudebereichen durch Zug- und Sogwirkung von Windböen und Schneelast	(Folge-)Schäden und beeinträchtigte Nutzbarkeit infolge von angewehten Gegenständen, Ästen, etc. sowie von Schneemassen	Schäden und Verzögerungen durch umstürzende bzw. wegwehende Werkzeuge, Fahrzeuge und Materialien sowie Schäden an diesen
Hitze	Schäden an der Bausubstanz bspw. durch Verformungen	Heißes Innenraumklima führt zu gesundheitlichen Folgen durch Einschränkung von thermischem Komfort, Produktivität und Leistungsfähigkeit	Gesundheitliche Folgen für Bauarbeitende durch direkte Exposition der Sonneneinstrahlung oder hohen Lufttemperaturen

geringe Auswirkung
 mittlere Auswirkung
 hohe Auswirkung

Quelle: Eigene Darstellung Prognos 2021

Neue Export- und Wachstumsmöglichkeiten/ veränderte Nachfragestrukturen

Die neuen Anforderungen, die der Klimawandel an das resiliente, klimagerechte Bauen stellt, bieten Chancen für Unternehmen, neue Export- und Wachstumsmöglichkeiten mit relevanten Technologiefeldern und der Besetzung neuer Schlüsselkompetenzen zu erschließen, die bei fortschreitendem Klimawandel weltweit voraussichtlich an Bedeutung gewinnen (vgl. dazu insbesondere auch Studie und Handlungsempfehlungen des Zukunftsrats *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen. 2020*). Sie führen insgesamt zu veränderten Nachfragestrukturen bei klimaangepassten Baumaterialien und Ausführungen. Auch ein erhöhtes (energetisches) Sanierungs- sowie Anpassungsaufkommen wird eine Folge sein, das die Bauwirtschaft zukünftig vermehrt adressieren muss. Ähnliches gilt für die Beseitigung von Klimawandelschäden, die ebenfalls eine steigende Nachfrage in der Bauwirtschaft erfahren wird.

02.2 Demografische Entwicklung

Deutlicher Rückgang der Erwerbspersonen

Die Entwicklung der Bevölkerung eines Landes wird im Wesentlichen durch die Geburtenrate, die Lebenserwartung sowie die Wanderungsbewegungen bestimmt. Die demografische Herausforderung besteht jedoch weniger im Rückgang als in der Alterung der Bevölkerung. In den kommenden Jahren erreichen die geburtenstarken Jahrgänge (Babyboomer) in Deutschland das Rentenalter und scheiden aus dem Arbeitsmarkt aus. Damit kommt es zum einen zu einem deutlichen Rückgang des Arbeitskräfteangebots und zum anderen stehen immer weniger Erwerbspersonen immer mehr Rentner*innen gegenüber. Damit wird sich der Fachkräftengpass, der sich – auch getrieben durch weitere Entwicklungen wie die digitale und klimapolitische Transformation – in einigen Bereichen bereits heute zeigt, in Zukunft weiter verschärfen. Zusätzlich ändern sich die Anforderungen an die gebaute Umgebung. Das betrifft neben barriere-reduziertem Bauen auch die Schaffung altersgerechter Wohn-, Arbeits- und Lebensumfelder.

Schrumpfende Bevölkerung und vermehrter Zuzug in Städte und deren Umland

Die Bevölkerung Deutschlands schrumpft in vielen Regionen. Sie altert nicht nur, sondern lebt auch zunehmend in städtischen Räumen. In den letzten Jahren waren es vor allem junge, oft gut ausgebildete Menschen, die den Zuzug in die Städte prägten. Damit ist die Alterung der Bevölkerung in ländlichen Regionen und in den neuen Bundesländern tendenziell stärker ausgeprägt als in den städtischen Gebieten und alten Bundesländern. Neben den Großstädten verzeichnen zunehmend auch umliegende Klein- und Mittelstädte einen deutlichen Zuzug, vor allem von jungen Familien. Dieser „Überschwappeffekt“ auf das Umland ist unter anderem auf die Verfügbarkeit von (günstigeren) Immobilien und Bauland sowie die ruhigere und „grünere“ Umgebung zurückzuführen. Der Trend zur Suburbanisierung wird sich infolge der Digitalisierung weiter verstärken. Zum einen ermöglicht sie zunehmend die Nutzung ortsunabhängiger Arbeitsformen, beispielsweise Homeoffice. Zum anderen bringt sie viele Angebote der Großstadt in den virtuellen Raum, beispielsweise durch Onlineshopping, virtuelle Besuche (z.B. Museen) und Streaming von Filmen und Veranstaltungen (z.B. Konzerte, Theater).

Um den Zuzug zu stemmen, werden städtische Siedlungsflächen oft in den Außenbereichen erweitert. Damit führt die Urbanisierung, zusammen mit dem allgemein steigenden Wohnflächenbedarf pro Kopf, trotz Bevölkerungsrückgang zu einer Zunahme der Wohnflächeninanspruchnahme in Deutschland.

02.3 Neue Lebens-, Arbeits- und Mobilitätswelten als Treiber beim Planen und Bauen

Flexibilisierung der Arbeitswelt

Mit dem Ausbruch der Corona-Pandemie wurden gesellschaftliche Transformationsprozesse beschleunigt, deren langfristige Wirkungen noch offen sind. Die Arbeitswelt veränderte sich bereits vor der Corona-Pandemie mit zunehmender Geschwindigkeit. Treiber der Veränderung sind vor allem die Digitalisierung im Allgemeinen, die Entwicklung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien und die Automatisierung von Prozessschritten. Die digitale Transformation in Unternehmen sowie die weltweiten Lieferketten und Wertschöpfungsprozesse beeinflussen unter anderem die Arbeitsweise in Unternehmen. Vor allem in der Büro- und Wissensarbeit wird die Flexibilisierung der Arbeitswelt weiter zunehmen. Traditionelle räumliche, zeitliche und organisatorische Grenzen von Arbeit reduzieren sich bei gleichzeitig zunehmenden individuellen Entscheidungsmöglichkeiten über Arbeitsort und Arbeitszeit. Wo früher eine rigide „Nine-to-five-Mentalität“ herrschte, wird nun viel häufiger auf individuelle Bedürfnisse und Lebensumstände der Mitarbeitenden eingegangen. Gleichzeitig werden auch die Orte der Leistungserbringung immer vielfältiger. Die Entscheidung über die Lage des eigenen Wohnortes kann aufgrund der Möglichkeit des räumlich verteilten Arbeitens vermehrt unabhängiger vom Unternehmensstandort getroffen werden. Dementsprechend haben die aktuellen Veränderungen in der Büro- und Arbeitswelt nicht nur einen Einfluss auf Unternehmensorganisationen,- kultur- und -standorte, sondern auch auf individuelle Mobilitätsmuster sowie die Entwicklungen auf dem Wohnungsmarkt.

Neubewertung von individuellen Wohnbedarfen

Die zunehmend fließende Grenze zwischen Arbeiten und Wohnen durch mobiles Arbeiten bzw. Homeoffice-Lösungen verändert das bisherige Verständnis von (Pendler-)Mobilität. Die neuen Arbeits- und Mobilitätsroutinen führen zur Neubewertung von individuellen Wohnbedarfen und Lebensentwürfen mit mutmaßlich anhaltenden Auswirkungen auf die Anforderungen an Gebäude und Quartiere sowie die Entwicklung von Städten und Regionen. Beispielsweise ist künftig eine stärkere Etablierung weiterer Funk-

tionsbausteine in Wohnquartieren, wie beispielsweise das Angebot an Nachbarschafts-Coworking-Flächen oder ausgelagerten Satellitenbüros, vorstellbar. Zudem führen die Veränderungen in der Art und Weise der Zusammenarbeit zu einer kritischen Reflexion des Büroflächenbedarfs sowie der Gestaltung der bestehenden Büroflächen- und Strukturen.

Veränderungen in der Daseinsvorsorge

Dies bedeutet auch, dass sich Standortfaktoren und Ansprüche an die Daseinsvorsorge verändern. Sichtbar wird dies beispielsweise in Ortskernen und Innenstädten. Diesen kommt traditionell eine lokale und überregionale, über den täglichen Bedarf hinausgehende Versorgungs- und Handelsfunktion zu, die über viele Jahre hinweg als Anziehungspunkt und Alleinstellungsmerkmal fungierte. Unter anderem durch Digitalisierung und Onlinehandel hat die Innenstadt in den vergangenen Jahren einen Wandel erlebt und Handlungsbedarfe offengelegt, mit denen sich nicht nur der Einzelhandel, sondern auch Kommunen eingehend auseinandersetzen müssen. Obgleich die Transformation deutscher Innenstädte kein neues Phänomen darstellt, bleiben die damit einhergehenden Herausforderungen längerfristig bestehen.

Gebaute Strukturen und Mobilität

Gebaute Strukturen und Mobilität sind stark miteinander verwoben. Innovative Mobilitätsformen stellen neue Anforderungen an die Infrastruktur und wirken sich unmittelbar auf das Bauwesen aus. Das Planen und Bauen ist auch ein Instrument, um politische oder normative Ziele erreichen zu können. So müssen beispielsweise für einen Systemwechsel hin zur Elektromobilität ausreichend Ladepunkte mit entsprechender Leistung geschaffen werden. Beispiele wie Mikromobilitäts-Lösungen, das autonome und vernetzte Fahren oder Lufttaxis zeigen, dass sich vielversprechende technologische Entwicklungen über verschiedene Verkehrsträger hinweg finden lassen.

Alternative Mobilitätsoptionen und Verkehrsmittel

Besonders in größeren Städten spielen flexible Nutzung sowie Kombination von verschiedenen Verkehrs- und Transportmitteln eine wichtige Rolle. Die Zunahme an privaten Pkw übt verstärkt Druck auf die Verkehrsinfrastruktur sowie auf den Parkraumbedarf aus. Daneben rücken alternative Mobilitätsoptionen und Verkehrsmittel zunehmend in den Vordergrund. Innenstädte sind attraktiv, wenn sie komfortabel erreichbar sind. Dieser Komfort, der oftmals durch die Priorisierung des motorisierten Individualverkehrs entsteht, mindert allerdings die Aufenthaltsqualität und Begehrbarkeit der öffentlichen Räume. In diesem Spannungsfeld prüfen Innenstädte die Entlastung des städtischen Verkehrs durch zukunftsfähige ressourcenschonende und individuelle Mobilitätskonzepte.

ÖPNV als Mobilitätsdienstleister

Der öffentliche Personennahverkehr steht vor einem ähnlichen Umbruch wie der motorisierte Individualverkehr. Große Potenziale zeigen sich zukünftig im Bereich autonomer Fahrdienstleistungen. Verkehrsunternehmen des ÖPNV werden in Zukunft zu umfassenden Mobilitätsdienstleistern, die nicht nur herkömmliche Verkehrsmittel wie Busse oder Straßenbahnen betreiben, sondern z. B. auch Bike-Sharing oder Tretroller-Konzepte anbieten, gegebenenfalls auch Seilbahnen und perspektivisch neue Verkehrsträger. Gerade im ländlichen Raum besteht großes Potenzial für bedarfsgesteuerte Angebote, wie z. B. Rufbusse, die bereits zum Einsatz kommen. Dies hat zur Konsequenz, dass neue Verknüpfungspunkte geschaffen werden, die den Umstieg auf die verschiedenen Verkehrsträger innerhalb einer Reisekette erleichtern. Intermodalen Reiseketten und damit verbunden einem entsprechenden „All-In-One“-Ticketsystem wird hierbei in Zukunft eine wichtige Rolle zukommen. Ein weiterer Punkt ist der schienengebundene öffentliche Verkehr, der insbesondere auf Landes- und Kommunalebene eine Vielzahl unterschiedlicher Akteur*innen berücksichtigt und insgesamt Raum für Innovation bietet.

Analyse

A

Zentrale Technologien und Anwendungen für das Planen und Bauen der Zukunft

03

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen eine Vielzahl von Themen, Trends und Entwicklungen, die den Bausektor und die gebaute Umgebung in den nächsten Jahren entscheidend prägen werden. Die veränderten und neuen Anforderungen machen das Bauen und Planen der Zukunft komplexer als bisher und bedingen einen Wandel im Bausektor.

Digitaler, nachhaltiger und resilienter

Für den Umgang mit den Anforderungen und für den Wandel sind Technologien von zentraler Bedeutung, da sie gesellschaftliche Veränderungen ohne Einschränkung der individuellen Zufriedenheit und Lebensqualität ermöglichen. Zudem sind neue Konzepte und Ansätze erforderlich, um beispielsweise Städte und Quartiere bedarfsgerecht weiterzuentwickeln (u. a. hinsichtlich der Themen Wohnraum, alternative Arbeitsorte, Urban Production, Innenstädte)

und ihren Lebenswert zu erhalten. Nachfolgend werden deshalb zentrale Technologien und Anwendungen für das Planen und Bauen der Zukunft sowie deren Problemlösungspotenziale und Wirkungen auf bestimmte Bereiche beschrieben. Im Mittelpunkt stehen dabei Technologien, die den Bau und Betrieb von Gebäuden und Infrastrukturen sowie die Lebens-, Arbeits- und Mobilitätswelten digitaler, nachhaltiger („grüner“) und resilienter machen.

03.1 Bauen unter Klimawandelbedingungen

Für die Transformation hin zum treibhausgasneutralen Bauen und Betreiben von Gebäuden und Infrastrukturen sind Klimaschutztechnologien unverzichtbar und gewinnen mit Verschärfungen der Klimaszutzziele zunehmend an Bedeutung – in Deutschland aber auch weltweit.

Prozessumstellungen, Abscheidungs- und Kompensationstechnologien

Bei den Technologien stehen im Gebäudesektor Effizienztechnologien und Erneuerbare-Energien-Technologien sowie in den Industriebranchen, die zur Herstellung zentraler Baumaterialien (vor allem Stahl und Zement) relevant sind, Prozessumstellungen, Abscheidungs- und Kompensationstechnologien im Vordergrund (siehe Abbildung A 03-1). Zudem geht der zur Transformation des Umwandlungssektors (Strom- und Wärmeerzeugung) erforderliche Ausbau erneuerbarer Energien mit hohen Erfordernissen beim Netzausbau und -anschluss sowie bei der Entwicklung und Zurverfügungstellung von Flexibilitätspotenzialen, die für die Integration fluktuierender erneuerbarer Energien benötigt werden, einher.

Neue und nachwachsende Baustoffe

Neben der klimafreundlicheren Herstellung der bisherigen Baumaterialien (z. B. Direktreduktion von Eisenerz mit Wasserstoff, CCS-Einsatz bei der Zementherstellung) ist es für Unternehmen ebenso wichtig, die Potenziale neuer Baustoffe zu erkennen und nutzen. Bei den nachwachsenden Baustoffen ist vor allem Holz gefragt, das zugleich mehrere Nachhaltigkeitsaspekte verbinden kann und an (wirtschaftlicher) Bedeutung gewinnt. So wurde beispielsweise jeder fünfte Neubau in Deutschland 2019 überwiegend aus Holz gefertigt. Das Produktionsvolumen nachwachsender Baustoffe in Deutschland ist auf 11,2 Milliarden Euro gestiegen, davon entfällt knapp ein Viertel auf Bayern. Allerdings steht der Einsatz nachwachsender Baustoffe vor vielen Herausforderungen sowie bürokratischen bzw. rechtlichen Hürden (u. a. höhere Anforderungen an Holzbauten, unzureichende Standardisierungen, Fachkräfteengpässe). Außerdem muss die langfristige Nachhaltigkeit der Baustoffgewinnung gesichert sein, sodass diese insbesondere keine neue Konkurrenz zur Flächennutzung der Nahrungskette aufmacht. Bei stärkerer Nachfrage könnten die aktuell zu beobachtenden Knappheiten und Preissteigerungen auch zum längerfristigen Phänomen werden.

A 03 – 1

Klimaschutztechnologien zur Reduktion baurelevanter THG-Emissionen

	Sektor	Ziel	Maßnahmenbeispiele
Effizienz	Gebäude und Industrie	Reduktion des Strom-, Wärme- und Kältebedarfs	<ul style="list-style-type: none"> – Energetische Verbesserung der Gebäudehülle (z. B. Wärmedämmung von Fassaden, Dächern, Kellern; hocheffiziente Fenster; Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung) – Reduktion des spezifischen Strombedarfs bestimmter Anwendungen (z. B. Drucklufterzeugung und -nutzung; effiziente Beleuchtungstechnik) – Intelligente Steuerung von Betriebsprozessen im Gebäudesektor und von Produktionsprozessen im Industriesektor – Verknüpfung von Abwärme mit Wärmebedarfen
Erneuerbare Energien	Gebäude	Ersatz fossiler Energien	<ul style="list-style-type: none"> – Erneuerbare-Energien-Heizungen (z. B. Wärmepumpen, Solarthermie, ggf. übergangsweise auch als bivalente Systeme); neue Wärmeträger bzw. Kältemittel-Medien (z. B. Phasenwechsel-Materialien) – Fernwärmesysteme auf Basis erneuerbarer Energien (z. B. Geothermie) und Abwärme – Integration von Photovoltaikanlagen (wird im Umwandlungssektor bilanziert, wird aber in bzw. auf Gebäuden umgesetzt)
Prozessumstellung	Industrie	Vermeidung prozessbedingter THG-Emissionen	<ul style="list-style-type: none"> – Einsatz von Wasserstoff statt Kohle (Koks) im Hochofen bei der Stahlherstellung; Einsatz grünen Wasserstoffs in bestimmten Prozessen der Grundstoffindustrie – Einsatz bestimmter Zuschlagstoffe bei der Zementmahlung – CCS bei den Prozessemissionen der Zementindustrie – BECCS (CCS bei Biomassefeuerungen zur Prozesswärmeproduktion) zur Erzeugung negativer Emissionen

Quelle: Eigene Darstellung Prognos 2021

Die aufgeführten Technologien sind im Prinzip ausgereift und werden seit Jahren eingesetzt. Sie haben zwar in den letzten Jahren zum Teil erhebliche Entwicklungen durchlaufen (z. B. erneuerbare Energien, Hochleistungsfenster, Wärmepumpenheizungen, effiziente Kühlungs- und Wärmerückgewinnungsanlagen). Es ist jedoch sowohl zu erwarten als auch erforderlich, dass diese Entwicklungen weitergeführt werden.

Als Beispiele wären hier zu nennen:

- Neue Hochleistungsdämmstoffe, die einfach zu handhaben und aufzubringen sind
- Adaptive Fensterbeschichtungen, die selektiv bestimmte Teile des Spektrums stärker oder weniger stark ausblenden können, z. T. schaltbar. Von dieser Technologie wird insbesondere in stark verglasten Bürogebäuden ein erheblicher Beitrag zur Energieeffizienz (Wärmegewinne im Winter, Reduktion von Strahlungsüberschüssen und damit Reduktion des Kühlungsbedarfs im Sommer) erwartet.
- Dämmstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe, z. B. Hanffasern, Flachsfasern
- Next generation photovoltaics: Photovoltaik, die z. B. auf organochemischen Materialien wie Farbstoffen basiert. Diese haben den Vorteil, sehr viel geringere Konzentrationen an hochwertigen Metallen zu benötigen. Sie haben geringere Wirkungsgrade als die auf anorganischen Materialien beruhenden Photovoltaik-Technologien, jedoch sind längerfristig niedrigere Kosten und ein einfacheres Handling zu erwarten. Bei dieser Technologie ist zu erwarten, dass die Produktions- und Wertschöpfungskette sich gegenüber der aktuellen Situation der Photovoltaik sehr stark strukturell verändert – andere Rohstoffe, andere Produktion, anderes Handling (z. B. Rolle-zu-Rolle-Verfahren, Drucken etc.), alternative Trägermaterialien. Somit ist derzeit noch offen, welche Branchen und Unternehmen die zukünftigen großen Player werden.
- Sehr umweltfreundliche Kühlmittel für Wärmepumpen
- Höchst effiziente, kostengünstige Wärmetauschermaterialien
- Neue umweltfreundliche Wärmeträgersubstanzen (und Kühlmittelsubstanzen), z. B. Phasenwechselmaterialien und die damit zusammenhängenden Technologien

Die meisten dieser Technologien beinhalten neue weiterentwickelte und „maßgeschneiderte“ Materialien und Werkstoffe.

Ein weiterer Aspekt der Technologieentwicklung verbindet Digitalisierung und neue Geschäftsmodelle, da bei der zukünftigen Kopplung von Wärme, Strom und Mobilität in einem Energiesystem, das von fluktuierenden erneuerbaren Energien dominiert wird, die Erschließung von Flexibilitäts- und Lastverschiebungspotenzialen auf der Nachfrageseite eine große Rolle spielt. Systeme, die – z. B. basierend auf Künstlicher Intelligenz – die verschiedenen Verbraucher eines Quartiers „im Blick“ haben, poolen können und jeweils die effizienteste Verteilung von Speicherzeiten bei Elektromobilität, Vorratskühlung oder der Füllung von Wärmespeichern zur Lastverschiebung bei Wärmepumpen organisieren können, werden bei der effizienten Systemorganisation sehr wichtig werden. Denkbar ist, dass sie beispielsweise als „Intermediäre“ zwischen Verbraucher und Energieversorger agieren, selbst vom Energieversorger eingesetzt werden oder in neuen Poolingmodellen die Selbstorganisation unterstützen. Hier wird erwartet, dass mit „smarten“ Technologien in den nächsten Jahren sehr unterschiedliche Geschäftsmodelle ausprobiert werden.

Viele Anpassungen an die Klimawandelfolgen bedingen weniger den Einsatz neuer Technologien als vielmehr bauliche Änderungen und die Auswahl der richtigen Werkstoffe (siehe Abbildung A 03-2).

A 03-2

Ausgewählte Anpassungen nach Klimasignal

	Starkregen und Hochwasser	Sommerliche Extremhitze	Stürme, Hagel und Schneelast	
Anforderungen und Maßnahmen	Technisch (Gebäude-substanz)	<ul style="list-style-type: none"> - Dachbegrünung - Aufbordungen vor oberirdischen Gebäudeöffnungen - Rückstauklappen - Kontrollierte Flutungsmöglichkeiten (gegen Auftrieb) 	<ul style="list-style-type: none"> - Helle Oberflächen und Fassaden - Fassadenbegrünung und Verschattung 	<ul style="list-style-type: none"> - Sturmklammern - Abgerundete Attiken bzw. Dachkanten - Ggf. Verzicht auf Lichtkuppeln bzw. nach oben gerichtete Fenster
	Qualitativ (Gebäude-funktion)	Installation von Sensorik und Warnsystemen („Sturm- und Sonnenwächter“)		
	Bautätigkeitsbezogen	Anpassung entsprechender Bauausführungs-Normen bzw. Berücksichtigung von Extremereignissen in der Planung und Dimensionierung des Gebäudes und seiner Infrastruktur		
	Umfeld-bezogen	<ul style="list-style-type: none"> - Verlagerung von Neubautätigkeit weg von Tälern oder Flüssen - Versickerungsfähige Bodenbeläge 	<ul style="list-style-type: none"> - Verlagerung der Tätigkeiten in Morgen- und Abendstunden - Verschattung der Arbeitsbereiche - Information der Bauausführenden zum Umgang mit Hitze 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher Verschattungsgrad des Grundstücks - Hoher Begrünungsgrad des Grundstücks

Quelle: Eigene Darstellung Prognos 2021

Das Bauwesen kann bei entsprechender Ausgestaltung der Anpassungen große Synergieeffekte zwischen Klimaschutz und Klimaanpassung erzielen und dabei auch zu einer Erhöhung des Wohnkomforts sowie einer Verbesserung der Stadtgestalt beitragen.

Synergetische Verbindung von Klimaschutz und Klimaanpassung

Die resiliente und zukunftsgerichtete Ausgestaltung von Gebäuden bedeutet eine synergetische Verbindung von Klimaschutz- und Klimaanpassungsaspekten. Im Bauwesen zahlen intelligente Klimaschutzmaßnahmen, wie beispielsweise eine Dreifachverglasung von Fensterflächen, gleichzeitig (im konkreten Fall durch die erhöhte Dämmung gegen Sommerhitze) auch auf die Ziele der Klimaanpassung ein. Ein mit Bepflanzung gestaltetes Dach bindet einerseits CO₂ und trägt andererseits auch zu einer leichten Verbesserung des Mikroklimas und des thermischen Komforts bei. Werden dabei auch Solarmodule verschattet, mindert dies tendenziell die Stromerzeugung der Module. Hier kann es also zu einem Zielkonflikt zwischen Verschattungsmaßnahmen zur Abfederung der Klimawandelfolgen und dem Einsatz erneuerbarer Energien zur Erreichung der Klimaschutzziele kommen.

Perspektivische Weiterentwicklungen wie organische Photovoltaikzellen könnten unter anderem dünne Trägermaterialien erlauben und sich positiv auf das mögliche Anwendungsspektrum auswirken (z. B. Gebäude, Fassaden, Fenster). Beispielsweise kann die Installation von Photovoltaik an Fassaden den Ertrag bei tiefstehender Sonne im Winter erhöhen und damit die Winterlücke, bei der die Stromerzeugung im Winter deutlich geringer ist als im Sommer, reduzieren.

03.2 Kreislaufwirtschaft

Für eine nachhaltige Entwicklung ist die Kreislaufwirtschaft im Bausektor von großer Bedeutung, da der Bausektor zu den Branchen mit dem größten Verbrauch an Primärressourcen gehört. Das anthropogene Rohstofflager* in Deutschland wächst jedes Jahr um rund 10 Tonnen pro Einwohner*in und liegt heute im Bereich von insgesamt fast 40 Milliarden Tonnen. Das Rohstofflager in Bayern wird allein im Wohngebäudepark sowie in ausgewählten Nichtwohngebäuden und Infrastrukturen auf insgesamt mindestens 2,78 Milliarden Tonnen geschätzt. Ein Großteil davon betrifft mineralische Baustoffe.

Recycling und weitere Verwertung

Damit steckt in den Bauwerken ein enormes materielles Potenzial, welches nach einem ordnungsgemäßen Rückbau entweder als Recyclingbaustoff wiedereingesetzt oder für weitere Wirtschaftszweige genutzt werden kann. Das jährliche Potenzial spiegelt sich in den Bau- und Abbruchabfällen, die mit jährlich 228 Millionen Tonnen die mengenmäßig wichtigste Abfallgruppe in Deutschland bilden. Die deutschen Bau- und Abbruchabfälle werden zwar bereits heute zu fast 90 Prozent stofflich verwertet, allerdings variiert der Anteil stark zwischen den Abfallarten und viele Verwertungsmaßnahmen sind eher niederwertig, wie die Nutzung für Verfüllungen.

In Anbetracht des Materialaufwands und der Umweltbelastungen (u. a. Bauabfallaufkommen, Emissionen) bei der Errichtung von Bauwerken sowie der teilweise knapper werdenden Ressourcen und begrenzter Kapazitäten in Bauschuttdeponien ist es das Ziel der Kreislaufwirtschaft, im Bau den Abriss so weit als möglich zu umgehen. Eine lange Nutzungsdauer von Gebäuden kann durch den Einsatz langlebiger Materialien unterstützt werden. Zudem sollten Gebäude so flexibel gestaltet werden, dass sie einfach an sich verändernde Anforderungen angepasst werden können. Kommt es zum Abriss, spielt die Rückgewinnung der Rohstoffe (Urban Mining) eine zentrale Rolle beim Ressourcen- und Klimaschutz. Zur Abfallvermeidung und Rückgewinnung können digitale Technologien einen Beitrag leisten.

* Rohstoffe, die sich in Infrastrukturen, Gebäuden und Gütern des täglichen Gebrauchs befinden und somit lange im gesellschaftlichen, technologischen und kulturellen Wirkungsraum des Menschen verbleiben

Herausforderung Rückgewinnung

Die Rückgewinnung der Rohstoffe steht in der Praxis jedoch vor großen Herausforderungen. Zum einen ist auf Baustellen oftmals nicht ausreichend Platz, um Anlagen zur sortenreinen Rückgewinnung aufzubauen, bzw. sind solche Anlagen nicht hinreichend mobil. Zum anderen fehlen in vielen Regionen geeignete Flächen mit Genehmigung für stationäre Anlagen. Zudem ist die Nachfrage nach Recycling-Baustoffen in Deutschland relativ gering, sodass die betriebswirtschaftliche Rentabilität solcher Anlagen unklar ist.

Hinzu kommen Entwicklungsnotwendigkeiten bei den Zerkleinerungs-, Trenn- und Sortiertechniken, beispielsweise um Körnungen mit definierter Qualität für gezielte Anwendungen herzustellen. Selbst sortenreine Recycling-Materialien können heute oft nicht oder nur in begrenztem Maße zur Herstellung des ursprünglichen Baustoffs wiedereingesetzt werden. Weitere Herausforderungen beim Recycling sind die Lösbarkeit von verbundenen Materialien sowie enthaltene Schadstoffe.

Ganzheitliche Betrachtung der Umweltwirkungen von Gebäuden

Bei der ganzheitlichen Berücksichtigung und Bewertung der Umweltwirkungen von Gebäuden ist die Methode der Lebenszyklusanalyse (LCA) von ausschlaggebender Bedeutung. Sie ist mit der Betrachtung aller Stoff- und Energieströme im Bauwesen ein wirkungsvolles Werkzeug, um bereits im Planungsprozess umweltbezogene Eigenschaften unterschiedlicher Entwurfsansätze optimieren zu können. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Investitions-, Betriebs- und Rückbaukosten (sogenannte Life Cycle Costs) ermöglicht dies eine gesamtheitliche Betrachtungsweise, die es allen an der Planung, Umsetzung, dem Betrieb, Erhalt und Rückbau des Gebäudes Beteiligten erlaubt, informierte Entscheidungen zu treffen. Hierbei stehen bereits heute in umfassender Weise digitale Werkzeuge und Datenbanken zur Verfügung, die in naher Zukunft weiter optimiert und ausgeweitet werden müssen, um künftig auch in sehr frühen Planungsphasen alternative Entwurfsansätze geben zu können.

03.3 Digitalisierung im Bauwesen

Im Vergleich zur stationären Industrie ist das Bauwesen von technisch anspruchsvollen, in oft kurzer Bauzeit zu realisierenden, einmaligen und höchst individuellen Projekten mit wechselnden Rahmenbedingungen gekennzeichnet. Die stationäre Industrie hingegen, mit standardisierten und wiederholenden Prozessen, eigenständig entworfenen Produkten und begrenzten individuellen Anpassungen für Endkunden, hat deutlich einfachere Möglichkeiten für eine effiziente Digitalisierung und Vernetzung der Planungs- und Fertigungsprozesse. Gleichzeitig stellt die Fragmentierung und Kleinteiligkeit der Unternehmen im Bauwesen spezielle Anforderungen an die Digitalisierung der Prozesse, der eingesetzten Methoden und Werkzeuge. Fakt ist, dass die Digitalisierung und digitale Trends den Bausektor in diesem Jahrzehnt prägen und verändern werden.

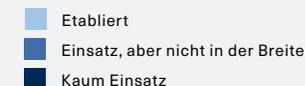
Building Information Modeling (BIM)

Ein wichtiger Impulsgeber und zugleich entscheidende Grundlage für die Digitalisierung im Bauwesen ist Building Information Modeling (BIM). Alle Phasen im Lebenszyklus eines Bauwerks oder einer baulichen Anlage werden dabei in digitalen Modellen abgebildet. Vom Entwurf über die Planung und Bauausführung bis hin zur Verwaltung und Nutzung dient das Datenmodell als gemeinsame Basis aller Projektbeteiligten. In der Praxis ist in den letzten Jahren ein Paradigmenwechsel zu erkennen. Immer mehr Unternehmen setzen BIM in Teilbereichen ein und haben ihre Kompetenzen stark ausgebaut. Verpflichtend ist die Nutzung der Methodik in Deutschland in den meisten Bereichen noch nicht. Auf Bundesebene sind im Infrastrukturbereich die Weichen dafür gestellt. Im Bereich des Hochbaus und bei Bauvorhaben auf Landesebene sind hier noch Potenziale vorhanden. Die öffentliche Hand muss die entsprechenden Voraussetzungen dafür bereitstellen und Anreize schaffen, z. B. über die BIM-basierte Einreichung von Baugenehmigungen, BIM-basierte Wettbewerbe etc., was voraussetzt, dass dort die entsprechenden Kompetenzen vorhanden sind (siehe Abbildung A 03-3). Wesentlich ist insbesondere die Förderung von zusätzlichen BIM-Pilotvorhaben, um den Kenntnisstand auch in kleinen und mittleren Unternehmen zu erhöhen und im großem Umfang vertiefte Erfahrungen auf allen Seiten sammeln zu können. Die stark fragmentierte Bauwirtschaft kann die notwendigen zeitlichen, organisatorischen und finanziellen Investitionen nicht alleine stemmen, sondern braucht die Begleitung und Förderung durch die Auftraggeberschaft.

A 03-3

Etablierungsgrad von BIM in Deutschland

BIM	Forschung und Entwicklung	Öffentliche Hand	Planung	Ausführung
Hochbau				
Infrastrukturbau				



Quelle: Dr.-Ing. André Borrmann

Augmented Reality, VR und Blockchain

Bis 2030 könnten mit der BIM-Planungsmethode geplante und realisierte Projekte bereits verstärkt zur gelebten Baupraxis gehören: Mittels virtueller Realität (VR) werden beispielsweise Planungsvarianten eines Bauvorhabens immersiv in einem „begehbaren“ BIM-Modell im Maßstab 1:1 abgestimmt. Augmented-Reality(AR)-Anwendungen unterstützen beispielsweise bei der Abnahme von Bauprojekten. Durch Blockchain-Anwendungen werden unter anderem logistische Prozesse durch „smarte“ Lieferketten effizienter gestaltet. Betreiber werden nach Fertigstellung der Gebäude bzw. baulichen Anlage „As-Built Models“ übergeben als erster Schritt zum digitalen Zwilling.

Weitere relevante Schlüsseltechnologien im Bauwesen

Automatische Baufortschrittsüberwachung

Ein spezifisches Beispiel für die Digitalisierung der Bauausführung mit einem sehr guten Aufwand-Nutzen-Verhältnis liegt in der automatischen Baufortschrittsüberwachung, bei der moderne Sensorik wie Photogrammetrie und Laserscanning mit der reichen Informationsbasis von BIM-Modellen kombiniert wird, um ein präzises Abbild des Baufortschritts als transparente Entscheidungsgrundlage für das Baumanagement zu erzeugen.

Einsatz von Robotern auf der Baustelle

Eine eher langfristige Entwicklung liegt im Einsatz von Robotern auf der Baustelle. Zwar sind in jüngster Zeit unter dem Begriff Cyber-Physical Systems erhebliche Fortschritte bei autonomen Systemen in der stationären Industrie erzielt worden. Das unbestimmte und dynamische Umfeld einer Baustelle stellt aber nach wie vor eine enorme Herausforderung dar. Hier sind noch weitere Anstrengungen in Forschung und Entwicklung notwendig, um entsprechend robuste und wirtschaftliche Lösungen zu erarbeiten. Gleichzeitig steht außer Frage, dass mit der erfolgreichen Etablierung der robotisierten Baustelle enorme Potenziale hinsichtlich Effizienzerhöhung, Kostensenkung, Qualitätssteigerung und Senkung der traditionell hohen Unfallrate auf Baustellen einhergehen. Bei Zwischenschritten wie der Entwicklung (halb-)autonomer Einzelmaschinen (z.B. Turmdrehkränen) konnten bereits vielversprechende Fortschritte erzielt werden.

Serielles Bauen

Im Bereich des seriellen Bauens kann auf eine lange Tradition zurückgeblickt werden. Serielles Bauen wird in Teilbereichen des Bausektors bereits erfolgreich eingesetzt. Der Modulbau ist ein weiterer Schritt hin zur Industrialisierung des Bauens. Der Produktionsprozess in der Fertigung ist heute bereits (semi-)automatisiert und qualitätsüberwacht, in einer meist geschlossenen digitalen Kette. Automatisierte oder robotische Fertigung von seriellen oder individuellen Bauprodukten bis hin zu (semi-)autonomen Baustellen setzt digitale Informationsmodelle auf Grundlage der BIM-Methodik voraus, um die Potenziale dieser Methodik, wie Erkennung von Konflikten und verbesserte Koordination, nutzen zu können.

Additive Fertigungsverfahren (3D-Druck)

Erste Prototypen wurden bereits mit additiven Fertigungsverfahren realisiert, die im Vergleich zu etablierten Bauweisen aktuell noch nicht konkurrenzfähig sind. Die Potenziale der additiven Fertigung werden erkannt, wie beispielsweise die Herstellung komplexer geometrischer Formen und multifunktionaler Bauelemente sowie die robotische Produktion. Erst als Teil in einer kompletten digitalen BIM-basierten Bauprozesskette von der Planung bis zum 3D-Drucker können Steigerungen der Effizienz und Reduktion der Kosten erreicht werden.

Künstliche Intelligenz (KI)

Die KI ist eines der Zukunftsfelder. Zukünftig werden auf Baustellen KI-Systeme vollautomatisch den Baufortschritt überwachen. KI wird eingesetzt werden, um die Verlegung von Elektro- und Sanitäreinrichtungen in Gebäuden zu planen. Unternehmen werden KI künftig nutzen, um die Interaktion zwischen Arbeitern, Maschinen und Objekten auf der Baustelle zu tracken und Verantwortliche über potenzielle Sicherheitsrisiken, Baufehler und Produktivitätsprobleme zu benachrichtigen. Aktuell werden im Bauwesen die Potenziale erkannt, Anwendungsfelder sondiert, verfügbare Softwarelösungen getestet und erste experimentelle Schritte unternommen. Allerdings steht der operative Einsatz von KI im Bauwesen noch bevor. Es wird erwartet, dass KI unter anderem Fehler in Planung und Ausführung signifikant verringert, Baukosten senkt, Unfälle auf der Baustelle reduziert und den Baubetrieb produktiver gestaltet. Die Anwendungsfelder von KI im Bauwesen sind bei Weitem noch nicht erschlossen. Hier bedarf es grundlagen- und anwendungsbezogener Forschung sowie der Stärkung des Wissenstransfers, um Forschungsergebnisse in kommerzielle Lösungen umzusetzen.

Rechnergesteuerte Gebäudetechnik/automatisierter Betrieb von Gebäuden

Bereits heute ermöglicht eine rechnergesteuerte Gebäudetechnik den weitgehend automatisierten Betrieb von Gebäuden, um beispielsweise den Innenraumkomfort vor dem Hintergrund der witterungsbedingten Einflüsse möglichst CO₂-neutral sicherzustellen. Die Integration neuer Informationstechnologien, wie z.B. von cloudbasierten offenen IoT-Betriebssystemen ermöglicht neben der Regelung des Innenraumklimas eine anlagenübergreifende Integration vielfältiger Funktionen, wie z.B. Betriebszustandskontrolle und Energieverbrauchsmonitoring, Service- und Wartungsfunktionen, Zugangskontrolle und Sicherheitsüberwachung, Datentransfer im Gebäude. Der Einsatz dieser neuen Technologien lohnt sich auch in kleineren Gebäuden, während die umfassende Gebäudeautomatisierung bisher vor allem großen, komplexen Gebäuden vorbehalten ist.

Um die Vorteile einer durchgängigen Digitalisierung der Planung, Herstellung und des Betriebs von Gebäuden auch im Hinblick auf eine IoT-basierte Gebäudeautomation künftig verstärkt nutzen zu können, sind die Potenziale dieser noch relativ neuen Technologie weiterhin intensiv auszuloten und zu erforschen. Zudem muss im Rahmen der technologischen Entwicklung des IoT auch die Weiterentwicklung der Gebäudetechnik berücksichtigt werden. Hier sind Anpassungsfähigkeit, Kompatibilität und Robustheit der Systeme von ausschlaggebender Bedeutung.

Die Baubranche zeigt sich in den genannten Schlüsseltechnologien aufgeschlossen, aber in der Breite werden diese noch nicht eingesetzt. Auch serielles Bauen ist bislang noch eine Ausnahme. In Abbildung A 03–4 ist der Etablierungsgrad der Schlüsseltechnologien differenziert dargestellt.

Schlüsseltechnologien und Herausforderungen

Die Nutzung und Erschließung der Potenziale der Schlüsseltechnologien, wie KI, IoT und additive Fertigung (3D-Druck), prägen und verändern das Bauwesen in den nächsten Jahren und ermöglichen neue Geschäftsfelder und -modelle sowie Wachstumschancen. Allerdings sind noch zahlreiche Herausforderungen zu meistern. Diese umfassen nicht nur die Anpassung von Verordnungen und die Digitalisierung von Behördenprozessen, sondern in vielen Bereichen sind grundlegende Fragestellungen noch wissenschaftlich zu bearbeiten. Zudem besteht ein großer Informations- und Schulungsbedarf in der Praxis zu den Einsatzmöglichkeiten, Herausforderungen und Lösungsansätzen sowie Kosten-Nutzen-Relationen im Bereich digitaler Technologien und Methoden. Dies betrifft besonders den Bereich des Life Long Learning und der Fortbildung in der gesamten Baubranche, um die Digitalkompetenz in den Unternehmen zu stärken und damit die breite Anwendung der Schlüsseltechnologien mit den vorhandenen Potenzialen voranzutreiben. In der Lehre an Universitäten und Hochschulen sowie der beruflichen Ausbildung müssen die notwendigen digitalen Kompetenzen fest verankert werden.

Durch die meist kleinteilige Struktur der Unternehmen im Bauwesen gibt es bis auf wenige Ausnahmen in Bayern keine Forschungs- und Entwicklungsabteilungen in den Unternehmen. Grundlagenforschung, angewandte Forschung und wissenschaftliche Begleitung von Pilotprojekten sind jedoch essenziell, um den Herausforderungen der Digitalisierung zu begegnen. Hier sind die Zusammenarbeit mit der akademischen Welt und insbesondere die Möglichkeiten des Transfers von Ergebnissen aus der Forschung in die Industrie bzw. Start-ups zu unterstützen. Schritte dazu wurden beispielsweise an der TUM unternommen, die Etablierung von Venture Labs und die enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern, Verbänden, öffentlichen Institutionen und der Politik, z. B. das Leonhard Obermeyer Center, das Georg Nemetschek Institut, die Projektplattform Energie + Innovation, das Building Lab an der OTH Regensburg und das Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Planen und Bauen. Weitere Beispiele der Kooperation zwischen Forschung und Wirtschaft sind beispielsweise das Mixed Reality und IoT Experience Lab und die MEGA-Plattform (Modulplattform Energieeffiziente Gebäude-Ausrüstung) der Fraunhofer-Gesellschaft.

A 03–4 Etablierungsgrad in Deutschland

	Forschung und Entwicklung	Verfügbare Anwendung	Experimenteller Einsatz	Operativer Einsatz	Integrierte IuK
Automatisierte Baufortschrittsüberwachung					
Robotik auf der Baustelle					
Serielles Bauen					
3D-Druck und additive Fertigung					
Künstliche Intelligenz im Bauwesen					
Internet of Things					

Quelle: Dr.-Ing. André Borrmann, Prof. Dr.-Ing. Frank Petzold, Prof. Dr.-Ing. Werner Lang

Etabliert
 Ansätze, aber nicht in der Breite
 Kaum/keine Ansätze

Eine essenzielle Herausforderung im „digitalen Jahrzehnt“ ist, das Digitalisierungstempo vor dem Hintergrund der kleinbetrieblich aufgestellten Akteure im Bauwesen, der heterogen geprägten Strukturen und noch unterschiedlichen digitalen Kompetenzen zu erhöhen. Der Bausektor wird daher auch bis 2030 noch durch „analoges“ Planen, Bauen und Betreiben geprägt sein, aber parallel werden immer deutlicher digitale Methoden und Technologien den Alltag im Bauwesen bestimmen.

03.4 Technologische Entwicklungen für die Bereiche Arbeit, Mobilität sowie in Stadt- und Lebensräumen

Für die neuen Lebens-, Arbeits- und Mobilitätswelten wird es von entscheidender Bedeutung sein, wie sich Kern-Technologien übergreifend nutzen lassen. Zur Sicherung der Daseinsvorsorge werden in smarten Regionen kommunale Plattformen (z. B. IoT-Plattformen) an Bedeutung gewinnen, die regionale Daten bündeln. Dies bildet das Fundament für zukunftsorientierte Systeme, wie z. B. Mobility as a Service, digitale Beteiligungsplattformen oder zum Beispiel auch CO₂-Bilanz-Feedback-Systeme/Apps (für Bürger*innen). Für die Regional-/Stadt- und Quartiersentwicklung entsteht aus infrastruktureller Sicht ein Bedarf an dezentralen Infrastrukturen (z. B. Micro Areal Grids) und Infrastrukturen, die emissionsfreie Lieferverkehre/-ketten sichern sowie digitales Stadtraummanagement (multifunktional für temporäre Nutzungen, Lieferzonenmanagement etc.) ermöglichen.

Im Rahmen regionaler Wertschöpfungsketten werden Konzepte wie Urban/Vertical Farming ebenso wie urbane Manufakturen/urbane Produktion andere Formen des Wirtschaftens und der Versorgung ermöglichen. Langfristig werden durch diese Technologien smarte Quartiere entstehen, in denen Infrastruktur gebündelt wird und Investitionen in diese Infrastruktur über neue Finanzierungsmodelle erfolgt.

Aufgrund der Vielzahl von Anforderungen und Entwicklungen, die beim Planen und Bauen zu berücksichtigen sind, bedarf es künftig verstärkt einer gesamtheitlichen Perspektive, die eine integrierte Betrachtung der verschiedenen Themen, Trends und Entwicklungen ermöglicht und potenzielle Zielkonflikte sowie Synergien zwischen den unterschiedlichen Anforderungen aufdeckt.

Analyse

A

Wechselwirkungen und Gestaltungsfelder

04

Die vbw Studie *Constructing Our Future* behandelt sieben Gestaltungsfelder, die im Zusammenhang mit nachhaltigem zukunftsorientiertem Bauen für das Wohnen und Arbeiten der Zukunft für Bayern von besonderer Bedeutung sind. Im Einzelnen sind dort folgende Themenkomplexe besonders relevant:

- Wohnungsmarkt und Regulierung
- Entwicklung und Stadt/Land
- Klimaschutz und Klimawandelfolgen
- Kreislaufwirtschaft und Ressourcen
- Digitalisierungstechnologien Planen und Bauen
- Neue Arbeitswelt
- Mobilität

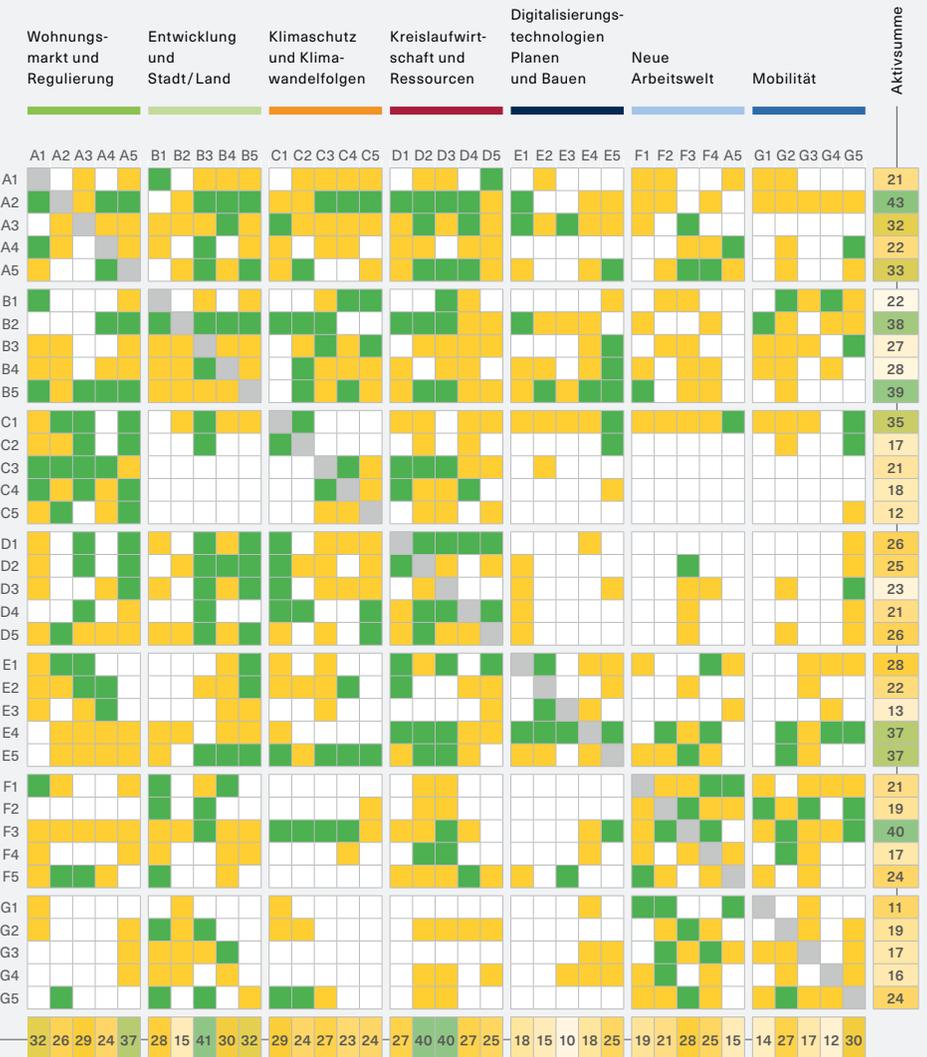
Bewertet man mithilfe einer Wirkungsmatrix, wie stark sich die einzelnen Gestaltungsfelder und Themenkomplexe gegenseitig beeinflussen, lassen sich Treiber identifizieren, die eine hohe Dynamik in verschiedenen Bereichen entfalten. Gleichzeitig lässt sich eine Aussage darüber treffen, mit welchen Themenkomplexen eine hohe Wirkung erzielt werden kann und die somit als Hebel fungieren: Das sind diejenigen Themen, die insgesamt besonders stark beeinflusst werden (siehe Abbildung A 04 – 1).

A 04 – 1
Symbolbild der Wirkungsmatrix

Wohnungs- markt und Regulierung	Entwicklung und Stadt/ Land	Klimaschutz und Klima- wandelfolgen	Kreislaufwirt- schaft und Ressourcen	Digitalisierungs- technologien Planen und Bauen	Neue Arbeitswelt	Mobilität	Aktivsumme		
Wohnungsmarkt									
A1	Bürokratie und Regulierung im Bereich Planen und Bauen von (Wohn-)Gebäuden	A2	Leit- und Exportprodukte und Player der Bauwirtschaft	A3	Erhöhung der Sanierungsquote durch industrialisiertes (modularisiertes) Bauen	A4	Sanierungsstrategien für Quartiere (Roadmaps), die neue Geschäftsmodelle in der Bewirtschaftung von Quartieren ermöglichen	A5	Veränderung der Innenstädte und zentralen Ortslagen (Zunahme E-Commerce, Mischnutzungen, Demografie etc.)
B1	Performative Regulierung als Antwort auf beschleunigte Innovationszyklen der gebauten Umgebung	B2	Klimaneutrale Quartiers- und Stadtentwicklung (Klimanotstand, CO ₂ -Bilanzierung, Stadtbauphysik, ESG-/SDG-Monitoring)	B3	Smart Cities & Regions – Digitalisierung von Infrastrukturen und Daseinsvorsorge (= Verschiebung von Standortfaktoren)	B4	Neue Lebenszyklusmodelle der Immobilienbewirtschaftung durch digitale Prozesse von Planen, Bauen bis Betreiben	B5	Maßnahmen/Technologien zur Reduktion der THG-Emissionen
C1	Investitionen zur Reduktion der THG-Emissionen	C2	Neue technische Anforderungen an Gebäude infolge des Klimawandels (Resilienz der Gebäudesubstanz)	C3	Neue qualitative Anforderungen an Gebäude infolge des Klimawandels (Bereitstellung neuer Gebäudefunktionen)	C4	Maßnahmen zur Reduktion der Klimawandelfolgen im Gebäudeumfeld (blaue/grüne Infrastruktur)	C5	Digitale Werkzeuge zur Lokalisierung, Quantifizierung und Bewertung von in Gebäuden verbauter Materialien (Rohstoffe), z. B. Materialpässe
D1	Strategisches Stoffstrom- und Ressourcenmanagement im Bauwesen	D2	Rückgewinnung von Materialien aus Bauwerken (Gebäude als anthropogenes Rohstofflager /Potenzialanalyse/„Baustoff-Kataster“)	D3	Lebenszyklusanalyse bzw. lebenszyklusorientierte Ökobilanz von Bauwerken (inkl. Simulation des Lebenszyklus in der Planung)	D4	Technologien und Infrastruktur für Recycling verbauter Materialien/Baustoffe	D5	BIM und CIM als Grundlage für Digitale Planung und Digital Twin
E1	Digital gestützte Vorfertigung und 3D-Druck/Additive Fertigung (kostengünstige Bauweise und Wohnungsbau)	E2	Robotik (Fachkräftemangel und Verbesserung der Arbeitsbedingungen)	E3	Künstliche Intelligenz (Effizienzsteigerung der Arbeitsweise)	E4	IoT und Gebäudetechnik (Beitrag zur Klimaneutralität und Steigerung der Performanz baulicher Anlagen)	E5	Entwicklung von Homeoffice als gleichwertig anerkannter Arbeitsort (steuerliche und gesetzliche Rahmenbedingungen)
F1	Veränderung geschäftlicher Mobilität (Vertriebsmodelle, Business-Events etc.)	F2	Umweltbewusstsein und Berücksichtigung von Ökologie-Prinzipien (z. B. Umgang mit materiellen Ressourcen)	F3	Sharing Economy – geteilte Nutzung von Ressourcen (z. B. Büroflächen, Arbeitsplätze)	F4	Verfügbarkeit von Fachkräften (z. B. Weiterbildung, Attraktivität, Zuwanderung)	F5	Komfortable Individualmobilität und attraktivere längere Pendlerstrecken durch zunehmend automatisierte (Dienst-)Fahrzeuge
G1	Ausbau von Infrastrukturen von Mikromobilitätslösungen (z. B. Fahrradhilfen und Stellplätze für Tretroller, Fahrräder, E-Roller etc.)	G2	Zunehmend bedarfsgerechte Mobilität durch Mobility-as-a-Service-Angebote und intermodale Vernetzung	G3	Ausbreitung hochflexibler, schneller und teilweise automatisierter Lieferdienste für Waren und Güter (Kurier-, Express- und Paketdienste, Lieferdrohnen, Zustellroboter etc.)	G4	Emissionsreduzierte Innenstädte (z. B. Bann von Verbrennungsmotoren, niedrige Geschwindigkeiten, verkehrsreduzierte Bereiche etc.)	G5	



Passivsumme



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IAO 2021

Top-10-Treiber für nachhaltiges, visionäres Bauen für das Wohnen und Arbeiten der Zukunft

1. Bürokratie und Regulierung im Bereich Planen und Bauen von (Wohn-)Gebäuden
2. Umweltbewusstsein und Berücksichtigung von Ökologie-Prinzipien (z. B. Umgang mit materiellen Ressourcen, EU-Regulierung im Bereich Sustainable Finance)
3. Neue Lebenszyklusmodelle der Immobilienbewirtschaftung, gestützt auf digitale Prozesse, von Planen über Bauen bis Betreiben
4. Performative Regulierung, die flexibel auf individuelle Situationen reagieren kann, als Antwort auf beschleunigte Innovationszyklen der gebauten Umgebung
5. Künstliche Intelligenz (Effizienzsteigerung der Arbeitsweise)
6. IoT und Gebäudetechnik (Beitrag zur Klimaneutralität und Steigerung der Performanz baulicher Anlagen)
7. Maßnahmen/Technologien zur Reduktion der THG-Emissionen
8. Sanierungsstrategien für Quartiere (Roadmaps), die neue Geschäftsmodelle in der Bewirtschaftung von Quartieren ermöglichen
9. Leit- und Exportprodukte und Player der Bauwirtschaft
10. Smart Cities & Regions Digitalisierung von Infrastrukturen und Daseinsvorsorge (= Verschiebung von Standortfaktoren)

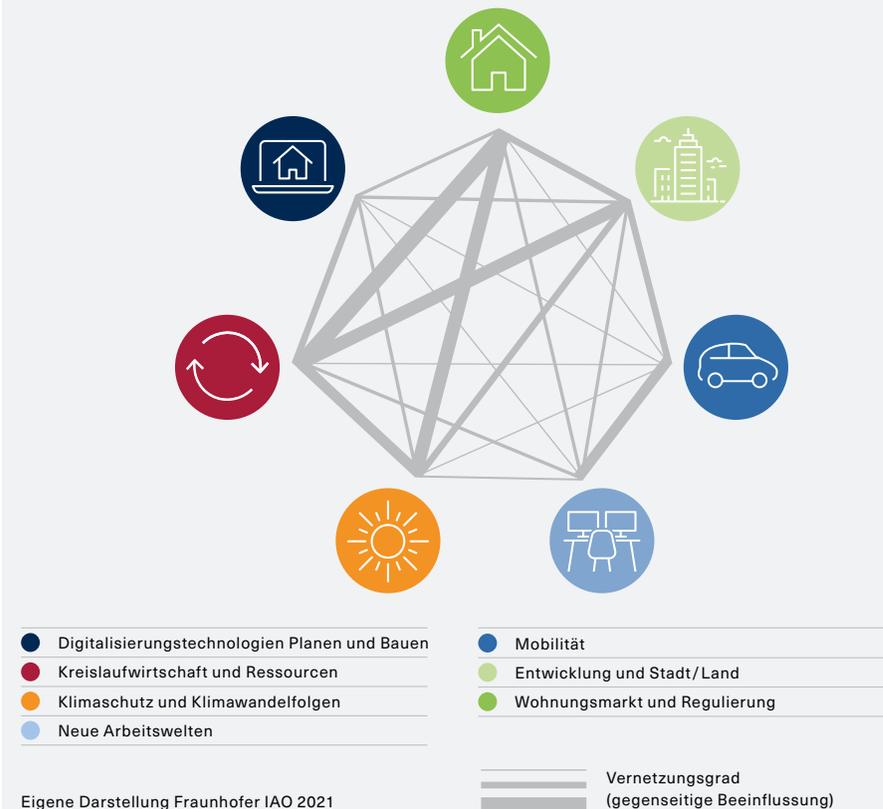
Top-10-Hebel für nachhaltiges, visionäres Bauen für das Wohnen und Arbeiten der Zukunft

1. Klimaneutrale Quartiers- und Stadtentwicklung (Klimanotstand, CO₂-Bilanzierung, Stadtbauphysik, ESG-/SDG-Monitoring)
2. Lebenszyklusanalyse bzw. lebenszyklusorientierte Ökobilanz von Bauwerken (inkl. Simulation des LC in der Planung)
3. Strategisches Stoffstrom- und Ressourcenmanagement im Bauwesen
4. Sanierungsstrategien für Quartiere (Roadmaps), die neue Geschäftsmodelle in der Bewirtschaftung von Quartieren ermöglichen
5. Neue Lebenszyklusmodelle der Immobilienbewirtschaftung, gestützt auf digitale Prozesse, von Planen über Bauen bis Betreiben
6. Wohnungsmarkt
7. Smart Cities & Regions – Digitalisierung von Infrastrukturen & Daseinsvorsorge (= Verschiebung von Standortfaktoren)
8. Emissionsreduzierte Innenstädte (z. B. verkehrsreduzierte Bereiche)
9. Maßnahmen/Technologien zur Reduktion der THG-Emissionen
10. Leit- und Exportprodukte und Player der Bauwirtschaft

Arbeitet man die Vernetzungsstärke zwischen den Gestaltungsfeldern heraus, zeigt sich, dass das Gestaltungsfeld „Kreislaufwirtschaft“ den höchsten Vernetzungsgrad hat. Auch die beiden Gestaltungsfelder „Neue Arbeitswelten“ und „Mobilität“ sind eng miteinander vernetzt. Zudem fällt auf, dass das Gestaltungsfeld „Digitalisierungs-Technologien, Planen und Bauen“ zwar nicht den höchsten Vernetzungsgrad hat, jedoch als starker Treiber wirkt.

A 04-2

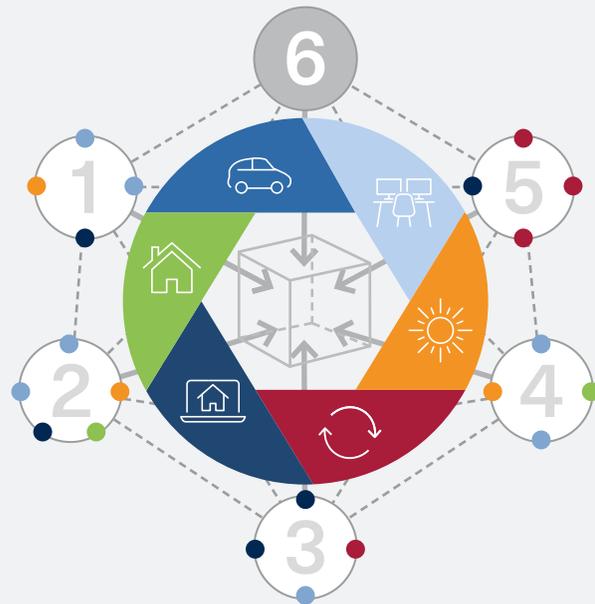
Vernetzung der Gestaltungsfelder



Werden nun zusammengehörnde Themenkomplexe zu konsistenten Clustern gebündelt, ergeben sich sechs in Abbildung A 04-3 dargestellte Cluster.

A 04-3 Systembild mit konsistenten Clustern

- Mobilität
- Neue Arbeitswelten
- Digitalisierungstechnologien
- Kreislaufwirtschaft und Ressourcen
- Klimaschutz und Klimawandelfolgen
- Immobilien und Lebensraum*



1 Cluster 1: Smart gegen Regulation
Entbürokratisierung und performative Regulierung für klimagerechte Transformation durch Planung, Bau und Betrieb

2 Cluster 2: Innenstädte & Ortszentren neu denken
Smart Cities & Regions, emissionsreduzierte Innenstädte und deren Umbau, Umweltbewusstsein der Arbeit inkl. digitaler Werkzeuge

3 Cluster 3: Digital Lifecycles & KI
Künstliche Intelligenz und IoT in der Gebäudetechnik für digitale Lebenszyklusmodelle und Lebenszyklusanalyse

4 Cluster 4: Neue Geschäftsmodelle für Sanierung/Transformation
Nutzerzentrierte Klimatransformation und Sanierungsstrategien, Wohnungsmarkt und Technologien zur THG-Reduktion

5 Cluster 5: Stoffstrom-Management vom Bauteil bis zur Region
Stoffstrom-/Ressourcenmanagement, Materialrückgewinnung aus Bauwerken und digitale Rohstoffplattformen

6 Cluster 6: Experimentierfelder für Neubau und Bestand
Für System-Innovation von Bauen, Technologie und gebauter Umgebung bedarf es ECHTER Reallabore, auch auf der „grünen Wiese“, die außerhalb heutiger Regulierung laufen können (für bestimmte Zeit)

Quelle: Eigene Darstellung Prognos und Fraunhofer IAO 2021

* (Stadt und Land) inkl. Versorgungsinfrastrukturen, Verwaltung etc.

Fazit

Aus der Studie wird deutlich, dass eine bloße stetige Fortschreibung des Status quo im Bereich Planen und Bauen nicht zielführend ist. Um den systemischen Verflechtungen gerecht zu werden, ist eine Entwicklungsperspektive erforderlich, die sowohl die technologischen Potenziale als auch die regulativen Gestaltungsmöglichkeiten konsequent in den Dienst einer bedarfsgerechten, bezahlbaren und nachhaltigen gebauten Umwelt stellt.

Handlungsempfehlungen



Die Bestandsaufnahme durch die aktuelle Studie zeigt, wie groß die Herausforderungen sind, vor der wir in den nächsten Jahren und Jahrzehnten stehen. Wie einleitend skizziert, müssen wir unsere gebaute Umwelt so gestalten, dass sie den heutigen Anforderungen entspricht, gleichzeitig aber denjenigen von morgen Rechnung trägt. Das gilt gleichermaßen für Ballungsräume wie für ländliche Regionen. Auch den Stellenwert des Eigentums gilt es zu wahren und die Verfügbarkeit bedarfsgerechter Räume, Angebote und Infrastrukturen für das Leben und Arbeiten sowie die Mobilität zu gewährleisten.

Damit Planen und Bauen in diesem Sinne, nachhaltig, anpassungsfähig und bezahlbar werden, müssen wir an vielen Stellen gleichzeitig und innovativ ansetzen.

Wichtige Teilziele in diesem Sinne sind

- Kosten reduzieren
- Verfahren der Planung, Genehmigung und Realisierung beschleunigen
- Neue Nutzungskonzepte und Flexibilität ermöglichen
- Transformation erfolgreich bewältigen; Nachhaltigkeit gewährleisten, Ressourcen schonen und Rohstoffabhängigkeit reduzieren
- Bedarfe erheben und prognostizieren
- Resilienz deutlich erhöhen
- Systemdenken und integrierte Planung stärken, dabei digitale Werkzeuge wie namentlich BIM optimal nutzen
- Innovationen fördern, ermöglichen und vorantreiben
- Akzeptanz für neue Technologien, neue Herangehensweisen und die Umgestaltung der gebauten Welt sichern
- Chancen für die bayerische Wirtschaft erschließen und ausbauen

Für das Erreichen dieser Ziele müssen bei der Planung und Ausführung von Immobilien jeder Art, im Neubau und insbesondere auch im Bestand, sowohl neue technologische Möglichkeiten genutzt als auch die tradierten Prozesse und Regularien mutig hinterfragt werden.

In der Studie werden wichtige Handlungsfelder in sechs großen Clustern zusammengefasst (vgl. Abbildung A 04-3). Diese sind zu bearbeiten – und weitere mehr. Viele Handlungsnotwendigkeiten gelten übergreifend für mehrere der Ziele und Cluster, zumal in Zukunft der Systemgedanke eine weit größere Rolle spielen muss. Staat, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft müssen dabei jeweils ihren Beitrag leisten. Was im Einzelnen zu tun ist, stellt der Zukunftsrat im Folgenden dar.

Kapitel

01

Technologische Potenziale ausschöpfen

Teil

B

Mit technologischen Innovationen stehen neue Möglichkeiten zur Verfügung. Es gilt, sie gezielt einzusetzen und Hemmnisse beispielsweise im Regulierungsbereich zu überwinden, um bedarfsgerecht, kostengünstig und zugleich nachhaltig bauen zu können sowie neue Chancen für den Standort zu erschließen.

Der Zukunftsrat empfiehlt

Politik
Wirtschaft
Wissenschaft
Gesellschaft

Digitalisierung als Schlüsselement für die Zielerreichung

Den Grundstein legen: Building Information Modeling BIM umsetzen	✓	✓			
Digitalisierung der Planung	✓	✓	✓		
Digitalisierung in der Ausführung: Bauen 4.0	✓	✓	✓		
Strukturelle Transformation der Bauwirtschaft	✓	✓	✓		
Vernetzung, Ausgangspunkt für „Smart X“	✓	✓	✓	✓	

Technologien für ein ökologisch nachhaltiges Planen und Bauen

Klimaschutztechnologien	✓	✓	✓	✓	
Klimaanpassungstechnologien	✓	✓	✓	✓	
Kreislaufwirtschaft	✓	✓	✓	✓	

Der Zukunftsrat empfiehlt	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft	Gesellschaft
Rolle technischer Lösungen stärken				
Forschung und Entwicklung vorantreiben	✓	✓	✓	
Technologische Lösungen in die Breite tragen	✓	✓	✓	✓
Qualifizierung für den technologischen Fortschritt	✓	✓	✓	
Neue Exportmärkte erschließen	(✓)	✓		

Handlungsempfehlungen

B

Digitalisierung als Schlüssелеlement für die Zielerreichung

01.1

Die Nutzung digitaler Technologien ist Dreh- und Angelpunkt für grundlegende Verbesserungen bei Planung, Errichtung und Umbau von Gebäuden, Quartieren und Infrastrukturen. Schon 2017 hat der Zukunftsrat der Bayerischen Wirtschaft das Planen und Bauen als Schlüsselbeispiele für die Vorteile einer durchgängigen Digitalisierung und Vernetzung hervorgehoben (*Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung*, 2017), und sowohl die möglichen Vorteile und als auch der Bedarf werden immer deutlicher. Die Branche zeigt sich grundsätzlich aufgeschlossen, aber die Herausforderungen sind noch sehr groß (vgl. Kapitel 03.3).

Basis ist eine höchst leistungsfähige IT-Infrastruktur (Glasfaser sowie 5G und perspektivisch 6G), die flächendeckend zur Verfügung steht. Weitere Grundvoraussetzungen sind ein Ausbau digitaler Kompetenzen bei allen Akteuren, hinreichende digitale Souveränität für eine rasche, selbstbestimmte Umsetzung, Sicherheit, Innovationsfreundlichkeit und Chancenorientierung, insbesondere bei der Datennutzung, sowie die Verfügbarkeit entsprechender Daten. Insofern kann auf die umfassende Darstellung in früheren Handlungsempfehlungen (unter anderem *TechCheck 2019. Technologien für den Menschen*, 2019) verwiesen werden.

Für die weiteren Schritte des digitalen Planens und Bauens ist das Building Information Modeling (BIM) die entscheidende Voraussetzung.

01.1.1 Den Grundstein legen: Building Information Modeling (BIM) umsetzen

Das umfassende und vernetzte Building Information Modeling (BIM) ist Basis für eine zukunftsfähige Gestaltung der gebauten Umwelt für alle Phasen des Planens und Bauens, den Nutzungszeitraum, den Rückbauprozess und die anschließende Wiederverwendung der Baustoffe.

Es muss schnellstmöglich in der Breite implementiert werden, weil sich daraus ein wesentlich besseres Verständnis von und Wissen über Zusammenhänge und Möglichkeiten ergeben. Das ist die unabdingbare Voraussetzung für die Optimierung des gesamten Lebenszyklus sowie die verzahnte Planung von Infrastrukturen und Systemen. BIM ist die entscheidende Grundlage für die Umstellung auf eine echte Kreislaufwirtschaft, und die Dokumentation der verwendeten Materialien bietet ein enormes Potenzial für das Baustoffrecycling (vgl. B 01.2.3). BIM erlaubt auch die schnelle Erstellung von Gebäudemodellen, die notwendig sind, um Gebäude in zukünftigen Energienetzen als flexible Last einzusetzen, sodass beispielsweise die Betriebszeiten von Wärmepumpen verschoben werden können, um Fluktuationen bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auszugleichen.

Empfehlungen zum Building Information Modeling (BIM)

- Die BIM-Methodik muss in einer breiteren praktischen Anwendung weiterentwickelt werden. Neben zusätzlichen Pilotprojekten muss nun ein Roll-out in der Breite eingeleitet werden.
- Allgemein sind eine entschlossene Fortsetzung und Ausweitung der BIM-Nutzung im öffentlichen Bau (einschließlich einer sukzessiven Nacherfassung des Bestands) notwendig. Bund und Freistaat Bayern können als Gesetz- und Ordnungsgeber, aber auch in ihrer Funktion als Auftraggeber und Marktteilnehmer auf die Verbreitung von BIM – unter anderem unter Klimaschutzgesichtspunkten – in der Praxis einen wesentlichen Einfluss nehmen. Von dieser Möglichkeit muss konsequent Gebrauch gemacht werden.
- Erforderlich ist eine stufenweise und zügige Einführung von BIM, flankiert durch eine regelmäßige Erhebung des Einführungsstands (BIM Survey). Dazu ist ein Zeitpunkt für die verbindliche Einführung im staatlichen Hoch- und Tiefbau (etwa ab der Mitte des Jahrzehnts) festzulegen. Der Einführungsplan muss um passgenaue Förderinstrumente ergänzt werden, damit fehlende Ressourcen bei Auftraggeber und Auftragnehmer nicht länger als Hemmnis wirken. Förderung kann dabei auch die Bereitstellung kompetenter Beratungsleistung und Weiterbildung bedeuten.
- Öffentliche Institutionen wie Bauverwaltungen müssen nicht nur über die adäquate Infrastruktur und Ausstattung verfügen, sondern auch Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen anbieten, um einen angemessenen und fachlich kompetenten Personalbestand bereitzustellen zu können.
- Für die Sicherstellung der erforderlichen BIM-Kompetenz (Qualitätssicherungsstandards, Prüfmechanismen, Prüfregeln, Fortbildung etc.) sind eine Stärkung des nationalen und der Aufbau eines bayerischen BIM-Kompetenzzentrums angezeigt. Dabei ist zu beachten, dass BIM die gesamte Wertschöpfungskette der Bauwirtschaft betrifft, etwa auch die Lieferanten von Gebäudekomponenten, die sie im BIM-Format digital beschreiben müssen. Notwendig ist auch eine Verbindung von BIM mit den baubezogenen Produktions- und Steuerungslösungen.

- „Mitnahme“ kleiner und mittelständischer Unternehmen der gesamten bauwirtschaftlichen Wertschöpfungskette durch verstärkte Kommunikation der Vorteile, der Anforderungen und Unterstützung bei der Umsetzung. Die Struktur der Bauwirtschaft erfordert eine Stärkung und Förderung kollaborativer Leistungsgemeinschaften zwischen baubeteiligten Unternehmen – sowohl auf der Ebene Planung-Fachplanung (BIM-Teams) wie auch auf der Ebene Ausführung (Handwerker-Teams).
- Auch für die Auftraggeberseite – insbesondere bei kleinen und mittleren Kommunen – muss das Informations- und Qualifizierungsangebot ausgebaut werden.
- Mit dem gezielten Ausloben von Challenges (vgl. auch zum Thema BIM die 2020 vorgeschlagene Challenge eines „digitalen Zwillinges des Campus Garching“, vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020) wird einerseits die Erarbeitung neuer Lösungen im Zusammenspiel von Wirtschaft und Wissenschaft vorangetrieben, andererseits kann mit öffentlichkeitswirksamen Wettbewerben eine höhere Aufmerksamkeit für das Thema erzielt werden.

01.1.2 Digitalisierung der Planung

Aufbauend auf BIM sind Planungsprozesse – für das einzelne Bauvorhaben, aber auch darüber hinaus, z. B. für Quartiere oder Regionen – umfassend zu digitalisieren. Das gilt sowohl für die Werkzeuge als auch für die konsequente Integration und Nutzung von Daten.

Dazu sind unter anderem die folgenden Elemente relevant:

- Zugang aller Prozessbeteiligten zu erforderlichen Planungs- und Prozessdaten sicherstellen (Formate, Schnittstellen), gleichzeitig Gewährleistung eines angemessenen Sicherheitslevels, um Daten nicht in falsche Hände gelangen zu lassen. Dabei kann in Bayern auf die interdisziplinäre Kompetenz des Leistungszentrums Sichere Intelligente Systeme (LZSiS) zurückgegriffen werden, eines Zusammenschlusses der Fraunhofer-Institute AISEC, EMFT, IBP, IGCV, IKS und IVV aus dem Großraum München mit der Technischen Universität München, der Universität der Bundeswehr München sowie der Hochschule München.

- Weitere Datenquellen, insbesondere der öffentlichen Hand, verfügbar machen und miteinander verknüpfen (Open Government Data), gezielte Förderung darauf aufbauender Geschäftsmodelle, zum Beispiel über die zahlreichen Digital Hubs und Start-up-Zentren und die Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren, etwa in Holzkirchen oder – mit einem Schwerpunkt auf Industrie 4.0 (siehe dazu auch B 01.1.3 und B 01.1.4) – in Augsburg. Einen Beitrag zu einer Erweiterung der nutzbaren Datenbasis kann grundsätzlich auch die Initiative GAIA-X leisten, wenn es stärker auf die Anforderungen des Mittelstands ausgerichtet und dort bekannter gemacht wird.
- Datensouveränität gewährleisten (vgl. die früheren Empfehlungen zu Big Data, *Neue Wertschöpfung durch Digitalisierung* zu Eigentum/Zugangsrechten an Daten: Vorrang für vertragliche Lösungen).
- Die Entwicklung von Web-Services, Datenarchitekturen, Datenqualitäts- und Prozesssicherungsmechanismen für die Gebäude- und Infrastrukturinformationen (vgl. auch Handlungsempfehlungen 2017 zur Frage der dauerhaften Speicherung + Sicherheitsaspekte), Simulation/digitaler Zwilling verlässlich fördern. Entsprechende Arbeiten finden zum Beispiel im Leistungszentrum Sichere Intelligente Systeme (siehe unter B 01.1.3 und B 01.1.4) statt. Für die Verstetigung sind eine Förderung und Unterstützung aus Bayern unabdingbar.
- Normen und Regelwerke digitalisieren (Berücksichtigung bei der Planung, für Nachweise und Genehmigungsprozesse), regional unterschiedliche maßgebliche Vorgaben erfassen und in BIM-Modelle integrieren; digitale Baugenehmigung ohne Systembrüche zügig umsetzen.
- Planen aus einer Hand fördern (siehe auch bei Regulierung Kapitel B 02.3), damit von Anfang an ein gemeinsames Modell/System vorgegeben wird.
- 3D-Visualisierung und -Simulation in der Planung (für die Abstimmung der Kundenvorstellungen, zur Förderung von Akzeptanz etc.) stärker nutzen.
- Entwicklung und BIM-Anbindung numerischer Simulationsmodelle zur Qualitätsverbesserung der Planungsentscheidungen fördern (Raumklima-, Akustik-, Hygothermik-, Lichtsimulation, CO₂-Fußabdruck).
- Anforderungen des nachhaltigen Bauens in BIM integrieren (vgl. auch B 01.2.3). Desgleichen gilt es, Energienutzungspläne, energetische Raumordnungsaspekte und weitere relevante Aspekte des Energiebereichs zu integrieren (vgl. auch B 01.2.1). Generell muss eine sukzessive Integration abgesicherter Informationen und Zusammenhänge in die Datengrundlage bzw. die Modelle angestrebt werden.

01.1.3 Digitalisierung in der Ausführung: Bauen 4.0

Im Rahmen der Vorfertigung und auf der Baustelle selbst haben neue Technologien ein erhebliches Potenzial, das bislang aber noch wenig genutzt wird. Der Systemgedanke muss konsequent umgesetzt werden, um die Ausführung spürbar beschleunigen und vereinfachen zu können.

Besonderes Potenzial liegt in der Vorfertigung und Serienfertigung und deren Automatisierung (serielles Bauen) sowie beim modularen Bauen, insbesondere angesichts der Menge an Gebäuden, die in den nächsten Jahren umgebaut und saniert werden muss, aber auch für einen kostengünstigeren Neubau. Bei der energetischen Sanierung von Wohngebäuden können vorgefertigte Module, wie z. B. multifunktionale Fensterelemente, die Montagezeiten vor Ort verkürzen: Unter der Fensterbank des selbsttragenden Moduls befindet sich die herausnehmbare Technikbox, in die sich Komponenten wie Wärmetauscher, dezentrale Heizungsmikropumpen und LüftungsfILTER einbauen lassen, aber auch Wasserrohre, Stromanschlüsse, Lüftungskanäle oder Internetkabel.

Modulares Bauen, bei dem Gewerke in der Fabrik – ggf. unter Einsatz von Robotern/Automatisierungslösungen – vorgefertigt und auf den Baustellen nur noch montiert werden (z. B. Fassadenelemente mit integrierter Photovoltaik), muss mit digitalen Technologien verbunden werden. Dabei ist eine Integration in eine neue Kreislaufwirtschaft anzustreben. Ein wichtiges ergänzendes Element ist die einfache Plug-and-play-Montage. Die Kombination aus modularen Ansätzen, industrieller Vorfertigung und einfacher Montage be-

schleunigt nicht nur die Ausführung, sondern ist auch eine wichtige Antwort auf den Fachkräftemangel.

Automatisierungslösungen müssen auch im Rahmen der Vorfertigung noch weiterentwickelt und stärker in die Breite getragen werden, z. B. bei der Herstellung von Carbonbetonteilen, die heute noch sehr individuell gefertigt werden, aber auch generell bei Beton-Fertigteilen.

Ein weiterer relevanter technologischer Ansatz ist der 3D-Druck von Gebäuden und/oder Gebäudeteilen, der es auch ermöglicht, die Funktionalität in der Planung zu berücksichtigen.

Robotik auf der Baustelle ist nicht zuletzt angesichts des komplexen Umfelds wenig vorangeschritten, gleichwohl aber vor allem für Spezialanwendungen ein relevantes Feld.

Bei der Einführung neuer Technologien sind auch die Prozesse selbst neu denken. Die Robotik steht heute im Bau vor dem Problem, dass erforderliche Standards und definierte Design-Spezifikationen an wichtigen Übergabe- und Verbindungspunkten fehlen. Erster Schritt ist also ein Industrie-Design-Ansatz (vgl. auch strukturelle Transformation der Bauindustrie, B 01.1.4).

All diese Technologien sind weiter am Standort zu entwickeln und zum Einsatz zu bringen (siehe näher unter B 01.3.2). Ein wichtiges Element ist dabei auch das Vordringen der Standardisierung bei den Werkstoffen, etwa beim Einsatz von Holz als Baustoff (siehe näher unter B 02.3).

01.1.4 Strukturelle Transformation der Bauwirtschaft

Die vbw Studie *Constructing Our Future* belegt, was viele Expert*innen aus der Branche selbst betonen: In der Bauwirtschaft kann auf dem Weg zu einer kosteneffizienten modernen Produktion noch erhebliches Potenzial gehoben werden.

Insbesondere Ansätze aus anderen Industrien können für Effizienz- und Qualitätssteigerungen sowie eine Kostenreduktion genutzt werden. Die technologische Entsprechung zur Industrie 4.0 wurde oben bereits skizziert. Der notwendige Wandel geht über die reine Implementierung (digitaler) Technologien und die dabei erforderliche Veränderung von Prozessen hinaus. Um nachfragegerecht und kosteneffizient zu bauen sowie mit Produkten und Verfahren international wettbewerbsfähig zu sein, braucht die Bauwirtschaft mit ihrer gesamten Wertschöpfungskette eine strukturelle Transformation, wie sie verschiedene andere Industrien bereits durchlaufen haben.

Ziele und mögliche Ansatzpunkte

- Bereitschaft, tradierte Herangehensweisen zu hinterfragen und neue Ansätze zu übernehmen, die sich in anderen Branchen als erfolgreich erwiesen haben. Ein Beispiel sind die Veränderungen in der Automobilindustrie in den Achtzigerjahren (Einführung hocheffizienter, qualitätsorientierter und kontinuierlich verbesserter Produktionssysteme sowie das konsequente Verfolgen langfristiger Unternehmensziele), getrieben insbesondere durch das japanische Vorbild, mit denen Qualitätsmängel und die damit verbundenen Non-Conformance-Kosten deutlich verringert werden konnten. Die Prinzipien der „Lean Production“ sollten auch für die Bauwirtschaft nutzbar gemacht werden.
- Ablaufplanung, stärkere Verschränkung von Konstruktion und Produktion und Optimierung der Wechselwirkungen zwischen den Gewerken. Dazu sind auch Anreize für Architekten notwendig, sich um eine höhere Effizienz in der Ausführung zu bemühen, z. B. durch eine Anpassung der Gebührenordnung. Aktuell wird Schätzungen zufolge rund ein Drittel der Arbeitszeit für das Suchen und Organisieren vor Ort auf der Baustelle aufgewendet. Hier gibt es noch erhebliches Optimierungspotenzial zu heben.
- Experimentierfelder und Pilotprojekte müssen verstärkt eingesetzt werden, um den Wissenstransfer aus anderen Industrien zu fördern, beispielsweise aus dem Maschinen- und Anlagenbau; auch dazu gilt es, Experimentierfelder zu nutzen. Sie sollten gezielt auch dazu dienen, die Prozesse zu analysieren, zu strukturieren und Lernerfahrungen zu systematisieren.

- Förderung der Entstehung von „Leistungsgemeinschaften“ mit Gemeinschaftsverantwortung
- Schnittstellenkompetenz zwischen zusammenhängenden Gewerken erhöhen (z. B. Standard-Kupplungen für Heizung-/Sanitärinstallation und Komponenten, Standardzargen für Fenster und Türen); Übertragbarkeit der Ansätze aus anderen Bereichen (Automobilindustrie, Luftfahrt) prüfen und umsetzen, etwa im Sinne eines modularen Bauens mit klarer Schnittstellendefinition. Es muss an Bausystemlösungen gearbeitet werden (vgl. etwa das Projekt *Bauen mit Weitblick* des Fraunhofer IBP und der TU München).
- Inwieweit Konzepte des agilen Arbeitens, das sich im Zuge der digitalen Transformation in vielen Bereichen zunehmend etabliert, auch im Planungs- und Baubereich erfolgreich eingesetzt werden können, ist näher zu prüfen. In der Planung wird der Ansatz dank der traditionellen modellbasierten Vorgehensweise eine geringere Umstellung bedeuten als in der Ausführung, in der zwar viele kleine Teams arbeiten, insbesondere die gemeinsamen Zwischenziele auf dem Weg zur Fertigstellung des Gesamtbauwerks im Zeit- und Kostenrahmen aber einer klareren Definition bedürfen.
- Aufbau einer Institution (beispielsweise Think Tank, Forschungsfabrik) für Bausystementwicklung, Plug-and-Play-Montage, Vorfertigung und dezentrale Produktion
- Unterstützung kleiner und mittelständischer Unternehmen bei dem Transfer durch entsprechende, zeitnah realisierte Aus- und Weiterbildung
- Ausbildungsinstitutionen für Handwerk bis hin zur Hochschule hinsichtlich aktueller Aus- und Weiterbildungsbedarfe ertüchtigen
- Evaluierung des Einsatzes von Smart Contracts auf Basis der Blockchain-Technologie, die im Zusammenwirken mit BIM und digitalen Zwillingen („BIM Contracts“) ggf. Vereinfachungen bei der Abrechnung von Bauleistungen ermöglichen würde (vgl. auch B 01.1.5). Ein möglicher erster Schritt ist die Nachverfolgung der Abnahme von (Teil-)Gewerken. Insofern können Pilotvorhaben im staatlichen oder staatsnahen Bereich durchgeführt werden, möglichst mit externer Begleitung und Evaluierung sowie anschließender Kommunikation der Erkenntnisse.

Für einen grundlegenden Wandel müssen sich allerdings auch auf der Auftraggeberseite beziehungsweise im Zusammenspiel mit dieser die Strukturen ändern. Heute kann sich eine Baufirma praktisch nicht über das Produkt von Mitbewerbern unterscheiden, weil alle das gleiche anbieten (müssen), sodass die Entscheidung – jedenfalls bei öffentlichen Bauherren – in aller Regel über die Kosten erfolgt.

- Die öffentliche Hand kann einen wichtigen Beitrag leisten, wenn sie in ihren Vergabeverfahren (neben BIM, siehe B 01.1.1) Kriterien wie Qualität und Termintreue ein größeres Gewicht einräumt und Sondervorschläge zulässt, die das Bauen günstiger machen, erleichtern oder beschleunigen können. Auch die Lebenszykluskosten müssen deutlich stärker berücksichtigt werden, der Blick auf die anfänglichen Investitionskosten reicht nicht aus.
- Weitere Aspekte sind mehr partnerschaftliche Modelle, die der mittelständischen Struktur der bayerischen Bauwirtschaft Rechnung tragen, weniger in zahlreiche Gewerke aufgeteilte Ausschreibungen sowie eine Stärkung des Instruments der öffentlich-privaten Partnerschaften.

Im Detail zeigt sich an vielen Stellen, dass die auffallende Kleinteiligkeit und Fragmentierung unserer Bauwirtschaft (vgl. A 01.3) die Entwicklung und den Einsatz neuer Technologien oder Prozesse erschweren, zumal es an Vernetzung und einheitlichen Standards fehlt. Auch personelle und finanzielle Ressourcen sind vielfach nicht ausreichend, um Innovation und Digitalisierung mit Nachdruck voranzutreiben. Das gilt es im Sinne der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit und auch der gesellschaftlichen Bedarfe zu überwinden. Anreize für intensivere Kooperationen sind erforderlich, um mehr Synergieeffekte zu heben und Innovationen wirkungsvoll voranzutreiben, beispielsweise im Bereich der Automatisierung und der Vorfertigung. Erst ein teilweiser Abschied von der Losgröße 1 wird größere (Kosten-)Sprünge ermöglichen. Eine in diesem Sinne auf Digitalisierung, Industriestandards und Vernetzung setzende Branche kann gerade aus der Kleinteiligkeit Agilitätsvorteile schöpfen. Wo das nicht gelingt, darf aber auch eine gewisse Konsolidierung kein Tabu sein. Entscheidend ist, dass Entwicklung und Anwendung von technologischen Innovationen in der Breite schnell und effizient gelingen.

01.1.5 Vernetzung, Ausgangspunkt für „Smart X“

Die Ausstattung mit digitalen Technologien ist Grundlage für das Smart Building, im Zusammenspiel mit der Vernetzung auch für Smart City, Smart Region und Smart Village. Erst dadurch werden ganz neue Möglichkeiten beispielweise im Energiebereich und im Zusammenhang mit Mobilitätsfragen eröffnet.

Die Ausweitung des Einsatzes von Sensortechnik und Gebäudevernetzungslösungen kann einen wertvollen Beitrag zur Schaffung einer Datengrundlage für digitale Zwillinge darstellen und dadurch als Ausgangspunkt für Prognosen und weitere Berechnungen dienen (vgl. B 01.1.5). In vielen Fällen sind energiesparende LoRaWAN-Netze (Long Range Wide Area Network, leitungslose Übertragungsverfahren) für die Anbindung der beteiligten Geräte ausreichend. Als weiterer Anreiz für die Ausstattung gewerb-

licher und privater Gebäude mit Sensorik könnte daher die Einrichtung kommunal oder staatlich geförderter bzw. betriebener LoRaWAN-Netze in Erwägung gezogen werden.

Ein Beispiel ist das Energiemanagement, gerade bei Gebäuden mit eigener Energieinfrastruktur (Erzeugung, Speicherung etc.). Künftig müssen Gebäude mit dem Stromnetz kommunizieren können, z. B. um zu klären, wie viel Stromverbrauch das Netz gerade verkraften kann („Smart Building in a Smart Grid“), und um ein detailliertes Monitoring der Energieverbräuche zu erstellen. Sowohl die damit verbundenen Datenschutzthemen als auch das Lastmanagement (zum Beispiel automatisierte Drosselung von Klimaanlagen) werfen Akzeptanzfragen auf, die proaktiv mit einer transparenten und zielgruppengerechten Kommunikation angegangen werden müssen.

Weitere Anwendungsbeispiele sind:

- Grundlage für Lebenszyklusbetrachtungen, Recycling und Ressourcenmanagement
- Verbindung der Gebäudetechnik mit den im Gebäude ablaufenden Prozessen (Nutzung): Ein Beispiel ist die sensorgestützte Anzeige freier Arbeitsplätze oder Meetingräume in einem Bürogebäude, gegebenenfalls in Verbindung mit einem Buchungssystem.
- Echtzeitdaten zu Verkehrsinfrastrukturen und den dort installierten Einrichtungen sowie ihres aktuellen Status (z. B. Fahrstühle an Bahnsteigen) ermöglichen nicht nur eine vorausschauende Wartung und Instandhaltung, sondern erleichtern beispielsweise auch die konkrete Routenplanung für mobilitätseingeschränkte Nutzende.
- Generell optimierte und kosteneffiziente Betriebsprozesse dank besserer Steuerung (Gebäudeautomation) und vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) in der Kombination aus IoT und KI. Für Nutzende sind auf dieser Basis Anwendungen möglich, die den Komfort erhöhen.
- Auch für Gesundheit und Umwelt sind verschiedene Anwendungen vernetzter Gebäudedaten denkbar, etwa die Nutzung von Daten zur Luftqualität oder zur Lautstärke als Planungsgrundlage.

Damit die notwendigen Technologien wie Sensortechnik, IoT/intelligente Gebäudetechnologien (auch für Sicherheitslösungen) ihr Potenzial entfalten können, müssen sie zügig ausgerollt werden (vgl. B 01.3.2). Unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeiten (Lebensdauer Bauwerk ↔ Innovationszyklen beispielsweise im digitalen Bereich) erfordern eine größere Flexibilität.

Entscheidend ist, dass eine Systemsicht eingenommen wird. Ein Beispiel ist die Anlagensteuerung im Smart Building (u. a. Klima- und Alarmanlagen, Brandschutz, Beleuchtung, Aufzüge, Zugangssysteme). Ohne übergreifende Koordination und Steuerung der Anforderungen im Bereich der IT-Sicherheit lässt sich die Funktionalität des Gesamtsystems weder abnehmen noch im Betrieb gewährleisten. Hier ist entscheidend, wie die verschiedenen Subsysteme miteinander interagieren. Dafür muss von Anfang an ein Verantwortlicher bestimmt und ein logisches Konzept, eine Sicherheitsarchitektur für die IT-Infrastruktur mit klaren Kriterien für die Subsysteme, vorgegeben werden. Ein wichtiger Sicherheitsaspekt bei der Digitalisierung von Gebäuden ist der Zugang zu den Daten, die hier erhoben werden. Nutzerrollen und Zugriffsrechte müssen daher klar definiert werden.

Erforderlich sind interdisziplinär besetzte Teams. Reallabore als Entwicklungsumgebung können sich als hilfreich erweisen. Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP will dazu sogenannte Experience Labs einrichten, in denen die physische Realität in eine Laborumgebung transferiert wird, um schnelle Lern- und Implementierungsprozesse zu erzielen (Circonomy Hub, IoT Experience Lab und TGA Experience Lab, High Performance Indoor Environment Labor, Indoor Air Test Center). Deren Nutzung im Rahmen der aktuellen Pandemie-Bewältigung konnte die Relevanz und Bedeutung zur schnellen Lösungsfindung, parallel zur gebauten und genutzten Realität, bereits unter Beweis stellen.

Im Interesse einer langfristigen und damit nachhaltigen Gebäudenutzung muss außerdem darauf geachtet werden, Neubauten bei Vernetzungsmöglichkeiten und -technologien möglichst flexibel zu gestalten. Hierfür können zum Beispiel Leerrohre verbaut werden, die später bei entsprechendem Bedarf eine Aufrüstung erheblich erleichtern. Denkbare Vorbild aus der Praxis ist der Medienkanal auf dem Campus Garching der TU München: ein zweizügiger begehbare Kanal aus Fertigteilelementen am Coulombwall.

Handlungsempfehlungen

Technologien für ein ökologisch nachhaltiges Planen und Bauen

Gebäude stehen für 40 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs und 36 Prozent des CO₂-Ausstoßes. Wenn Klimaneutralität in Deutschland jetzt schon bis 2045 erreicht werden soll, in Bayern möglicherweise noch früher, dann erfordert das massive und gezielte Maßnahmen in einem Bereich, der sein Sektorziel bereits bisher verfehlt hat. Im Fokus steht dabei vor allem der Gebäudebestand. Bei Neubauten wird es entscheidend darauf ankommen, diese nicht nur klimaneutral, sondern auch an künftige Klimaveränderungen angepasst und kreislauffähig zu planen und bauen. Gleichzeitig müssen dabei mit Blick auf die soziale Dimension des Wohnens beziehungsweise die Nachhaltigkeit insgesamt die Kosten im Rahmen bleiben.

01.2.1 Klimaschutztechnologien

Bei den besonders relevanten Technologien verweisen wir auf die aktuelle Studie *Constructing Our Future* sowie insbesondere auch die detaillierten Ausführungen in vbw Studie und Empfehlungen von 2020 (*Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*). Um eine integrierte Planung zu gewährleisten, ist insbesondere auch die entsprechende Infrastruktur zu berücksichtigen (Energieinfrastruktur, nachhaltige Mobilität etc.).

Einen besonderen Fokus gilt es auf die großen Emissionsquellen bei Bau und Betrieb zu legen (Stahl, Zement, Wärme etc.). Dabei geht es nicht um die Suche nach der einen Alternative. Als Lösungsansätze kommen bei

den besonders emissionsintensiven Baustoffen unter anderem ein Einsatz anderer Baustoffe (z. B. Holz), eine deutliche Verminderung des Materialeinsatzes durch neue Verbundstoffe (z. B. Carbonbeton bzw. Textildeton – unter Berücksichtigung ihrer Kreislauffähigkeit, vgl. B 01.2.3) oder durch Veränderungen bei der Zusammensetzung und Dichte von Beton (z. B. Gradientenbeton, siehe Seite 81), die Dekarbonisierung der Produktion (z. B. mit Wasserstoff) und ein horizontales Recycling in Frage. Diese verschiedenen Optionen müssen nebeneinander und miteinander zum Einsatz kommen können.

B

01.2

Leichtbauweise spielt eine immer wichtigere Rolle, um Rohstoffbedarf und Emissionen zu verringern. Derzeit ist ein Teil des verbauten Betons aus statischen Gründen gar nicht erforderlich, da er nicht über den gesamten Bauteilsquerschnitt in gleicher Weise belastet wird. Gradientenbeton setzt auf dieses Prinzip und sieht eine höhere Porosität an weniger beanspruchten Stellen des Bauteils vor. Damit sollen bei gleicher Leistungsfähigkeit 50 Prozent weniger Rohstoffeinsatz und Emissionen möglich sein. Die „Poren“ können mit Luftporenbildnern (chemische Substanzen erzeugen Bläschen im Zementleim) oder mit der Platzierung von Körpern (z. B. hohlen Kugeln) in der Schalung erzeugt werden. Infralichtbeton enthält beispielsweise Zuschläge aus Blähglas oder Blähton und kommt bei der Trockenrohddichte nur auf ein Sechstel des Werts von Stahlbeton. Die Dämmeigenschaften liegen zehnmal höher als bei normalem Beton, damit allerdings noch deutlich unterhalb von denjenigen klassischer Dämmmaterialien (Styropor) oder deren unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vorzuziehenden biologischen Alternativen (Stroh).

Am Fraunhofer IBP werden Geopolymere erforscht und entwickelt. Dabei handelt es sich um zementfreie Bindemittel. Ihre Etablierung in der Baubranche verspricht angesichts der Energieintensität der Zementherstellung einen erheblichen Effekt auf die CO₂-Emissionen beim Bau.

Gerade für schwer zugängliche Bereiche wie Keller oder Tunnel, deren Wartung und Reparatur aufwendig und teuer sind, müssen Lösungen zum Einsatz kommen, die Langlebigkeit sicherstellen. Bei Betonbauwerken stellt das Eindringen von Feuchtigkeit und Luft durch kleine Risse ein gravierendes Problem dar und kann zu schwerwiegenden Schäden führen. Abhilfe könnten Verfahren schaffen, die unter anderem an der TU München erforscht werden, bei dem Calciumcarbonat produzierende Bakterien oder auch Harze die entstehenden Risse schließen. Hier besteht weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Daneben gibt es umfangreiches weiteres Optimierungspotenzial, das ebenfalls gehoben werden muss, um die ambitionierten Ziele erreichen zu können, wie zum Beispiel die Herstellung von Bindemitteln für Innenwandfarbe mit biobasierter Essigsäure aus der Holzindustrie (Wacker/KIT).

Ziele und mögliche Ansatzpunkte

- Deutliche Steigerung der Sanierungsquote (mindestens 2 Prozent, besser 3 Prozent). Angesichts des bestehenden Fachkräftemangels ist hierfür unter anderem ein hoher Vorfertigungsanteil von Bedeutung. Notwendig ist außerdem eine Optimierung der Planung, um sachgerecht zu priorisieren und ganze Komplexe sanieren zu können.
- Sehr langfristige Planung bei der Auswahl geeigneter Technologien und Berücksichtigung des gesamten verfügbaren Portfolios: Es darf nicht mehr Energie an die Fassade „geklebt“ werden (z. B. Wärmedämmverbundsysteme), als über die Lebensdauer eingespart werden kann.
- Steigerung des Anteils klimafreundlicher Baustoffe. Dazu sind Programme und Strategien für die Produktion CO₂-armer bzw. CO₂-freier Baustoffe aufzulegen, um Investitionssicherheit zu schaffen, z. B. eine Roadmap für eine nationale Ziegelproduktion oder die emissionsfreie Stahl- und Zementproduktion.
- U. a. stärkere Anreize für Gebäudeeigentümer (auch gewerbliche) und Mieter für Einsparungen (Auflösung des Nutzer-Investor-Dilemmas, Vereinfachungen bei WEGen), Förderung (Modernisierungsprogramm für den Bestand fortsetzen); vgl. auch Kapitel B 03.4 zu Finanzierungsfragen.
- Informationskampagnen für Wohnen und Gewerbe ausbauen, ggf. auch im Zusammenhang mit Sustainable-Finance-Anforderungen und zur Erreichung (auch selbstgesteckter) Klimaziele; dabei Nutzung der Digitalisierung zur Bestandserfassung, Potenzialermittlung, Lösungskonfektionierung und Umsetzungsplanung
- Transparenz über Emissionen/Verbrauch, um Energieeinsparung und Energieeffizienz anzureizen und Optimierungsmöglichkeiten sichtbar zu machen
- Information über „kleinere“ Optimierungslösungen, insbesondere auch unter Einsatz digitaler Technologien (z. B. Nachrüstung von Smart-Home-Elementen)

Bei der energetischen Ausstattung eines Hauses ist eine ganzheitliche Sicht notwendig: Die einzelnen Systeme müssen aufeinander abgestimmt sein, um ungewollte Nebeneffekte zu vermeiden (Beispiel optimale Temperaturen für Wärmepumpe/für Hygiene). Gegenwärtig gibt es Passivhäuser, deren Betriebskosten über denen von Häusern mit einem Baujahr Mitte der 90er-Jahre liegen: Sie sind zwar mit allen notwendigen

Anlagen ausgestattet, um rechnerisch die Kriterien zu erfüllen, allerdings sind die einzelnen Gewerke und Anlagen nicht aufeinander optimiert, sodass zusätzlicher Energieeinsatz notwendig wird. Auch bei der Berechnung der Effekte muss eine sektorübergreifende Gesamtsicht greifen (Beispiel Kältemittel/Wärmepumpen: Was erzeugt CO₂, wem wird es zugerechnet?), um zu sachgerechten Lösungen zu gelangen.

Konsequente Umsetzung der Energiewende unter Einsatz digitaler Technologien

Das Energiesystem muss umgebaut werden. Ein Gelingen der Energiewende ist notwendige Voraussetzung für einen erfolgreichen Klimaschutz. Insofern kann auf die Handlungsempfehlungen zu *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen, 2020* verwiesen werden.

Auf alle Fälle sind neue Verfahren der energetischen Raumplanung notwendig, um

- eine sinnvolle Balance aus neuen Wärmeerzeugungstechniken und Sanierung zu finden und planerisch umzusetzen,
- die Stromerzeugung mit Windkraftanlagen und Freiflächen-PV für ganz Bayern zu diskutieren und ein langfristiges Bild zu zeichnen, was vor Ort an Energie erzeugt wird bzw. werden kann und was eingeführt werden muss.

Insbesondere muss der Ausbau der Windenergie, der Photovoltaik und der Netze neue Dynamik entfalten. Was sich dabei in der Vergangenheit als Hemmnis erwiesen hat, ist im Lichte der gesteigerten Klimaschutzambitionen neu zu bewerten und einer angemessenen Lösung zuzuführen. Nach Abschluss der Evaluierung der 10-H-Regelung und aufbauend auf ihren Ergebnissen ist zu klären, ob und wie die Abstandsregelung weiterentwickelt werden muss. Bereits heute ist klar, dass das Re-powering erleichtert werden muss. Im eigenen Bereich, insbesondere in den bayerischen Staatsforsten, muss der Freistaat zügig die angekündigten Vorhaben umsetzen (etwa 100 neue Windenergieanlagen laut *Bayerischer Klimaschutzoffensive*, November 2020), um ein positives Zeichen zu setzen und den im *Bayerischen Aktionsprogramm Energie* (November 2019) vorgesehenen 300 Standorten einen großen Schritt näherzukommen.

Neben dem Netzausbau und der Windenergie ist v.a. auch der stetige und forcierte Ausbau der Photovoltaik nötig. Eine hohe Bedeutung hat dabei insbesondere die Aktivierung des Potenzials auf privaten Dächern, da hier – abgesehen von Dachbegrünungen (siehe A 03.1) – keine direkten Nutzungskonkurrenzen bestehen. Hier ist in erster Linie der Bund gefordert. Mit Blick auf die neuen Klimaziele bedarf es einer Erhöhung der entsprechenden Ausbaupfade, in Verbindung mit verbesserten Rahmenbedingungen und weniger Bürokratie. Mit gezielten Förderprogrammen, Pilot- und Demonstrationsvorhaben sollten neue Formen der Photovoltaik erprobt und in die

Breite getragen werden, um beispielsweise auch Fassaden nutzbar zu machen. Auf Landesebene ist insbesondere der Staat gefordert, als Vorbild voranzugehen (siehe B 02.4), aber auch andere Institutionen mit einem hohen Immobilienbestand wie Kirchen und Kommunen. Die Einbindung privater Investoren kann dabei beschleunigend wirken und interessante Anlagemöglichkeiten schaffen.

Auch bei den Freiflächenanlagen bietet sich ein großes und wichtiges Potenzial. Hier sind jedoch konkurrierende Nutzungen, insbesondere mit der Landwirtschaft, zu berücksichtigen. Eine Möglichkeit, die Akzeptanz solcher Anlagen zu erhöhen, bilden die sogenannten besonderen Solaranlagen wie z. B. die Agri-PV. Sie ermöglichen die parallele landwirtschaftliche und energetische Nutzung der betreffenden Flächen. Auch hier ist vor allem der Bund gefordert, dieses Ausschreibungssegment der besonderen Solaranlagen zu verstetigen und die Rahmenbedingungen weiter zu verbessern, etwa durch eine Aufhebung der Beschränkung auf Ackerflächen oder die Ermöglichung der Eigennutzung des erzeugten Stroms. Darüber hinaus besteht bei diesen Anlagen noch Forschungsbedarf, insbesondere mit Blick auf die effizienteste Kombination von energetischer und landwirtschaftlicher Nutzung. Auf Landesebene sind hier zum Beispiel entsprechende Forschungsvorhaben sinnvoll, mit dem Ziel einer deutlich breiteren Anwendung der Agri-PV.

Für viele Solar- und auch Windkraftanlagen läuft die (EEG-)Förderung aus. Dadurch darf es nicht zu einem Rückgang der Strom-

erzeugung kommen. Während das EEG für PV-Anlagen eine Auffanglösung vorsieht, wird es bei der Windkraft vor allem um die Nutzung der Standorte für leistungsfähigere Anlagen gehen. Sofern einer im Einzelfall notwendigen Förderung beihilferechtliche Erwägungen entgegenstehen, müssen andere Anreize entwickelt beziehungsweise Vorteile stärker herausgearbeitet werden,

was im Zusammenhang mit der steigenden Bedeutung und Wirtschaftlichkeit von EE durchaus möglich erscheint.

Ein besonderer Fokus sollte auf der Förderung der Sektorkoppelung, etwa durch Power-to-Heat und Ladestationen, liegen, zumal darin auch Potenziale für unsere Industrie stecken.

01.2.2 Klimaanpassungstechnologien

Aus den zahlreichen Auswirkungen der Klimasignale auf den Gebäudebestand und der steigenden Häufigkeit und Intensität der Extremwetterereignisse ergeben sich geänderte und neue Anforderungen an die resiliente und klimaangepasste Gestaltung von Gebäuden.

Der Klimawandel erfordert einerseits Anpassungsmaßnahmen für den Einsatz im Freistaat Bayern (z. B. Begrünung, Vermeidung von Hitzeinseln, geeignete Pflanzenarten). Andererseits geht es darum, Technologien auch für den weltweiten Einsatz (u. a. im Bereich Wassermanagement) weiterzuentwickeln und zu exportieren (vgl. B 01.2.3). Auch insoweit kann auf die Arbeiten vom letzten Jahr Bezug genommen werden.

Ziele sind eine Erhöhung der Resilienz (z. B. gegenüber Extremwetterereignissen), die

Minimierung des Schadenspotenzials und dabei zugleich eine Sicherung beziehungsweise Steigerung der Lebensqualität.

Wenn wir eine Lebensdauer eines Bauwerks von 50 bis 100 Jahren oder noch deutlich länger anstreben, dann bedeutet das auch, dass wir uns bestmöglich auf die klimatischen Bedingungen in den Jahren 2050 ff. einstellen müssen. Allerdings sind die Lösungsansätze kaum allgemeingültig, sondern es muss immer eine Abwägung der im Einzelfall erforderlichen baulichen Anpassungsmaßnahmen in Abhängigkeit vom konkreten Standort vorgenommen werden. Kippunkte können dazu führen, dass Veränderungen abrupter als prognostiziert erfolgen. Die regionalen Klimamodelle ermöglichen gegenwärtig noch lange keine punktgenauen Vorhersagen. Entsprechende Schwankungsbreiten müssen daher ebenfalls eingeplant werden.

Mögliche Ansatzpunkte

- Simulations- und Prognosemodelle verbessern und regionalisieren, v. a. eine deutlich differenziertere räumliche Darstellung zur Abschätzung der voraussichtlich notwendigen Anpassungsmaßnahmen (vgl. vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020)
- Einbeziehung der Hochschulen für angewandte Wissenschaften durch die Universitäten (Transfer der notwendigen Expertise für Stadtklimamodelle, regionalisierte Klimamodelle), um Wissen und Methoden in der Breite zu nutzen
- Regelbasierte Algorithmen und KI-Anwendungen für die Ermittlung optimaler Lösungskonzepte in komplexen Zusammenhängen weiterentwickeln
- Dazu Bereitstellung hoher Rechenleistung, höchstleistungsfähige Hardware
- Bessere Datenerhebung (Informationsnetzwerke für Echtzeiterfassung z. B. von zusätzlichen Klima- und Wettersignalen aus der Erdbeobachtung), ggf. verknüpft mit automatisierten Steuerungsfunktionen für bestimmte Bereiche beim Erreichen kritischer Werte
- Bereits bei Planung und Bau Vorkehrungsmaßnahmen etwa gegen die starke Erwärmung der Bausubstanz und des Innenraums oder das mögliche Eindringen von Wasser bei Starkregen treffen
- Information und Weiterbildung aller handelnder Behörden, die heute Fragen eines Stadtklimas beispielsweise oft gar nicht kennen, jedenfalls aber kaum bei ihren Planungen berücksichtigen
- Gezielte Förderung von Bauweisen zur Erhöhung der Resilienz nach den regional ermittelten Wahrscheinlichkeiten für Extremwetterereignisse (z. B. Schwammstadt-Konzept für den Bereich Wasserrückhaltung und -speicherung)
- Nutzung von Flächenheizungen mit Wärmepumpen, die Umweltwärme aus Grundwasser oder Erdreich ziehen und sowohl eine Heizung als auch eine Kühlung ermöglichen

Die Analyse und Implementierung von Klimaanpassungstechnologien (B 01.2.1) erfordern die Auswertung großer Datenmengen und die Erstellung individueller, regional differenzierter Klima- und Umweltmodelle. Dies ist ein Paradebeispiel für den gewinnbringenden Einsatz digitaler Zwillinge von Städten,

Kommunen und Ländern („Environmental Digital Twins“), die detaillierte Simulationen über große Zeiträume hinweg ermöglichen. Die Erkenntnisse können sowohl für die Konzeption einzelner Gebäude als auch für Zwecke der Bauleitplanung und der Raumordnung wertvolle Anhaltspunkte liefern.

Im Rahmen des klimaangepassten (Um-)Bauens sind technische, qualitative, umfeldbezogene und bautätigkeitsbezogene Anforderungen zu beachten (siehe A 03.1):

Es ist einerseits darauf zu achten, dass Synergien gehoben werden, also die Anpassung genutzt wird, um veränderten gesellschaftlichen Bedarfen Rechnung zu tragen bzw. für die Zukunft mehr Flexibilität zu gewährleisten. Selbstverständlich sind auch die Belange des Klimaschutzes beziehungsweise der Kreislaufwirtschaft zu berücksichtigen, womit es teilweise einen Gleichlauf gibt (Beispiel Mehrfachverglasung).

Andererseits tun sich gerade damit in anderen Bereichen Zielkonflikte auf, zum Beispiel bei der Ausrichtung des Gebäudes: Typischerweise wird eine Südausrichtung bevorzugt, um Beleuchtungs- und Wärmebedarf zu reduzieren (und damit Emissionen), während in bestimmten Regionen eine steigende Anzahl an Hitzetagen Südseiten unattraktiv machen kann bzw. zu erhöhtem Bedarf an Kühlung/Klimatisierung führt.

Zunehmende Starkregenereignisse bzw. Überschwemmungen müssen beispielsweise bei der Frage berücksichtigt werden, wo im Gebäude die technische Ausrüstung verortet wird, um die potenzielle Schadenshöhe zu begrenzen. Frischluftschneisen können mit Zielen der Flächensparsamkeit kollidieren. Hier ist eine präzise Nutzen-Kosten-Abwägung unter Einbeziehung alternativer Lösungsansätze (zum Beispiel Verschattung, Spezialglas) vorzunehmen, um die – ggf. regional unterschiedlichen (vgl. auch B 02.2 zur Raumplanung) – optimalen Kombinationen herauszuarbeiten. Am Beispiel des Flächenverbrauchs durch Frischluftschneisen lässt sich zudem illustrieren, dass die Lösung auch in einer Anpassung von Zielen/Vorgaben und Definitionen liegen kann: Solange eine Schneise ihrerseits nicht versiegelt ist, sollte sie auch nicht beim „Verbrauch“ mitzählen.

Andere mögliche Konkurrenzen (Dach- und Fassadenbegrünung vs. Photovoltaik) müssen im Rahmen der Quartiersplanung angegangen werden. Die Agri-PV kann wiederum auf landwirtschaftlicher Fläche eine „Doppelerte“ (Feldfrüchte und Strom) ermöglichen und dabei zugleich die Resilienz der Kulturen stärken, beispielsweise bei Anwendungen im Obstbau und bei Sonder- und Dauerkulturen, wo vorhandene Strukturen genutzt werden können (vgl. B 01.2.1).

01.2.3 Kreislaufwirtschaft

Bauwerke stehen in der Regel über Legislaturperioden hinweg, für Jahrzehnte oder Jahrhunderte. Gleichzeitig sind sie temporär – mit gewissen Einschränkungen für Denkmäler steht kein Bauwerk für die Ewigkeit: Es wird immer nach einer gewissen Zeitspanne verändert (Umbau für eine Nutzungsänderung, Sanierung) oder ersetzt. Ziel muss es sein, Bauwerke grundsätzlich kreislauffähig auszugestalten. Insbesondere bei Neubauten ist auf eine lange Nutzungsdauer durch hohe Flexibilität zu setzen: Es geht um 50 bis 100 Jahre für die Erstverwendung, nicht um „Fast Food“-Gebäude, wie Wall Marts in den USA mit kaum mehr als einem Jahrzehnt Lebensdauer. Wo dann zurückgebaut wird, ist Recycling als Baustoffherstellung zu verstehen.

Der sparsame Umgang mit Ressourcen und Klimaschutzaspekte wären schon Grund genug. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen kann gegenüber der Verwendung von Primärrohstoffen aber auch zu klaren Kostenvorteilen führen. Ein positives Beispiel ist die Baumaßnahme auf dem Areal der Bayernkaserne, wo durch Recycling des Bauschutts direkt vor Ort Einsparungen in Höhe von 11,5 Millionen Euro prognostiziert werden. Zusätzlich stärkt Kreislaufwirtschaft auch die Resilienz (siehe B 02.4.5), was vor dem Hintergrund der Lieferengpässe bei diversen Materialien (Holz, Schrauben etc.) und Preissteigerungen (z. B. Stahl) im ersten Halbjahr 2021 noch stärker in den Fokus rückt.

Daneben kann der konsequente Einsatz von Sekundärrohstoffen mit der dazu notwendigen Infrastruktur auch noch in anderer Hinsicht dazu beitragen, den CO₂-Ausstoß zu verringern und einem weiteren Kostenanstieg entgegenzuwirken: Wegen der angespannten Lage auf den Deponien wird die Entsorgung immer teurer und die Wege werden länger. Stäube aus Gießereien werden beispielsweise aus Südbayern bis kurz vor Berlin transportiert, Schlacken in andere Bundesländer verbracht, weil sich die Genehmigung zu deren Nutzung beim Bau von Autobahnwällen in Bayern als zu schwierig gestaltet. Dadurch entstehen unnötige Transportkosten und Emissionen.

Insgesamt gilt: Neue Bauwerke jeder Art müssen – soweit wie jeweils nach Stand der Technik möglich – kreislaufgerecht geplant und gebaut werden; vergleichbare Anforderungen sind an umfangreichere Instandhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen zu stellen. Sofern für das Recycling von Bestandsbauten bzw. Teilen davon Verfahren weiterentwickelt werden müssen, ist das zügig anzugehen.

Damit in diese Technologien investiert wird, müssen entsprechend stabile Absatzchancen für die recycelten Stoffe bestehen. Anderenfalls exportieren wir Abbruchabfälle und reimportieren die recycelten Stoffe, statt selbst die entsprechenden Technologien einzusetzen.

Viele der erforderlichen Technologien für nachhaltiges Bauen sind bereits am Markt verfügbar. Um das Potenzial der Kreislaufwirtschaft zu heben, besteht unter anderem bei den folgenden Aspekten Handlungsbedarf:

- Konsequenter Einsatz von Sekundärrohstoffen im staatlichen Bau (siehe auch B 02.3 bei Regulierung)
- Horizontales Recycling von Baustoffen fördern und generell Anreize für Investitionen in neue Technologien setzen
- Lineares Denken durch zirkuläre Planungen ersetzen: Baumaterial als in der Immobilie „zwischengelagert“ verstehen. Wiederverwendung so früh wie möglich mitbedenken („Design for Disassembly“), ggf. schon bei der Baulanderkundung
- Innovative Planungskonzepte als Grundlage für Kreislaufwirtschaft gezielt fördern
- Digitale Grundlagen für ein strategisches Stoffstrom- und Ressourcenmanagement im Bauwesen schaffen. Offenheit für neue Betreiber- und Geschäftsmodelle (z. B. Bauteil-Datenbanken). Ansätze hierfür finden sich derzeit bereits in den Niederlanden, wo bereits entsprechende digitale Plattformen vorhanden sind (Harvest Map, Niederlande, <https://www.ongstkaart.nl>).
- Datenbasis deutlich verbessern (vorhandene Datenbanken verknüpfen, um Annahmen zu Sanierungs- und Abrisszyklen ergänzen etc.). Registrierung von Baumaterial, Materialpass und Materialbank (Identifizierbarkeit verbauter Materialien – soll in den Niederlanden bis 2022 gesetzlich vorgeschrieben werden). Aktuell ermöglicht die Datenlage praktisch keine vorausschauende Planung, beispielsweise im Hinblick auf notwendige Lager- und Verarbeitungskapazitäten. In Kombination mit BIM sollten die Daten von Anfang gespeichert werden.

Wichtige Ansatzpunkte und Projekte, die weiterverfolgt werden müssen

Im EU-Forschungsprojekt Buildings as Material Banks (BAMB) sollen eine BIM-fähige Systematik und eine Datenbank für den elektronischen Materialpass aufgebaut und die Entwicklung von Baukonstruktionen mit wiederverwertbaren Materialien gefördert werden. In den Materialpässen werden alle verbauten Stoffe elektronisch dokumentiert, so dass sie später in BIM-Systeme integrierbar sind. Dabei wird festgehalten, ob diese frei von Schadstoffen sind und ob sie sich nachnutzen oder stofflich recyceln lassen. Mit dem Materialpass gibt es nahezu keinen Bauabfall mehr. Er trägt dazu bei, bereits in der Planung wiederverwertbare Baustoffe zu integrieren, diese nach Abriss aufzubereiten und wieder in gleicher Güte zu verbauen. Der Materialpass schafft damit die Transparenz, die nötig ist, um eine Kreislaufwirtschaft im Immobilienbereich zu realisieren. Zudem wird dokumentiert, von welchem Hersteller das Produkt beziehungsweise der Rohstoff stammt. Damit werden Immobilien zu Wertstoffdepots und lassen sich im Betrieb flexibel um- und zurückbauen. Drees & Sommer und EPEA bringen als einzige deutsche Unternehmen neben der TU München Praxiswissen sowie Erfahrungen aus ersten Cradle-to-Cradle-Projekten mit ein.

Madaster – Kataster für Materialien

In der Madaster-Online-Plattform werden Gebäude registriert, einschließlich der Materialien und Produkte, die sich in ihnen befinden. Sie bietet Immobilieneigentümern und anderen Stakeholdern die Möglichkeit, Daten ihrer Immobilien zu speichern, zu verwalten, anzureichern und auszutauschen.

Mit Madaster kann jede und jeder einen sicheren webbasierten Material Passport für sein(e) Gebäude anfertigen lassen. Dieser enthält Informationen über die Qualität, Herkunft und die Position von Materialien und Produkten und gibt Einblick in den materiellen, zirkulären und finanziellen (Rest-)Wert eines Gebäudes.

- Fortschreibung und Nutzung bestehender Umweltdeklarationssysteme wie der *Environmental Product Declaration* (EDP), die quantifizierte umweltbezogene Informationen auf Basis unabhängig überprüfter Daten zum Lebensweg eines Produkts oder einer Dienstleistung zur Verfügung stellen
- Aufbau von Entwicklungszentren bzw. Netzwerken im Sinne der Fraunhofer Circonomy Hubs zur Bündelung der Expertise und Beschleunigung der erforderlichen Innovation
- Unterstützung bei der Standortsuche für Recycling-Anlagen (vgl. auch B 02.4, Rolle des Staats), gezielte Erleichterungen bei den Genehmigungsverfahren. Gemeinsame Foren von Wirtschaft und Verwaltung wie die Arbeitsgruppen des Umwelt- und Klimapakts Bayern sollten genutzt werden, um konkrete Lösungen auszuarbeiten und die Fachbehörden vor Ort mit geeigneten Entscheidungsleitlinien zu unterstützen.
- Umfassende hybride Ansätze zur Modellierung und Simulation auf Basis physikalischer Modelle in Kombination mit Künstlicher Intelligenz. Dabei gilt es zunächst, die verfügbaren Kenntnisse über physikalisch-chemische Eigenschaften und Zusammenhänge zu nutzen und die Daten- und Wissensbasis zu erweitern. Insbesondere dort, wo sich Lücken (noch) nicht schließen lassen, kann der Einsatz Künstlicher Intelligenz neue Ansatzpunkte aufzeigen, etwa im Hinblick auf die Lösbarkeit chemischer Zusammensetzungen (Grey Box Modell).
- Qualitätssicherung weiterentwickeln
- Gesetzliche Definition des Bauprodukts erweitern
- Standardisierung für zirkuläres Bauen vorantreiben
- Per se temporäre Bauten: auf Standardgrößen setzen, Verbindungselemente nutzen, die rückstandsfrei entfernt werden können (Bsp. *People's Pavillon, Amsterdamer Stadtgericht/Cepezed*)

Um die im Rahmen der Kreislaufwirtschaft notwendigen Prozesse gezielt steuern, kontrollieren und bewerten zu können, bedarf es gesamtheitlich ausgerichteter Bewertungsmethoden, die es ermöglichen, den gesamten Material- und Betriebsenergieaufwand und die hieraus resultierenden Umweltwirkungen eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus hinweg zu analysieren und abzubilden. Zugleich muss der Einsatz fossiler Brennstoffe drastisch reduziert werden, um den emissionsarmen Betrieb von Gebäuden sicherzustellen. Um auch diesen Faktor miteinzubeziehen, müssen Gebäude aus der Perspektive ihres gesamten Lebenszyklus entworfen, betrieben, modernisiert und demontiert werden. Die Methode der Ökobilanzierung (engl. Life Cycle Assessment, LCA) ermöglicht die Entwicklung dieser Perspektive.

- Heutige Ökobilanzen bilden noch nicht ausreichend die ökologischen Vorteile einer Kreislaufnutzung bzw. die Nachteile einer Deponierung von Materialien ab. Aus ökonomischer Sicht werden die End-of-Life-Phasen ebenfalls unzureichend abgebildet, da nur sehr eingeschränkt Kostendaten zu Recycling- oder Deponierungsprozessen vorliegen. Dies gilt es zu verbessern.
- Challenge: Im Rahmen eines Vorhabens „Rohstoffspeicher Stadt“ wird mindestens für ein Quartier eine Ressourcendatenbank erstellt und unter Einsatz digitaler Werkzeuge eine Strategie entwickelt, die Sanierungs- bzw. Abrisszyklen sowie Planungen für den Wiedereinsatz von Ressourcen optimiert.

Beim Thema Kreislaufwirtschaft muss im Blick behalten werden, dass es nicht um die Optimierung von Insellösungen oder geschlossenen Kreisläufen geht. So wie auch heute schon wichtige Querbeziehungen bei den Rohstoffen bestehen (z. B. Gips aus der Energieerzeugung mit Kohlekraftwerken, Rohstoff für Kunststoffteile aus der Kerosinproduktion), geht es künftig darum, die recycelten Materialien in verschiedenen Bereichen einzusetzen. Daher müssen Recyclinglösungen für neue Werkstoffe optimiert und neue Einsatzgebiete identifiziert werden: So kann beim Carbonbeton zwar grundsätzlich getrennt und jeweils recycelt werden, es gibt bisher aber vergleichsweise wenige Einsatzgebiete für recycelte Carbonfasern.

Beim Recycling von Bestandsbauten mit üblicherweise mehreren Jahrzehnten Alter sind ebenfalls Recyclingverfahren erforderlich und müssen u. U. spezifisch für die „alten“ Materialien bzw. Materialkombinationen entwickelt werden. Fragen der Wirtschaftlichkeit können bei eher selteneren Materialien eventuell kritisch sein. Hierfür muss gezielt die Suche nach passenden Lösungen unterstützt werden.

Handlungsempfehlungen

B

Rolle technologischer Lösungen stärken

01.3

Neben den oben genannten gibt es eine Vielzahl weiterer wichtiger Technologien und Verfahren, die gezielt in die Anwendung gebracht werden müssen, um den Bau und Betrieb von Gebäuden und Infrastrukturen sowie die Lebens-, Arbeits- und Mobilitätswelten digitaler, nachhaltiger und resilienter zu machen:

- Weitere neue Werkstoffe, Materialien und Produkte
- Energietechnologien (z. B. organische Photovoltaik)
- Sicherheitstechnologien
- Belüftung, Luftreinigung
- Sensortechnik
- Mobilitätstechnologien (Automatisierungslösungen im ÖPNV und eine wesentlich bessere durchgängige Vernetzung verschiedener Verkehrsträger kann insbesondere die Mobilität im ländlichen Raum auf ein ganz neues Level heben, ohne dabei massiven zusätzlichen Infrastrukturbedarf auszulösen)
- Kommunikationstechnologien (Arbeit und Privatleben, Versorgung)
- Lärminderungstechnologien
- Urban Farming und Ernährungsfragen, Transport- und Logistiklösungen für die Versorgung, insbesondere von Ballungsräumen

Dabei gibt es nicht die eine Lösung, auf die man für ein zukunftsfähiges, nachhaltiges und bedarfsgerechtes Bauen setzen könnte. Das lässt sich etwa am Beispiel der Rohstoffe verdeutlichen: Allein in Bayern beträgt der Bedarf an Sand, Kies, Schotter und sonstigen mineralischen Rohstoffen pro Jahr rund 150 Millionen Tonnen. Bayernweit fallen allerdings nur rund 10,5 Millionen Tonnen an Bauschutt und 4,5 Millionen Tonnen Straßenaufbruch an. Recycling ist also sehr wichtig, muss aber ergänzt werden durch Technologien, die diesen Rohstoffbedarf reduzieren. Es geht einerseits darum, Methoden zu verbessern, um die im konkreten Anwendungsfall optimale Technologie einzusetzen, andererseits auch um die Förderung technologischer System-Innovationen.

01.3.1 Forschung und Entwicklung vorantreiben

Im Freistaat Bayern werden wichtige Forschungs- und Entwicklungsthemen mit Bezug zum Planen und Bauen bereits auf verschiedenen Ebenen behandelt, unter anderem mit den Plattformen des Zentrums Digitalisierung.Bayern (Digitales Planen und Bauen, Smart Cities and Regions), im Rahmen der Cluster-Offensive (z. B. neue Werkstoffe, Forst und Holz) oder mit dem Zentrum für Telematik und der Munich School of Robotics and Machine Intelligence. Weitere Aktivitäten in den Bereichen Klima, Umwelt und KI werden mit der Hightech Agenda Bayern besetzt. Darauf muss weiter aufgebaut werden, auch auf der Bundes- und EU-Ebene.

Beispiele für relevante Forschungsthemen
(ergänzend zu den zuvor bereits angesprochenen Aspekten):

Planung

- Gezielte Erforschung von kostengünstigen Lösungen für kostentreibende Standards wie Brandschutz, Schallschutz (Beispiel Lärminderung im Verkehr als starker Kostentreiber)
- Technologische Lösungen zur Überwindung von Restriktionen für die energetische Sanierung im Bestand (z. B. denkmalgeschützte Bauwerke, Fachwerk, unzugängliche Wände etc.). Innovative, nachhaltige Heiz- und Kühlsysteme (z. B. Geothermie) dabei mitbedenken
- Übertragbarkeit von Lösungen auf den Bestand immer mitbedenken, z. B. Entwicklung einfacher, modularer Lösungen für die Sanierung von Gebäuden, insbesondere aus den 50er- bis 70er-Jahren, Nachrüstbarkeit von Lärmschutzelementen bei Nutzungsänderungen (von Gebäuden, Gebäudeteilen, in der Nachbarschaft) etc.
- KI-Einsatz im Planungsbereich (u. a. Verbesserung der Prognoseverfahren für Energieverbräuche, regionale Klimaauswirkungen etc.) und Weiterentwicklung hybrider Modelle (Grey Box, vgl. B 01.2.3)

Bauausführung

- Kollaborative Robotik auf der Baustelle: Konzepte des cyberphysischen Bauens und des zugrunde liegenden Informationsrückgrats; Grundlagenforschung, um allgemeinere Ansätze für die Steuerung einer Flotte von koordinierten Robotern zu ermöglichen, die sicher mit dem Menschen zusammenarbeiten und gleichzeitig Designaspekte integrieren, die komplex sind und sich flexibel ändern

- Weiterentwicklung mineralischer Baustoffe (CO₂-Bilanz, Zirkularität, z. B. Click Brick) und biologischer Baustoffe (z. B. Bambus, Pilzsporen – vgl. die Arbeiten am Karlsruher Institut für Technologie, KIT)
- Effiziente Prozesstechnologien für Herstellung und Recycling der Materialien für weiterentwickelte Klimaschutztechnologien z. B. im Wärmebereich (siehe A 03.1); Weiterentwicklung im Hinblick auf die adaptive Reaktion auf verfügbare Energie (Sonne, Wind)
- 3D-Druck im Bau: neue Werkstoffe
- Potenziale der thermischen Bauteilaktivierung (auch: Betonkernaktivierung), mit der die Gebäudemasse zur Temperaturregulierung genutzt wird
- Schallschutzeigenschaften von neuen Materialien und neuen Bauweisen sowie deren Optimierung

Lebenszyklus, Kreislaufwirtschaft

- Durchgängige Erfassungs- und Bewertungsverfahren für nachhaltiges Bauen (siehe B 01.2.3)
- Recyclingtechnologien wie die elektrodynamische Fragmentierung für größere Volumenströme weiterentwickeln und für einen kontinuierlichen Betrieb anpassen
- Robotik-Einsatz beim Recycling
- Entwicklungsnotwendigkeiten bei den Trenn- und Sortiertechniken, bspw. um Körnungen exakt definierter Qualität für gezielte Anwendungen herzustellen

Die vbw Studie *Constructing Our Future* (vgl. insbesondere Kapitel 09) weist zahlreiche weitere Themen aus, die weiterverfolgt werden müssen. Wichtig ist in jedem Fall, gleichzeitig gezielt auf BIM als Basis zu setzen, die Grundlagen für die Kreislaufwirtschaft zu legen und hier einen Schwerpunkt zu setzen und andererseits die weiteren Themen mit ausreichend dotierten, offen formulierten Forschungs- und Förderprogrammen abzudecken. Auch die Förderung von Sprunginnovationen ist relevant, zumal es verschiedene potenzielle Gamechanger in diesem Bereich gibt (vgl. vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020). Der Mitteleinsatz muss insgesamt erhöht und verstetigt werden,

alleine schon zur Erreichung der Klimaschutzziele. Dabei muss auch die begleitende Weiterentwicklung von Verfahren/Methoden mitgefördert werden können.

Wichtige Ansatzpunkte zur Förderung von Innovationen sind unter anderem die Forschungsförderung (Ausweitung der steuerlichen Forschungsförderung und Programmförderung), ein mutiger, missionsorientierter Ansatz und Challenges sowie die Förderung von Start-ups. Zu Einzelheiten kann dabei auf die früheren Handlungsempfehlungen (insbesondere *TechCheck 2019. Technologien für den Menschen*. und vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020) verwiesen werden.

Challenge: Die öffentliche Hand erstellt ein markantes Gebäude unter Anwendung des digitalen Zwillings (BIM) mit möglichst vollständiger Nutzung von Recyclingmaterial, klimaneutral im Betrieb, wartungs- und instandsetzungsfreundlich, mit gebotener Nutzungsflexibilität, gut eingebunden in das relevante Umfeld sowie zu Kosten, die maximal auf dem Niveau der bisherigen Kostenschätzungen und demjenigen vergleichbarer Bauwerke liegen.

Speziell im Bereich Planen und Bauen empfiehlt es sich, Innovationsplattformen für die Vernetzung von Wissenschaft und Praxis, Staat und Gesellschaft (Architekten, Ingenieure, Bau- und Materialexperten, Stadtplaner etc.) stärker zu nutzen: branchenübergreifend, zur Entwicklung innovativer und idealerweise massentauglicher Lösungen für das nachhaltige Bauen einschließlich der anwendbaren Konstruktionsprinzi-

pien. Ein Vorbild kann dabei das von der Wacker Chemie AG unterstützte Projekt des Karlsruher Instituts für Technologie „Change Lab! Wacker/KIT Innovation Platform for Pioneering Sustainable Construction“ sein. Es fördert den Austausch zwischen Akteuren verschiedener Stufen der Bauwertschöpfungskette und den Link zur Forschung. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt z. B. auch das TUM *Georg Nemetschek Institute of Artificial Intelligence for the Built World* für den Einsatz von KI-Technologien im Bauwesen. Die Initiative Bauen mit Weitblick (siehe Seite 76) zielt auf das wichtige Systemdenken ab und muss weiter gestärkt werden. Angesichts der Bedeutung des Themas und der Größe der Herausforderung erscheint es angemessen, eine nationale Plattform „Bauen 4.0“ nach dem Vorbild von Industrie 4.0 einzurichten.

01.3.2 Technologische Lösungen in die Breite tragen

Die am Markt verfügbaren Innovationen müssen schnellstmöglich in die Breite getragen werden, um zügig die damit bezweckten Verbesserungen – beispielsweise bei der Reduktion der Emissionen – zu erreichen. Das betrifft nicht nur den Neubau, sondern zum Beispiel bei Digitalisierung und Sensorik für die intelligente Gebäudetechnik auch die Nachrüstung. Es muss zunächst sichergestellt werden, dass die aktuellen technologischen Lösungen und mögliche Alternativen mit ihren spezifischen Einsatzgebieten, Vor- und Nachteilen in der Breite der Bauwirtschaft bekannt sind. Innovationszentren, Pilot- und Demonstrationsvorhaben müssen genutzt werden, um den Transfer von Forschungsergebnissen und Best Practice zu unterstützen (zur Aus- und Weiterbildung vgl. B 02.5). Ziel ist es, von der Insellösung zur Integration in übergreifende Planungen zu gelangen und die Verbreitung erfolgreicher Ansätze sicherzustellen.

Anpassung der Förderbedingungen bei Calls

Kleine Unternehmen, wie sie für den Planungs- und Baubereich in Bayern und Deutschland typisch sind, haben oft große Schwierigkeiten, den Eigenanteil aufzubringen und den administrativen Aufwand zu bewältigen. Das Interesse ist in Zeiten starker Nachfrage auch wegen der starken Auslastung mit dem Kerngeschäft vergleichsweise gering, obwohl gerade Automatisierungs- und Rationalisierungstechnologien auf der Baustelle zu einer höheren Produktivität und einer besseren Bewältigung des Auftragseingangs führen könnten. Wenn sich allerdings vorwiegend Wissenschaft und die wenigen Großen der Branche an der Entwicklung neuer technologischer Lösungen beteiligen, wird die anschließende Implementierung in der Breite umso schwieriger. Es muss daher an neuen Ansätzen für Verbundprojekte gearbeitet werden (vgl. auch B 03.4). Auch eine Anpassung des Beihilferechts muss in Erwägung gezogen werden, um stets bedarfsgerechte Förderangebote machen, also beispielsweise in bestimmten Fällen Eigenanteile herabsetzen zu können.

Erfüllung von Vorgaben mit neuesten Technologien ermöglichen

Eine technologieoffene Formulierung erleichtert es, die neuesten auf dem Markt verfügbaren Technologien sofort einzusetzen (z. B. im Bereich der Kältemittel, die aktuell im Landesrecht noch nicht berücksichtigt sind). Ansonsten muss sichergestellt werden, dass eine umgehende Anpassung erfolgt, sobald es eine Weiterentwicklung gibt. Beispiel Denkmalschutz:

Statik als „Totschlagsargument“ kann oft entkräftet werden, wenn mit BIM und 3D-Modellen gearbeitet wird beziehungsweise neue Verstärkungstechnologien zum Einsatz kommen können.

Nutzerorientierung stärken

Viele neue Technologien widersprechen zunächst den erlernten Nutzergewohnheiten (z. B. Lüften bei Smart-Home-Technologien). „Bedienfehler“ sollten möglichst schon durch die Gestaltung ausgeschlossen werden (vgl. *TechCheck 2019. Erfolgsfaktor Mensch*). Gleichzeitig muss dafür Sorge getragen werden, dass Anwender das nicht als Einschränkung erleben, sondern den Nutzen wahrnehmen können, beispielsweise über ein Feedback des Systems (z. B. zu eingesparter Energie, Luftqualität etc.).

Gerade auch für ältere, kranke und körperlich eingeschränkte Personen bringen digitale Lösungen im Bereich Smart Home/Smart Building große Vorteile. Stichworte sind Sensorfußböden oder Inaktivitätsmelder. Gegebenenfalls geförderte Paketlösungen können ein Schlüssel zu einer Digitalisierung auch für weniger digitalaffine Nutzende sein. Zusätzlich gilt es, die Investitionszurückhaltung zu überwinden, die durch Zweifel an der Amortisierung innerhalb der eigenen Lebenszeit ausgelöst wird (siehe auch unter Kapitel B 03.4 zu den grundsätzlichen Finanzierungsfragen). Nur so erreicht man letztlich mit den entsprechenden Programmen eine größere Anzahl von Personen, die sich anderenfalls nicht für eine Modernisierung entscheiden würden. Wichtig ist auch hier, dass die Anwendung so einfach und nut-

zerfreundlich wie möglich ausgestaltet wird. Dabei muss Sicherheitsbedenken umfassend Rechnung getragen werden: einerseits technisch-regulativ durch eine kompetente und zügige Zertifizierung der Systeme, andererseits durch eine zielgruppenorientierte Kommunikation von verbleibenden Risiken und Möglichkeiten zu deren Minimierung.

Neue Ansätze auch auf der Baustelle verbreiten

Ein Beispiel ist der Baulärm, der künftig noch mehr an Bedeutung gewinnen kann, wenn sich die Prognose aus der Studie bewahrt, dass künftig verstärkt in Tagesrandlage gearbeitet werden muss. Mobile „Brecher“ (für das Recycling von Beton) dürfen

beispielsweise aus Schallschutzgründen in Wohngebieten teilweise nicht vor Ort auf der Baustelle betrieben werden, sodass zusätzliche Fahrten notwendig werden, was wiederum den CO₂-Ausstoß erhöht. Lösungsansätze können (temporäre) Schallschutzsysteme sein. Nachdem sich diese noch nicht in der Breite etabliert haben, ist als erster Schritt eine Best-Practice-Sammlung sinnvoll. Gleichzeitig müssen diese Fragen auch schon in der Planung berücksichtigt werden. Gleiches gilt für die neue Erkenntnisse aus der Weiterentwicklung von Lärmschutztechnologien und -eigenschaften (siehe B 01.3.1). Insofern kann es sinnvoll sein, stärker auf die Normung durch die Industrie zu setzen, die dann deren Weiterentwicklung zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen selbst in der Hand hat.

01.3.3 Qualifizierung für den technologischen Fortschritt

Die neuen Technologien können nur dann mit der notwendigen Geschwindigkeit in die Breite getragen werden, wenn in Aus- und Weiterbildung sowie über Nachqualifizierung umgehend die erforderlichen Qualifikationen für ihren Einsatz vermittelt werden. Angesichts des hohen Anteils kleiner und mittlerer Unternehmen in der deutschen und bayerischen Bauwirtschaft müssen Aus- und Weiterbildungsangebote gerade auch auf diese Zielgruppe zugeschnitten werden.

Notwendig ist eine Erweiterung/stärkere Verknüpfung entsprechender Studiengänge. Systembau (d.h. Bauverfahren, bei denen das Gebäude aus vorgefertigten Bauteilen oder Modulen zusammengesetzt wird) muss als neuer Ausbildungsschwerpunkt etabliert werden. Außerdem sind spezialisierte Studiengänge im Bereich der Digitalisierung des Bauens erforderlich; ein Beispiel ist der neue Studiengang „Digitaler Baumeister“, der ab 2022 an der Hochschule Augsburg angeboten werden soll. BIM-Methodik und Schlüsselfelder des Bauens 4.0 müssen zeitnah in die berufliche Aus- und Weiterbildung integriert werden. Gleiches gilt für resilientere Bauweisen mit Blick auf den Klimawandel. Neben technischen Lösungen betrifft das auch Kenntnisse über Auswirkung und Grenzen von Gestaltungsoptionen und Bauweisen (vgl. B 02.2).

Digitale Werkzeuge, neue Technologien im Bau und das Systemdenken wie auch die Kunden-/Nutzerorientierung einschließlich längerfristiger Perspektiven (Antizipation möglicher künftiger Änderungen durch Offenheit und Flexibilität der Bauweise) müssen in der Architekturausbildung mehr Gewicht bekommen. Auch die Rolle der Architekten für die „Kreislaufwirtschaftsfähigkeit“ verdient mehr Beachtung.

Datenerhebungs-, -nutzungs- und -auswertungsmethoden müssen in der Ausbildung und Weiterbildung eine größere Rolle spielen, um eine bessere Planung und Umsetzung zu ermöglichen und den Grundstein für eine Optimierung der Wissens- und Entscheidungsgrundlagen zu legen.

Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Angeboten der Hochschulen an Unternehmen. Diesen kann nur nahegelegt werden, sie auch in Anspruch zu nehmen. Zusätzlich sind ergänzende Angebote der außeruniversitären und berufsbegleitenden Qualifizierung notwendig, etwa nach dem Vorbild der Lernlabore Cybersicherheit von Fraunhofer.

Zudem muss die Breite der Marktbeteiligten eingebunden werden und das sind zu meist nicht akademische Berufe. Die betriebliche Aus- und Weiterbildung spielt eine wichtige Rolle und setzt eine entsprechende Qualifikation des Personals voraus (vgl. auch B 02.5). Mit den Anfang 2020 eingeführten neuen Abschlussbezeichnungen „Bachelor Professional“ und „Master Professional“ wird die berufliche Weiterbildung aufgewertet und besser mit akademischen Abschlüssen vergleichbar gemacht; zudem soll international eine bessere Anschlussfähigkeit hergestellt werden. Ein weiterer Schritt kann die stärkere Verschränkung der HAWs mit der Praxis sein, etwa an der Schnittstelle zur Gebäudetechnik. Denkbar sind Anreize für ein verstärktes Angebot gemischter praktisch-theoretischer Ausbildungen, die wichtige Handwerkskompetenzen ebenso wie das notwendige fortgeschrittene Verständnis komplexer Systeme etc. vermitteln. Auch im Handwerksbereich sind zusätzliche Qualifizierungsangebote erforderlich.

Neue Exportmärkte erschließen

Grundsätzlich gilt es, bei Produktinnovationen groß zu denken (Stichwort Skalierbarkeit) und technologische Lösungen nicht nur für bayerische Anliegen zu entwickeln, sondern gerade im Nachhaltigkeitsbereich für den Export zu fördern.

Die bayerischen Anbieter von Leit- und Exportprodukten im Bereich des Bauens und Planens tragen zu einer deutlichen Profilierung der Bauwirtschaft im Freistaat bei. Anknüpfend an die Ergebnisse der Studie *Constructing Our Future* müssen mögliche Zielmärkte für bayerische Unternehmen identifiziert und transparent gemacht werden, um ein fokussiertes Vorgehen zu ermöglichen. Die Struktur und die Kompetenzen der bayerischen Bauwirtschaft müssen dabei ebenso berücksichtigt werden wie die Nachfrageentwicklung auf wichtigen Auslandsmärkten. Es gilt also zu untersuchen, welche Technologien ihr volles Potenzial vor allem in anderen Weltregionen entfalten können (z. B. klimatische Bedingungen, Urbanisierung/Megastädte etc., vgl. A 02) und wie die bayerische Wirtschaft dort aufgestellt ist. Daraus können Empfehlungen abgeleitet werden, worauf die Unternehmen künftig verstärkt setzen sollten.

Für den Bereich des Klimaschutzes und der Klimaanpassung kann dabei auf die Erkenntnisse aus der vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020 zurückgegriffen werden.

Die Bauwirtschaft steht vor der Herausforderung, ihre Bedeutung und ihren Beitrag zur Wirtschafts- und Exportleistung des Freistaats sichtbar zu machen. Für die (Leit-)Anbieter der Bauwirtschaft kann ein stärker gebündelter Auftritt nach außen dazu beitragen, die Sichtbarkeit national und international zu erhöhen und damit Export- und Wachstumschancen zu eröffnen.

01.4

In allen Bereichen muss ein intensiverer internationaler Austausch gesucht werden: zu Forschungsergebnissen und Technologien, zu Best Practice im „Standardbau“, in der Ausbildung etc. Architektur auf dem oberen Level ist seit jeher sehr international ausgerichtet. Besondere Pläne und Bauwerke werden weltweit beachtet. Die Hauptaufgabe für die kommenden Jahre und Jahrzehnte liegt aber in massentauglichen Lösungen, kostengünstig und nachhaltig, und das ist eine weltweite Herausforderung.

Ein wichtiger Aspekt für das Vorantreiben von Innovationen und skalierbaren Exporterfolgen bleibt schlicht die Größe. Technologien wie das serielle Bauen kommen überwiegend aus dem Ausland zu uns, wo Betriebe mit tausend Mitarbeitern keine Seltenheit sind, die dementsprechend auch über eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen sowie die Möglichkeit zur industriellen Produktion verfügen. Insofern ist auch für den internationalen wirtschaftlichen Erfolg eine deutliche Stärkung von Kooperationen unabdingbar (siehe B 01.1.4), gegebenenfalls auch von weitergehenden Zusammenschlüssen.

Die Wirtschaft muss bei der Erschließung neuer Exportmärkte und der Entwicklung entsprechender Internationalisierungsstrategien unterstützt werden. Bei der Verknüpfung von Außenwirtschaft und Innovation setzen die Niederlande auf einen interessanten Ansatz: An den Auslandsrepräsentanzen sind Technologiebeauftragte angesiedelt, die als Ansprechpartner fungieren und sich auf Transfer und Vernetzung zu technologischen Themen konzentrieren.

Kapitel

02

Teil

B

Gestaltungsspielräume schaffen und nutzen

Die vbw Studie *Constructing Our Future* unterstreicht zu Recht, dass die integrierte Betrachtung verschiedener Ziele und Handlungsfelder in der Planung deutlich mehr Gewicht erhalten muss. Dazu ist eine sektorübergreifende und großräumigere Sichtweise notwendig. Es geht darum, Tradition und Baukultur erfolgreich mit modernen Lebens- und Arbeitsformen zu verbinden und zum internationalen Erfolgsmodell zu entwickeln. Damit lässt sich auch zeigen, dass nachhaltiges Bauen, Wohnen und Arbeiten mit einer hohen Lebensqualität Hand in Hand gehen können. Wie generell bei Klimaschutzfragen gilt es, mit einem attraktiven Vorbild zur Nachahmung anzuregen.

Der Zukunftsrat empfiehlt	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft	Gesellschaft
Bessere Daten- und Erkenntnisgrundlagen schaffen	✓	(✓)	✓	✓
Neue Planungs- und Gestaltungsgrundsätze (Bedarf des Einzelnen und der Gesellschaft)	✓	✓	✓	✓
Regulierung als Enabler verstehen				
Anreize für eine integrierte Planung und Umsetzung setzen (Anpassung der Vergabeverfahren, der Vergütungssystematik etc.)	✓			
Schaffung von Wohnraum erleichtern	✓			✓
Entwicklungsperspektiven für Unternehmen gewährleisten	✓			
Genehmigungsverfahren beschleunigen	✓			
Verwaltung zur Ausnutzung von Ermessensspielräumen ermutigen	✓	(✓)		
Rechtsrahmen optimieren	✓			

Der Zukunftsrat empfiehlt	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft	Gesellschaft
Rolle des Staats als Planer und Bauherrn nutzen				
Vorbildfunktion	✓			
Beschaffung, Innovationspolitik	✓			
Kommunikation und Lenkung	✓			
Beschleunigung und Verstetigung von Infrastrukturmaßnahmen der öffentlichen Hand (Daseinsvorsorge)	✓			✓
Resilienz erhöhen	✓	✓	✓	✓
Fachkräfte sichern und gewinnen				
	✓	✓		

Handlungsempfehlungen

B

Bessere Daten- und Erkenntnisgrundlagen schaffen

02.1

Der Systemgedanke bei Planung und Bau lässt sich nur verwirklichen, wenn möglichst viele gesicherte aktuelle Daten aus verschiedenen Quellen genutzt werden. Open Government Data muss umfassend verwirklicht werden. Bei den Formaten und Schnittstellen ist zu berücksichtigen, dass die Daten untereinander und auch mit Daten anderer Länder und des Bundes unproblematisch verknüpft werden müssen. Zusätzliche Informationen für die Modelle (beispielsweise Regulierungsanforderungen) müssen ebenfalls entsprechend aufbereitet werden. Es ist auch mehr Transparenz in Bezug auf die verfügbaren Informationen zu schaffen.

Informationen zum Gebäudebestand

Um beispielsweise die energetische Qualität von Nichtwohngebäuden zu erheben und bei Bedarf zielgerichtete Anreize setzen zu können, müssen deutlich bessere Erkenntnisse vorliegen. Auch für eine Priorisierung von Maßnahmen oder die Auswahl unter verschiedenen Alternativen ist eine Kosten-Nutzen-Rechnung (zum Beispiel Euro pro eingesparter kWh/pro kg CO₂) eine bewährte, richtige und nachvollziehbare Entscheidungsgrundlage. Hierfür fehlen derzeit noch die Daten. Dieser Zustand muss umgehend verbessert werden, nicht zuletzt, um die Akzeptanz für Maßnahmen und Entscheidungen zu erhöhen. Als Beispiel für den Bereich der energetischen Sanierung kann etwa die *Gebäuderenovierungsstrategie Österreich* dienen. Hier ermöglicht ein Berechnungstool eine nachweisgestützte Schätzung auf Basis des nationalen Gebäudebestands die Ermittlung von Einsparpotenzialen bei Heizung und Warmwasser im Gebäudebereich, sowohl für Wohngebäude als auch für Nichtwohngebäude. So etwas ist auch für Bayern erforderlich, auf Basis flächendeckender Erfassung der notwendigen Daten unter Berücksichtigung der jeweils möglichen Wärmequellen.

Weitere wichtige Beispiele sind die verwendeten Materialien, deren Lebensdauer und die Möglichkeiten zur Entsorgung (vgl. B 01.2.3 zur Kreislaufwirtschaft). Die heutigen Erkenntnislücken müssen zügig geschlossen werden, um erkenntnisbasiert agieren zu können.

Beispiele

- Die Baualtersklasse von Gebäuden ist unter anderem von Bedeutung, wenn es um Fragen der Gebäudeeffizienz, Renovierungsbedürftigkeit und Materialzusammensetzung sowie um Fragen von Abriss und Neubau oder Sanierung geht. Sie ist für Nichtwohngebäude – die rund die Hälfte des Gebäudebestands ausmachen – jedoch nicht erfasst.
- Auch zu den THG-Emissionen in den bau- und gebäuderelevanten Bereichen liegen keine passfähig abgegrenzten amtlichen Statistiken vor.
- Der energetische Zustand ist ebenfalls nicht im Detail bekannt. Hier kann eine Verbindung verschiedener Datenquellen (unter anderem unter Einbeziehung der bei der KfW vorliegenden Informationen oder die Auswertung von Gebäudeaufnahmen mit KI-Methoden) ein besseres Bild liefern. Für die durchgeführten Maßnahmen muss ein Monitoring aufgesetzt werden, damit das Zusammenspiel verschiedener Systeme und die Erfüllung der Erwartungen in der Praxis bei künftigen Entscheidungen angemessen berücksichtigt werden können.

Nutzungsszenarien

Dabei kann auch eine Rolle spielen, wie sich die Trends in der Arbeitswelt entwickeln (Homeoffice und mobiles Arbeiten, Automatisierung etc.) und parallel jene in der Mobilität:

- Es ist beispielsweise zu klären, wo vorrangig zusätzliche Klimaanlage, Kältedecken etc. benötigt werden, um auch in deutlich heißeren Sommern die Arbeitsfähigkeit sicherzustellen: im Büro, in der eigenen Wohnung oder wird die Bedeutung von temporären Lösungen zunehmen?
- Ähnliche Fragen stellen sich auch bei der langfristigen Planung von Mobilitätsangeboten (beispielsweise bei der Dimensionierung der Ladeinfrastruktur). Während der Pandemie ist die Nutzung des ÖPNV deutlich zurückgegangen. Zwar erwartet eine Mehrheit der Befragten in Bayern eine Rückkehr zum Ausgangsniveau, aber ein gutes Viertel rechnet damit, dass die eigene Nutzung dauerhaft unter dem alten Niveau bleibt, sodass insgesamt eine Reduktion erwartet wird (Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr, *Verkehrsverhalten nach Corona; Umfrage unter volljährigen Bayern durch infas im April 2021*).

Gerade das Pendlerverhalten einschließlich der Möglichkeiten zur Nutzung der Fahrtzeiten hat ausgesprochen starke Rückwirkungen auf die notwendigen Infrastrukturen und die Attraktivität bestimmter Lösungen (Wohnorte, ÖPNV vs. Individualverkehr) einschließlich der Werksverkehre. Reisen aus privaten Anlässen sind nicht minder relevant, und hier ist ebenfalls unklar, inwieweit und ggf. ab wann sich im Vergleich zu den bisherigen Planungsgrundlagen Präferenzen aufgrund des gestiegenen Klimabewusstseins oder der Folgen der Pandemie (einschließlich Verteuerung z. B. von Flügen) ändern.

- Wechselwirkungen mit dem Fachkräftemangel: Inwieweit kann Infrastruktur und Gestaltung der Arbeitsumgebungen zu Arbeitsortattraktivität, Arbeitgeberattraktivität und Mitarbeiterbindung beitragen? (Chance auch für Mittelständler, in eher „abgelegenen“ Regionen qualifiziertes Personal zu gewinnen)

Auch hierfür müssen Daten erhoben, ausgewertet und die entsprechenden Entscheidungsgrundlagen geschaffen werden. Die Aufteilung der Mobilitätsbudgets in den Unternehmen ist für diese Fragen ein gewichtiges Indiz.

Zu klären ist in diesem Rahmen ebenfalls, wie hoch der Anteil der Bevölkerung ist, der etwa neue Arbeitsformen nutzt und wie viele – möglicherweise dauerhaft – in klassischen Strukturen leben und arbeiten. Auch dieses Nebeneinander gilt es zu organisieren. Wenn sich Planungen auf Annahmen wie die einer deutlich stärkeren Nutzung von Homeoffice etc. stützen, gilt es umso mehr, die Bedingungen dafür zu stabilisieren: einerseits im Bereich der rechtlichen Rahmenbedingungen, die Flexibilität zulassen müssen, ohne sie zu erzwingen. Andererseits müssen im Betrieb ebenfalls Anpassungen vorgenommen werden (z. B. Ergebnis- statt „Verhaltens“-kontrolle“ als Herausforderung für Führungskräfte, neue Konzepte für die Zusammenarbeit), bei denen Organisationen der Wirtschaft unter-

stützend mitwirken können. Hochschulen und Universitäten – die während der Pandemie weitestgehend auf digitale Angebote umgestellt hatten – können als Experimentierfelder für neue Arbeitsformen dienen. Nachdem es sich um ein mit hohen Unsicherheiten behaftetes Feld handelt und für dauerhafte Veränderungen noch zahlreiche Prozesse umgestellt werden müssen, ist es wichtig, keine einseitigen Festlegungen zu treffen – weder im Hinblick auf die Planung, z. B. von Infrastrukturen, noch regulativ –, sondern in Szenarien zu denken.

Schließlich muss neben Veränderungen in der Arbeitswelt und den dadurch induzierten Effekten auf andere Bereiche auch analysiert werden, wo und in welcher Breite sich Vorstellungen zur Wohnumgebung verändern, also beispielsweise Ansprüche an die Freizeitgestaltung im Umfeld oder Themen wie Urban Farming. Auch das erfordert andere Flächennutzungskonzepte, die ihrerseits wieder möglichst flexibel für weitere Veränderungen sein müssen.

Post-Corona: Längerfristige Auswirkungen der Pandemie

Generell muss genau beobachtet werden, wo sich durch die Erfahrung in der Pandemie Verhaltensweisen, Gewohnheiten und Anforderungen auch längerfristig ändern können, unabhängig davon, ob die Pandemie Auslöser oder Treiber einer solchen Entwicklung ist.

Das kann, neben den bereits genannten Aspekten, beispielsweise ein größerer „Platzbedarf“ sein, den der Einzelne benötigt, um sich – zum Beispiel in Freizeiteinrichtungen, in Verkehrsmitteln, bei der Arbeit – wohlfühlen (Auswirkungen auf Nachfrage, Produktivität und Anforderungen an die Gestaltung). So zeigt eine aktuelle Befragung im Auftrag des Bayerischen Verkehrsministeriums (siehe B 02.1), dass Abstandsbedarf und insbesondere Hygienekonzepte fast gleichauf mit den „Dauerbrennern“ Angebot (Verbindungen, Reisezeiten) und Tarif rangieren, wenn es um die Frage geht, welche Maßnahmen die Menschen wieder zurück in den ÖV bringen. Diese Tendenz gilt unabhängig davon, wie intensiv der ÖPNV vor der Pandemie genutzt wurde. Das bedeutet, dass mit einem höheren Platzbedarf geplant werden muss. Die Forschung zur Pandemie-Resilienz muss verstetigt werden, um ein angemessenes Sicherheitsniveau zu gewährleisten und Vertrauen in diese Verkehrsmittel zurückzugewinnen. Hierzu wurde am Fraunhofer IBP bereits ein Forschungsschwerpunkt zu den Ausbreitungsmechanismen im Innenraum der ÖV gestartet, der fortgeführt werden muss. In jedem Fall muss die Attraktivität öffentlicher Verkehrsmittel weiter gestärkt werden, insbesondere auch im ländlichen Raum. Gleichzeitig gilt es, Nachhaltigkeitsziele zu beachten, also beispielsweise Schienenstrecken zu elektrifizieren. Das erfordert einen erheblichen Infrastrukturausbau, vor allem bei der Bahn.

Denkbar ist eine höhere Akzeptanz von Reservierungssystemen, mit Auswirkungen auf Nachvollziehbarkeit und Planung/Lenkung von Bewegungen (z. B. Verkehrsangebotsgestaltung, Tourismus).

Luftqualität (Belüftungs- und Luftreinigungssysteme, bauliche Gestaltung von großen Wohnblocks etc.) kann aus gesundheitlichen Gründen einen neuen Stellenwert bekommen, mit Auswirkungen auf Bauplanung und -ausführung bei allen Gebäuden (Bildungseinrichtungen, Wohngebäude, Arbeitsorte). Hier sind Synergieeffekte mit den Anforderungen von Klimaschutz und Klimaanpassung denkbar.

Auch noch größere Umwälzungen sind denkbar. So sind die typischen städtischen (Infra-)Strukturen von heute teilweise auch Reaktionen auf Cholera- und Typhus-Epidemien des 19. Jahrhunderts. Einiges davon, wie die Trennung von Wohnen, Arbeiten und Erholen, wird in der aktuellen Situation wieder als hinderlich empfunden. Aktuell wird daher das Konzept der „15-Minuten-Stadt“ (nach dem Vorbild von Wien, Amsterdam, Kopenhagen, Oslo) diskutiert: mit kurzen – vorzugsweise ohne Auto zurückzulegenden – Wegen und einer gleichmäßigeren Verteilung von öffentlichen Einrichtungen, Betrieben, Einkaufsmöglichkeiten etc.

Wenn die Erkenntnisse vorliegen und es um die Ableitung von Maßnahmen geht, müssen in jedem Fall die großen Ziele im Sinne eines umfassenden Verständnisses von Nachhaltigkeit zusammengedacht werden: Gesundheitsschutz, Klima- und Umweltschutz, freie Entfaltung des Einzelnen, Versorgung mit notwendigen Gütern und soziale Fragen.

Neue Planungs- und Gestaltungsansätze für eine Ausrichtung an Bedürfnissen des Einzelnen und der Gesellschaft einsetzen

Wie in B 02.1 und der vbw Studie *Constructing Our Future* dargestellt, verändern sich die Anforderungen im Laufe der eigenen Biografie, aufgrund des Wandels im Arbeitsbereich und in der Beziehung zwischen Arbeitsort und Wohnort sowie bei den Mobilitätsbedürfnissen. Hier muss der aktuelle Bedarf erhoben und aufgegriffen werden und dabei eine möglichst hohe Flexibilität für die Zukunft bewahrt werden.

- Die nutzerorientierte Gestaltung muss gefördert werden, u. a. mit Best-Practice-Beispielen für planerische und architektonische Ansätze (z. B. gemeinsame Betrachtung von Stadt und Umland, Stichwort u. a. Pendelbeziehungen). Wichtig ist dabei eine ganzheitliche Planung, die vieles von vornherein mitbedenkt, was verschiedenste Zielgruppen erwarten (Wohnen, Erholung, Koexistenz verschiedener Mobilitätsangebote und Anforderungen neuer Mobilitätskonzepte, Handel, Schulen und Kindergärten etc.) und künftige Anpassungen an einen sich wandelnden Bedarf durch große Flexibilität erleichtert.
- Diese integrierte Planung von Wohnen/Mobilität/Arbeiten darf nicht statisch sein. Veränderungen müssen laufend erhoben und Planungsgrundlagen (z. B. Infrastrukturausbau und Verkehrsangebote) darauf ausgerichtet werden. Insofern ist das Zusammenspiel mit dem noch weiterzuentwickelnden Bausystem zu beachten.

02.2

- Barrierefreiheit und sicheres Wohnen müssen priorisiert werden, ohne sie zum Dogma zu erheben. Spätere Lebens- und Nutzungsphasen müssen schon in der Planung (als Option) berücksichtigt werden, beispielsweise Veränderungen der Bewohneranzahl und -struktur. Dabei ist Barrierefreiheit keine Frage des Alters: Während viele ältere Menschen sehr mobil sind, wissen junge Familien mit Kinderwagen oder Menschen mit Behinderung einfache Zugangsmöglichkeiten sehr zu schätzen. Umgekehrt darf eine Erweiterung bestehender Gebäude (zum Beispiel der Ausbau eines Dachgeschosses, die Umnutzung eines ehemaligen Produktionsgebäudes) nicht davon abhängig gemacht werden, dass für jedermann gleichermaßen Barrierefreiheit und Sicherheit gewährleistet sind, da anderenfalls schon aus Kostengründen Potenzial ungenutzt bleibt, obwohl es eine Nachfrage dafür gäbe.
- Die wachsende Bedeutung von Luftqualität sowohl bei der Gebäudeausstattung als auch der Quartiersplanung ist mitzubedenken. Da „Schneisen“ und Abstände mit der schon aus Ressourcen-gründen notwendigen Verdichtung in Konflikt geraten, ist eine sachgerechte Lösung im Einzelfall unabdingbar. Wo baulich keine natürliche Durchlüftung gewährleistet werden kann, gewinnen Luftreinigungssysteme an Bedeutung. Diese können sowohl außen als auch in Innenräumen die Luftqualität maßgeblich verbessern. Auf bestehenden Arbeiten etwa des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP, unter anderem für vbw und DEHOGA (Projekt Hy4HoGa und darauf basierender Konfigurator), kann dabei aufgebaut werden. Dabei müssen auch Kriterien für den Filterwechsel etc. beachtet und bei Bedarf verbindlich definiert werden.
- Ein zentrales Element kann dabei maßgeblich auf das neue oder neu gestaltete Quartier ausstrahlen (so zum Beispiel der Fall beim Prinzregententheater in Altbogenhausen). Dabei gilt es auch, noch stärker – etwa auf Basis einer vergleichenden Analyse verschiedener Orte, auch international – herauszuarbeiten, welche ästhetisch-gestalterische Prinzipien den aktuellen Geschmack und Zeitgeist lange überdauern und dabei nicht in Konflikt mit anderen Nachhaltigkeitsaspekten wie dem Klimaschutz geraten. Ziel muss sein, daraus abstrakte Leitlinien nachhaltiger Planung zu formulieren. Zusätzliche Erleichterungen im Genehmigungsverfahren können als Anreiz zur Einhaltung gewährt werden. Denkbar ist auch die Formulierung als Norm, von der man im Einzelfall auch abweichen können sollte, um Neues zu erproben.

Innovationsbeispiele

(vgl. vbw Studie *Constructing Our Future*)

Wohnen

z. B. Tiny Houses, Modulare Häuser, „Häuser auf Rädern“ (Flexibilität; bezüglich Flächeninanspruchnahme ambivalent), mehrgeschossiger Wohnungsbau/Hochhaus als „vertikales Dorf“, neue Quartierslösungen auch auf Basis von renovierten/erweiterten Bestandsimmobilien

Arbeiten

z. B. Workation, Urban Production, Gestaltung der Arbeitsumgebung (Unternehmen und Homeoffice), Auswirkungen auf Produktivität und Wohlbefinden, Schlussfolgerungen daraus. Umgekehrt Anforderungen an physische Infrastrukturen für die Bewahrung des „Corporate/Community Spirit“

Einen Kontrapunkt zur zunehmenden Komplexität von Konstruktionen und Gebäudetechnik setzt das Projekt „einfach bauen“ der TUM, das eine neue Baukultur der Vereinfachung untersucht hat, die zugleich auf Hochwertigkeit und Suffizienz wie hohe Flexibilität und Recyclingfähigkeit setzt.

Generell sind Ansätze zur Erhöhung der Flexibilität (z. B. Abtrennbarkeit von abgeschlossenen Wohnungen mit wenig Aufwand) erforderlich, um eine schnelle Anpassung an einen sich ändernden Bedarf (z. B. Verringerung der Personenzahl durch neue Arbeitsformen) gewährleisten zu können. Das sollte im Neubau, möglichst aber auch bei jedem Umbau berücksichtigt werden.

Typen von Flexibilität

- Funktionale (nutzungsneutrale oder multifunktionale Raumzuschnitte)
- Integrierte (flexible Raumbegrenzung, wandelbare Oberflächenmaterialien)
- Konstruktive (Trennung von Tragstruktur und Ausbau)

Letztlich muss im beruflichen Umfeld jedes Unternehmen für sich, auf Basis der betrieblichen Gegebenheiten und unter Berücksichtigung arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse, entscheiden, welche Lösung zu den eigenen Anforderungen passt. Wichtig ist allerdings, neben der individuellen Beratung, eine Unterstützung im Hinblick auf die Entscheidungsgrundlagen (zum Beispiel auf Basis der verfügbaren Flächen), wie sie etwa bayme vbm ihren Mitgliedern zur Verfügung stellt. Generell wird das Experimentieren mit und das Skalieren von neuen Bau- und Wohnformen eine wichtige Zukunftsaufgabe für Planen und Bauen darstellen. Entscheidend sind hier eine innovationsförderliche Regulierung und Mut zum Experiment.

Handlungsbedarf

Flexiblere Bauweisen und neue Lösungen für das Wohnen (siehe oben) erleichtern, beispielsweise durch Ausweisung spezieller Gebiete innerhalb der Gemeinden (ggf. dann auch ohne besondere Einzelfallprüfung, eher analog zur Typengenehmigung).

Experimentierräume und neue Anreizsysteme schaffen, nicht zuletzt auch für die dauerhafte Belebung von Innenstädten (Wechselwirkungen mit Onlinehandel, Digitalisierung insgesamt): Nutzung für Besprechungen, Coworking, temporäre Büros etc. Ein weiterer denkbarer Ansatz ist es, innovative Wohnformen als Aufstockungen von innerstädtischen Gewerbebauten zu ermöglichen oder zumindest zu erproben. Im Rahmen dieser Experimentierräume gilt es, den Fokus auf Technologie-Innovationen um Geschäftsmodell- und System-Innovationen zu ergänzen (vgl. auch B 01.1.4 und zu den Geschäftsmodellen B 02.2). Es gilt, die Lücke zwischen Forschung und Entwicklung von Technologie- oder Materialinnovationen und der praktischen und vor allem marktgerechten Anwendung zu schließen, beispielsweise in städtebaulichen Ausschreibungen. Entsprechende Projekte müssen sektorübergreifend aufgesetzt werden und die gesamte bauwirtschaftliche Wertschöpfungskette sowie den kompletten Lebenszyklus des Bauwerks erfassen. Hierbei können auch öffentlich-private Kooperationen zwischen Kommunalverwaltungen und der Immobilienwirtschaft, z. B. im Bereich datenbezogener Betreibermodelle, zielführend sein.

Information über bestehende Möglichkeiten

Anpassung von arbeitsrechtlichen Normen, die Flexibilität übermäßig einschränken und damit die Entwicklung und Umsetzung am tatsächlichen Bedarf von Arbeitsnehmern und Arbeitgebern ausgerichteter Konzepte hemmen. Mehr Freiheit muss auch mehr Eigenverantwortung bedeuten (Paradigmenwechsel: von Schutzbefohlenen zu mündigen Mitarbeitern).

Gezielte Förderung von Innovationen im Rahmen von öffentlichen Bauvorhaben (siehe B 02.4.2).

Neue und auf den ersten Blick schwer umsetzbare Überlegungen (die dem bisherigen Vorgehen entgegenlaufen, voraussichtlich hohe Erstinvestitionen verursachen etc.) müssen präziser als bisher geprüft und auch an – ggf. kleinen – Pilotvorhaben erprobt werden. Ein Beispiel ist die Bündelung verschiedener Infrastrukturen in einer Röhre, wodurch neben Vorteilen bei der Wartung eine höhere Flexibilität gesichert werden soll.

(Mögliche) Neue Anforderungen an die gebaute Umwelt aus Veränderungen im Mobilitätsbereich und Handlungsbedarf

Technologieoffenheit gewährleisten, absehbaren Bedarf infrastrukturell abbilden und Fortschritt ermöglichen.

Berücksichtigen der Anforderungen aus Elektromobilität sowohl bei privaten als auch gewerblichen Immobilien sowie im öffentlichen Raum; abgestuft auch Berücksichtigung weiterer alternativer Antriebstechnologien (insbesondere auch Wasserstoff); vgl. insoweit näher vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020.

Testfelder für den ÖPNV (insbesondere hochautomatisierte und autonome Systeme, neue Anwendungen auf Basis vernetzter Verkehrsdaten) müssen weiter ausgebaut und zusätzliche Pilotprojekte umgesetzt werden.

Sicherstellung von entsprechender Funkabdeckung und Bandbreite für vernetzte Fahrzeuge sowohl im Außenraum als auch in baulichen Projekten und Objekten.

Langfristige Entwicklung des automatisierten und autonomen Fahrens beobachten und gegebenenfalls Potenziale für zukünftigen Städtebau nutzen; autonomes Fahren benötigt wenig zusätzliche Infrastruktur, da die Fahrzeuge darauf ausgelegt werden, sich selbstständig in unbekanntem Umgebungen zurechtzufinden. Allerdings kann eine deutliche Zunahme autonomer Pkw den Infrastrukturbedarf an anderer Stelle beeinflussen: So muss beispielsweise der Parkplatz nicht mehr in unmittelbarer Nähe des Aus- und Einstiegsorts sein, solange das Fahrzeug zum richtigen Zeitpunkt verfügbar ist und möglichst geringe Emissionen auf den zurückgelegten Strecken verursacht. Denkbar ist auch ein signifikanter Rückgang bei Fahrzeugen in Privatbesitz, wenn Mobility-as-a-Service(MaaS)-Lösungen sich erfolgreich am Markt etablieren, was wiederum mit einem sinkenden Platzbedarf für private Stellplätze und öffentliche Parkzonen einhergehen kann. Gleichzeitig zeigen Simulationen, dass die Verkehrsdichte auf den Straßen steigen könnte. Hintergrund ist unter anderem ein Zugang zum Individualverkehr für weitere Personengruppen (z. B. Jugendliche), aber auch Leerfahrten (z. B. zum Abstellplatz) können eine Rolle spielen. Das gilt es bei der – derzeit eher auf eine Verringerung von Fahrspuren ausgerich-

teten – Verkehrsplanung zu beachten. Wenn auch das Fahrzeug Teil des Arbeitsplatzes wird, stellt das schließlich bestimmte Anforderungen an dessen Gestaltung (u. a. um der „Reisekrankheit“/Driver Sickness vorzubeugen), hat aber auch Rückwirkungen auf die Planung von Arbeitszeiten und den Raumbedarf etc.

Lösungen für ein langfristiges intelligentes Miteinander verschiedenster Verkehrs-/Fortbewegungsmittel und der Fußgänger schaffen.

Berücksichtigung des Baus von Radschnellwegen, Abstellplätzen und Ladeinfrastruktur für Räder oder Mikromobilen bei Neu- und Umbauten und an Verkehrsknotenpunkten (z. B. Bahnhöfen), insbesondere im innerstädtischen Bereich.

Hyperloop, Flugtaxi: Testfelder/-strecken einrichten und damit Innovationen am Standort Bayern Raum geben. Rahmenbedingungen für pilothafte Anwendungen schaffen und mit planerischen und baulichen Initiativen für Testfelder kombinieren. Dabei muss neben der volkswirtschaftlichen Sinnhaftigkeit und betriebswirtschaftlichen Tragfähigkeit immer auch die Frage im Fokus stehen, ob und wie sich neue Verkehrskonzepte in ein optimiertes Gesamtsystem einfügen. Zunächst gilt es weitere Entwicklungen anhand dieser Testfelder abzuwarten und daraus Studien zu benötigten infrastrukturellen Vorgaben abzuleiten, bevor konkrete Planungsinitiativen im urbanen oder suburbanen Raum gestartet werden.

Prüfung von Seilbahnintegration bei Ausgestaltung von Mobilitätssystemen in Innenstädten (z. B. als Pendelverkehrsmittel zwischen Wohn- und Geschäftsvierteln) oder in Neubaugebieten, für verkehrlich schwer erschließbare Regionen oder Erreichbarkeit von Inseln. Einbeziehung von Anwohner*innen und Hauseigentümern vor Planung von Seilbahnen. Das Beispiel des weltgrößten urbanen Seilbahnnetzes in Bolivien zwischen den Städten La Paz und El Alto zeigt, wie hoch das Potenzial von Seilbahnen ist: Insgesamt schaffen die Seilbahnen eine Beförderung von bis zu 3.000 Personen pro Stunde und je Richtung, was in etwa mit der Kapazität einer Straßenspur für Pkws vergleichbar ist. U- und S-Bahnen schaffen ein Vielfaches davon, sind allerdings auch noch etwas aufwendiger im Bau.

Die Landeshauptstadt München bereitet derzeit die Durchführung einer Internationalen Bauausstellung in der Metropolregion München (IBA) vor, die unter dem Titel „Räume der Mobilität“ stehen soll. Die geplante Internationale Bauausstellung ist die erste IBA in Bayern und

auch die erste IBA zum Thema Mobilität. Das Vorhaben ist grundsätzlich positiv zu bewerten. Während viele Fragen im Zusammenhang mit der IBA noch offen sind – etwa, wie Projekte entstehen, wer diese trägt und wie diese im Rahmen bestehender Förderprogramme des Landes und Bundes bzw. auch der EU gefördert werden können –, ist es von entscheidender Bedeutung für den Erfolg, dass wichtige Akteure wie der Freistaat und die bayerische Wirtschaft und Wissenschaft von Anfang an möglichst umfassend informiert und eingebunden werden.

Über die bisher skizzierten Punkte hinaus spielen die Offenheit für neue Geschäftsmodelle und die Innenstadtentwicklung eine wichtige Rolle bei der Ausgestaltung unseres künftigen Lebens und Arbeitens.

Beispiele für mögliche neue Geschäftsmodelle

- Mobilitätsangebote jenseits der klassischen Verkehrsträger oder verkehrsträgerunabhängig im Sinne von Mobility as a Service
- Übernahme von Wartung, Sauberkeit, Wärmeeinstellung etc., insbesondere bei zusätzlichen Anlagen für die energetische Optimierung von Mehrfamilienhäusern und Quartieren (z. B. zentrale Lüftungsanlage, Wärmepumpen, Pelletheizung etc.). Heute sind die neuen Systeme so komplex, dass für die Bedienung hochqualifiziertes Personal erforderlich ist. Insoweit muss sowohl an einer Vereinfachung gearbeitet werden (siehe B 01.3.3) als auch an der entsprechenden Aus- und Weiterbildung.
- Spezialisierung auf BIM: Unterstützung der verschiedenen Partner bei der Implementierung einer einheitlichen Lösung
- Gezielte Vermittlung von (Mit-)Nutzungslösungen für Einfamilienhäuser z. B. mit mittlerweile nur noch einem/einer betagten Bewohner*in, für den/die die oberen Etagen kaum noch zugänglich und Flächen zu groß sind, ein Umbau allerdings zu aufwendig ist. Während in Innenstädten mit hoher Nachfrage nach Wohnraum (wie München) das Untervermieten einzelner Zimmer zum Beispiel an Studenten gelebte Praxis ist, findet das schon im „Speckgürtel“ weniger statt und nimmt in eher ländlich geprägten Regionen noch einmal deutlich ab, wo die meisten Einfamilienhäuser mit großen ungenutzten Flächen stehen. Hier wird es darum gehen, eine Vertrauensbasis zu schaffen und die potenziellen Anbieter zu beraten, wenn zusätzlicher Wohnraum erschlossen werden soll.
- Contracting-Lösungen für die energetische Sanierung von Gebäuden, deren Träger die notwendigen Investitionen selbst nicht stemmen kann. Beim Contracting plant, finanziert, baut, betreibt und wartet ein externes Fachunternehmen eine neue Energieerzeugungsanlage auf dem Unternehmensgelände. Der Träger bezahlt anschließend lediglich für die abgenommene Nutzenergie, während der Contractor die Investitionen in die Anlagen übernimmt.

Innenstadtentwicklung

Die Innenstädte erleben einen Transformationsprozess, den Corona weiterbeschleunigt: Der Handel – und insbesondere die derzeit in vielen Fußgängerzonen vorherrschende Ausprägung als Filialen internationaler Ketten – verliert an Zugkraft, während der Onlinehandel starke Zugewinne verbuchen kann. Gleichzeitig erleben spezialisierte Angebote eine Renaissance: Obwohl im Internet praktisch alles verfügbar ist, gewinnt das kuratierte Angebot an Bedeutung. Auch das Interesse an regionalen Produkten und Wertschöpfungsketten wächst. Bisher waren dafür die bevorzugten Lagen in den Innenstädten aus Kostengründen außer Reichweite. Denkbar sind auch andere Nutzungskonzepte, etwa für zusätzliche Wohnungen oder Kultureinrichtungen.

- Wichtig ist in jedem Fall, dass eine gute Erreichbarkeit (ÖPNV, SPNV, Parkplätze) gewährleistet bleibt.
- Zusätzlich muss eine digitale Infrastruktur flächendeckend auf hohem Niveau verfügbar sein: für Bezahlvorgänge ebenso wie für das WLAN, das Besucher in anderen europäischen Städten selbstverständlich erwarten können.
- Wenig zielführend ist es demgegenüber, den Onlinehandel pauschal mit Abgaben zu belasten. Schon im Rahmen von *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen, 2020* haben wir gezeigt, dass es gegenwärtig nicht pauschal möglich ist, eine der Handelsformen als per se klimafreundlicher einzuordnen.
- Transport- und Logistikfragen (letzte Meile, automatisierte Auslieferungssysteme, bauliche Anforderungen dafür etc.)

- Stadtbegrünung, Förderung der Biodiversität
- Urban Farming, Ernährung der Bevölkerung

Als Instrument zur Unterstützung des Transformationsprozesses in Innenstadtlagen und Stadtteilquartieren wird auch eine Novelisierung des Gewerbemietrechts im BGB diskutiert: In Betracht gezogen werden vor allem Kündigungsschutz und Mietbegrenzung, analog zum Wohnraummietrecht. Aus juristischer Sicht ist allerdings von vornherein zu bezweifeln, ob die vorhandenen Datengrundlagen ausreichend sind, um die angestrebten Veränderungen rechtssicher herbeizuführen, beispielsweise um einen Gewerbemietpiegel zu erstellen. Ziel muss vielmehr sein, die Innenstädte zu revitalisieren, ohne einzelne Gruppen gegeneinander auszuspielen.

Die Veränderungen im Mobilitätsbereich und die Verbreitung von Homeoffice, Onlineshopping und E-Government verändern den Charakter der Innenstädte aktuell massiv. Zugleich bietet das Konzept der Coworking-Spaces gerade ländlichen Gemeinden im Speckgürtel der Metropolen neue Chancen, Infrastruktur (Gastronomie, Einzelhandel, Dienstleistungen) zu erhalten bzw. auszubauen und damit attraktive Lebensräume zu schaffen. Solche Überlegungen müssen in die Stadt- und Regionalplanung einfließen. In der langfristigen Entwicklungsplanung für Städte und ländliche Regionen sind zugleich auch Aspekte der Mobilität, des Wassermanagements, der Energieinfrastruktur, von Grünzonen und Frischluftschneisen etc. zu berücksichtigen.

Handlungsempfehlungen

B

Regulierung als Enabler verstehen

02.3

Neue Technologien erfordern auch die Bereitschaft, Herangehensweisen neu zu denken, wenn sie ihr volles Potenzial entfalten sollen. Es geht nicht nur darum, die bisherigen Mechanismen digital zu erfassen und zu verknüpfen, sondern auch darum, radikal neu zu denken: Was sind unsere Ziele, und was ist dafür tatsächlich erforderlich?

Angesichts der sehr dynamischen Veränderungsprozesse ist es für einen zügigen Einsatz von Innovationen in jedem Fall wichtig, dass eine Regulierung Entwicklungen schneller aufgreifen kann, als es im heutigen relativ starren System (z. B. bei den Energiestandards) möglich ist. In der aktuellen Krise hat sich zwar gezeigt, dass bei Bedarf auch Gesetzgebungsverfahren stark beschleunigt werden können, oftmals geht es aber nur um eine Erweiterung von Auslegungs- oder Ermessensspielräumen. Notwendig ist also eine Regulierung, die positive Anreize schafft und flexibel auf individuelle Situationen reagieren kann, um eine Abweichung von geltenden (nicht sicherheitsrelevanten) Baustandards zu erlauben, wenn dadurch besondere Vorteile beim Klimaschutz oder soziale Mehrwerte geschaffen werden.

Was auf der bayerischen Ebene, unabhängig vom Bundesrecht, gelöst werden kann, muss umgehend angegangen werden. Den Prozess hat das Bayerische Bauministerium mit der im Februar 2021 in Kraft getretenen Novelle der Bayerischen Bauordnung eingeleitet, die u. a. verfahrensmäßige Erleichterungen für Dachgeschossausbauten und eine Verringerung von Abstandsflächen bringt. Jetzt gilt es, von Anfang an eng zu verfolgen, ob die Neuregelung tatsächlich für angemessene Verdichtung genutzt und die damit bezweckte Verbesserung erreicht wird.

02.3.1 Anreize für eine integrierte Planung und Umsetzung setzen (Anpassung der Vergabeverfahren, der Vergütungssystematik etc.)

Vergabeverfahren müssen stärker auf Innovationen ausgerichtet werden. Dazu müssen auch Nebenangebote zugelassen werden. Neue Vertragsmodelle (Mehrparteienkonstellationen etc.) müssen im öffentlichen Bereich in den Fokus rücken. Öffentliche Auftraggeber müssen von der Pflicht zur losweisen Vergabe befreit werden, um mehr Lösungen aus einer Hand zu fördern (Generalunternehmer, Design-build, Leistungsgemeinschaften). Auch eine höhere Gewichtung qualitativer Kriterien im Rahmen der Vergabe ist sinnvoll. Generell müssen System- und Lebenszykluskosten im Mittelpunkt stehen, wie es das MEAT-Prinzip (Most Economically Advantageous Tender) des europäischen Vergaberechts grundsätzlich auch vorgibt.

02.3.2 Schaffung von Wohnraum erleichtern

Einerseits ist die Finanzierbarkeit grundsätzlich zu diskutieren (vgl. B 03.4), andererseits müssen die Voraussetzungen für den Bau neuen Wohnraums geschaffen werden.

Verfügbarkeit von Flächen

Es besteht ein Zielkonflikt zwischen dem Bedarf an Wohnraum, neuen Infrastrukturen und Gewerbeflächen einerseits und dem sparsamen Umgang mit Flächen andererseits (vgl. vbw Studie *Constructing Our Future*), dem unter anderem mit Verdichtung und Umwandlung begegnet werden kann. Statt um starre Hektarziele muss es mehr um die Qualität der Fläche gehen, da „Verbrauch“ keineswegs mit Versiegelung gleichgesetzt werden kann. So kann ein neues Baugebiet in Sachen Entwässerung sogar zu einer Verbesserung führen.

Notwendig ist eine Erleichterung der Umwandlung nicht mehr benötigter Gewerbeflächen in Wohnareale, auch in den Innenstädten (vgl. auch B 03.1 zum Umgang mit potenziellen Konflikten). Bei der Konversion ehemals landwirtschaftlicher Flächen sind steuerliche Erleichterungen für Grundstücke aus dem Betriebsvermögen sinnvoll.

Diese Umwandlungsansätze stoßen schon rein volumenmäßig an Grenzen. Zusätzlich treiben „Strafzinsen“ für das Verwalten von Geld die Nachfrage und damit Immobilienpreise und Mieten weiter in die Höhe und halten Grundstückseigentümer davon ab, ihre Grundstücke zu verkaufen und dem Wohnungsbau zuzuführen. Lösungsansätze sollten allerdings nicht im Bereich einer Grundsteuer C gesucht werden, von der man sich teilweise einen „Baudruck“ erhofft. Der Ansatz ist bereits in der Vergangenheit gescheitert und greift auch zu kurz, da es gute Gründe dafür geben kann, ein Grundstück (noch) nicht zu bebauen, solche Fälle innerhalb einer sog. Entwicklungszone aber nicht ausgenommen werden können. Wertsteigerungen, wie sie in einigen Regionen Bayerns zu beobachten sind, wird eine Grundsteuer C dagegen nicht abschöpfen können, sodass das Halten von Grundstücken zu spekulativen Zwecken nicht verhindert würde. Für die Aktivierung baureifer Grundstücke stehen auch im Steuerrecht effektivere Instrumente zur Verfügung, etwa eine Ausweitung steuerlicher Abschreibungsmöglichkeiten für neu errichtete Gebäude (vgl. auch B 03.5 zu alternativen Lösungen für die Schaffung zusätzlichen Wohnraums gerade in ländlicheren Regionen sowie zur Erleichterung des Eigentumserwerbs).

Neuerungen durch das Baulandmobilisierungsgesetz

Erleichterungen für den Wohnungsbau

Baugenehmigungsbehörden können leichter Befreiungen von bestehenden Bebauungsplänen zugunsten des Wohnungsbaus erteilen. Die Gemeinden erhalten mehr Flexibilität, um Dachgeschossausbauten und Anbauten zu erleichtern. Dafür werden die bisher bestehenden Obergrenzen für das Maß der baulichen Nutzung in Orientierungswerte geändert.

Ausweitung kommunaler Vorkaufsrechte

Den Gemeinden werden für Problemimmobilien und brachliegende Grundstücke Vorkaufsrechte eingeräumt. Als Eigentümer können sie so Einfluss auf die Bebauung der Grundstücke mit bezahlbarem Wohnraum nehmen. Kommunen können zudem Grundstücke in Zukunft leichter zum Verkehrswert erwerben.

Erweiterung des Baugebots

Um Baulücken und ungenutzte Grundstücke leichter schließen zu können, wurde das Baugebot in Gebieten mit angespanntem Wohnungsmarkt erweitert. Künftig besteht dort die Möglichkeit, dem Eigentümer eine Wohnbebauung vorzuschreiben. Gleichzeitig wird jedoch das Verfügungsrecht zugunsten des engsten Familienkreises gewahrt.

Sektoraler Bebauungsplan

Mit einem neuen Bebauungsplantyp erhalten die Gemeinden ein neues Planungsinstrument, um einen Bauleitplan gezielt nur für den Wohnungsbau aufzustellen.

Umwandlung von Miet- in Eigentumswohnungen

In angespannten Wohnungsmärkten bedarf sie künftig der Genehmigung. Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung solche Gebiete festzulegen. Die Genehmigungspflicht soll maximal bis zum 31.12.2025 gelten. Die Regelung berücksichtigt die Interessen der Mieter vor Verdrängung und die Interessen von Eigentümern und insbesondere Kleineigentümern gleichermaßen. Das Genehmigungserfordernis soll in der Regel erst dann greifen, wenn sich in dem Wohngebäude mehr als fünf Wohnungen befinden. In bestimmten Fällen besteht ein Rechtsanspruch auf die Genehmigung.

Als Ultima Ratio sind auch heute schon weitreichende Eingriffe in das Eigentumsrecht bis hin zur Enteignung gegen Entschädigung möglich: aus Gründen des Allgemeinwohls und unter bestimmten Voraussetzungen auch aus zwingenden städtebaulichen Gründen. Mit dem Baulandmobilisierungsgesetz werden die kommunalen Handlungsspielräume mit geringerer Eingriffsintensität erweitert. Jeder Eingriff in das Eigentumsrecht muss allerdings sorgfältig im Einzelfall abgewogen und gerechtfertigt werden. Vorzugswürdig bleibt es in jedem Fall, positive Anreize für das gewünschte Verhalten (Schaffung von neuem Wohnraum) zu setzen. Insofern ist ein Stufenkonzept zu definieren. Die Einführung konkreter neuer Anreize (z. B. Bebauung innerhalb eines bestimmten Zeitraums) hat bislang keine Mehrheit gefunden, muss aber evidenzbasiert weiter geprüft werden. Ein denkbare Instrument ist Baurecht auf Zeit: Danach ist das Baurecht im Bebauungsplan von Anfang an befristet und verfällt nach Fristablauf. Ziel ist es, die Grundeigentümer dazu anzuhalten, zeitnah ihr Grundstück zu bebauen, was den Wohnungsbau beschleunigt.

Anpassung des Baurechts

Technische Vorgaben sind laufend auf Vereinfachungs- und Harmonisierungspotenziale zu prüfen. Teilweise sind die Vorgaben so spezifisch, dass die oft vorgesehene sehr kurzfristige Einführung allenfalls durch eigene Fachkräfte geleistet werden kann, sodass keine europaweiten Ausschreibungen genutzt werden können. Heute ist in jeder Wohnung nach Aussage des BFW Bayern 60 bis 150 Prozent mehr Technik verbaut als noch vor zwei Jahrzehnten. Da jedes Haus individuell ist, gibt es wenig serielle Effekte, die für eine höhere Effizienz notwendig wären, um die Kosten zu begrenzen. Auch Melde- und Dokumentationspflichten gilt es zu überprüfen (Beispiel Gewerbesteuer bei PV-Anlagen).

Mit der Beseitigung von sachlich nicht gerechtfertigten Hemmnissen im Regulierungsrahmen, z. B. höhere und zusätzliche Anforderungen (Brandenschutz etc.) bei Bau- und Dämmstoffen aus nachwachsenden Materialien wie Holz und Stroh, muss ein Level Playing Field geschaffen werden.

02.3.3 Entwicklungsperspektiven für Unternehmen gewährleisten

Die vbw Studie *Constructing Our Future* zeigt, dass es auch im Bereich der Nichtwohngebäude weiteres Wachstum geben wird. Auch dieser Bedarf muss befriedigt werden können und darf nicht pauschal hinter Flächensparzielen oder der Schaffung von Wohnraum zurückstehen. So gilt es unter anderem, eine regionale Rohstoffgewinnung zu ermöglichen (z. B. Flächen für Kiesabbau, vgl. auch B 02.4.5).

02.3.4 Genehmigungsverfahren beschleunigen

Bauanträge für Neubau und Umbau, aber auch kleinere Maßnahmen wie den Einbau von Ladestationen oder die Montage von PV-Anlagen müssen deutlich schneller beschieden werden. Allein durch die notwendige Umstellung auf klimafreundliche Produktionsanlagen (z. B. Ersatz fossil befeuerter durch stromgetriebene Anlagen sowie die entsprechende Energieinfrastruktur) wird sich eine Welle an Genehmigungsverfahren aufbauen, die im Interesse der Allgemeinheit schnellstmöglich abgewickelt werden müssen. Hierfür sind Erleichterungen zwingend.

Eine konsequente Digitalisierung des kompletten Antrags- und Genehmigungsprozesses ist überfällig. Aktuell gibt es hier nach wie vor einen Systembruch. Ergänzend muss ein digitales Projekt- und Wissensmanagement zu einer Beschleunigung von Genehmigungsverfahren beitragen. Die datenschutzkonforme Speicherung dieser Informationen erleichtert zugleich auch wei-

tere Planungen; darüber hinaus müssen Möglichkeiten (z. B. Einwilligungslösungen, Anonymisierung) zur Verwendung der Informationen für einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn genutzt werden.

Dauer und Komplexität der Verfahren hängen auch mit der Vielzahl von Auflagen zusammen, die es zu beachten gilt. Viele der Vorgaben sind angemessen und notwendig. Andere dagegen sind mittlerweile obsolet, gelten aber weiter fort, stehen untereinander in Konflikt oder passen in bestimmten Branchen nicht zu den tatsächlichen Gegebenheiten. Über das Ziel, den Normenbestand fortlaufend zu verbessern und zu „entschlacken“, besteht weitgehend Einverständnis, aber die Umsetzung verläuft in der Praxis zu zäh. Hier können bessere Anreize helfen, die die Verwaltung ermutigen, ihrerseits Anpassungsbedarf zu formulieren, was vielen Unternehmen neben dem Tagesgeschäft und ohne vertiefte Kenntnisse von Regulierungsmechanismen nicht gelingt.

02.3.5 Verwaltung zur Ausnutzung von Ermessensspielräumen ermutigen

Vielfach werden bestehende Spielräume entweder nicht ausgeschöpft oder zur Absicherung Gutachter hinzugezogen, was den Bau erheblich verzögern und verteuern kann. Hintergrund ist oft die Sorge vor Haftungsrisiken. Diese Sorge muss den Behördenmitarbeitern so weit wie möglich genommen und ihre Handlungssicherheit muss erhöht werden, um zügig zu angemessenen Lösungen zu gelangen.

Ein Beispiel ist die StellplatzVO. Die tatsächliche Nutzung von Pkw in dem fraglichen Gebiet ist messbar und kann als Grundlage für die Entscheidung genutzt werden. Umgekehrt muss das Vorhandensein privater Stellplätze bei Entscheidungen anderer Behördenmitarbeiter, mit denen öffentliche Stellplätze reduziert werden (z. B. durch Radwegebau), zugrunde gelegt werden. Hier

gilt es, eine gemeinsame Datengrundlage zu schaffen.

Beim Bau von Produktions- oder Lagerstätten und sonstigen gewerblichen genutzten Gebäuden müssen in den Genehmigungsverfahren ebenfalls stärker bestehende Spielräume ausgeschöpft werden. Auch hier muss die Handlungssicherheit der Fachbehörde vor Ort gestärkt werden, um einer teilweise erlebten schleichenden Entfremdung zwischen ortsansässigen Betrieben und Verwaltungen entgegenzuwirken. Kooperation und die gemeinsame Suche nach Lösungen müssen wieder stärker in den Vordergrund gerückt werden. Der bayerische Umwelt- und Klimapakt zielt genau in diese Richtung und muss vermehrt von Wirtschaft und Verwaltung genutzt werden.

02.3.6 Rechtsrahmen optimieren

Wo rechtliche Hemmnisse erkannt werden, die eine sachgerechte und im Einklang mit sonstigen Zielen wie Nachhaltigkeit stehende Lösung verhindern, muss es zum Regelfall werden, diese Norm mit einer Schilderung des Sachverhalts einer zentralen Anlaufstelle vorzulegen, beispielsweise dem zuständigen Bürokratiebeauftragten.

Für den Bauherrn muss es möglich bleiben, im Rahmen der vorbeugenden Gefahrenabwehr des Bauordnungsrechts kosteneffizient Bauwerke zu errichten. Staatliche Vorgaben müssen sich dabei auf ein Minimum

beschränken, müssen klar und aufeinander abgestimmt sein und dürfen sich auch nicht inhaltlich widersprechen. Beispielhaft kann ein aktuelles Themenfeld aus dem Bereich der Bauproduktenverordnung (BauPVO) angeführt werden: Die früheren technischen Regeln umfassten „Produkt + Bemessung + Ausführung“ und hatten die Gesamtbauwerksqualität im Fokus. Mittlerweile sind die drei Bereiche aufgespalten. Qualität, Nutzungs- und Rechtssicherheit lassen sich jedoch nur dann erreichen, wenn alle drei Bereiche wieder zueinanderpassen und kohärent sind.

Handlungsempfehlungen

Rolle des Staats als Planer und Bauherr nutzen

02.4.1 Vorbildfunktion

Wie speziell in Sachen Klimaschutz schon in den Handlungsempfehlungen zu *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen, 2020* dargestellt, muss der Staat im eigenen Bereich konsequent die neuesten/besten verfügbaren und geeigneten Technologien einsetzen, namentlich auch bei der Sanierung des Gebäudebestands. Angesichts der Bedeutung dieser Vorbildfunktion und der Masse an zu sanierenden Gebäuden sollte im Bereich der öffentlichen Hand die Sanierung Vorrang vor Abriss und Neubau haben. Nur so lässt sich konsequent demonstrieren, was im Bestand mit neuesten Technologien möglich ist.

Zu hinterfragen ist die Praxis, die mit den selbstgesteckten Zielen verbundenen Maßnahmen nicht auf kommunale Ebene herunterbrechen, mit Rücksicht auf die Entscheidungshoheit der Gemeinde in ihren eigenen Angelegenheiten und zur Vermeidung von Kostenfolgen (Konnexitätsprinzip). Ein Beispiel ist das bayerische Klimaschutzgesetz: Überall dort, wo die Vorbildfunktion des Staates betont wird, wird zugleich den Kommunen lediglich empfohlen, entsprechend zu handeln. Das ist richtig, wenn es um die eigentlichen Ziele geht: Emissionsminderungsziele beziehungsweise Klimaneutralität können wesentlich effizienter großräumig verfolgt werden und sollen gar nicht als Vorgabe regional heruntergebrochen werden. Anders ist das jedoch bei Maßnahmen wie beispielsweise der Sanierung des Gebäudebestands oder der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsfragen bei der Beschaffung. Hier muss überprüft werden, welche Lösungen mit Blick auf die gewünschte Breitenwirkung möglich sind, damit auch in finanzschwächeren Kommunen Vorbildfunktion ausgeübt wird. In jedem Fall sollten Best-Practice-Beispiele aus Kommunen, die bereits jetzt Maßnahmen umsetzen und Erfolge erzielen, auf einer staatlichen Plattform bekannt gemacht werden.

B

02.4

Beispiel Kreislaufwirtschaft

Viele Kommunen wollen grundsätzlich keine Entsorgungsanlagen auf ihrem Gemeindegebiet. Die Standortsuche für Anlagen (zum Sortieren, Waschen, Aufbereiten, Lagern) und deren Genehmigungsprozess gestalten sich oft schwierig. Ein wichtiger Schritt ist, deren Image zu verbessern, u. a. durch Ausweisung des Beitrags zum Klimaschutz und ein klares Bekenntnis des Staats zum Recycling. Die lokalen Emissionen müssen selbstverständlich bestmöglich durch den Betreiber reduziert werden.

Challenge Neubau

Erstellung eines Neubaus, der alle Elemente einer zukünftigen Energieversorgung und Nachhaltigkeit berücksichtigt. Im Sinne einer Quartierslösung müssen auch Bestandsbauten integriert werden. Dazu zählen Ertüchtigung von Dächern für die Isolierung (Wärme/Kälte) sowie eine Ergänzung durch eine Form der Solarenergie, die sich in das jeweilige Ort- oder Städtebild optisch einfügt. Mobilitätslösungen müssen Teil des Konzepts sein, Parkhäuser sowohl Energieversorgung (z. B. PV) und Lademöglichkeiten als auch Anwendungsmöglichkeiten automatisierten Fahrens berücksichtigen. Denkbarer Standort dafür wäre beispielsweise Garching.

02.4.2 Beschaffung, Innovationspolitik

Die staatliche Beschaffung spielt eine wichtige Rolle im Innovationsgeschehen. Die öffentliche Hand muss klar signalisieren, dass sie gewillt ist, Innovationen tatsächlich zu nutzen, um ihnen insbesondere in der Einführungsphase eine Marktperspektive zu geben (vgl. auch *TechCheck 2019. Technologien für den Menschen*).

Ein Beispiel ist die Nutzung von Sekundärrohstoffen: aktuell wird ihr Einsatz teilweise von der öffentlichen Hand ausgeschlossen (siehe B 01.2.3). Im Übrigen kann auf die Ausführungen zu Vergabeverfahren der öffentlichen Hand verwiesen werden (B 02.3.1).

02.4.3 Kommunikation und Lenkung

Kampagnen für bestimmte Materialien und Methoden sind zurückhaltend und mit Bedacht einzusetzen, um keine Marktverwerfungen oder sonstige ungewollte Nebeneffekte auszulösen. Beispiel Recycling: Aktuell stehen beispielsweise Wärmedämmverbundsysteme in der Kritik, während zufriedenstellende Lösungen auch bei anderen Baustoffen wie Holz noch entwickelt werden müssen. Vorzuziehen ist eine technologieoffene Definition des anzustrebenden Standards (etwa im Hinblick auf den Energieverbrauch); ein strikt evidenzbasiertes Vorgehen ist Grundvoraussetzung. Die reine CO₂-Bilanz des Werkstoffs muss dafür auch um weitere gesicherte Informationen ergänzt werden.

02.4.4 Beschleunigung und Verstetigung von Infrastrukturmaßnahmen der öffentlichen Hand (Daseinsvorsorge)

Hierzu zählen insbesondere die Verkehrs- und Energieinfrastruktur. Mobilitätsdrehscheiben müssen besonders in den Fokus genommen werden (Siehe Seite 127). Für komplett neue Mobilitätslösungen (z. B. Flugtaxi, Regional Air Connectivity) ist nach Nachweis der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit eine Basis-Infrastruktur zu schaffen bzw. mitzudenken. Neue Ansätze für die Auflösung von Konflikten vor Ort (z. B. Neubaustrecken) müssen erprobt werden und das (z. B. für Energiewende oder Klimaschutz) Notwendige klarer kommuniziert und entschlossen umgesetzt werden (zur Akzeptanz siehe B 03.2).

Entscheidend ist auch, dass die investiven Mittel sowohl deutlich erhöht als auch verstetigt werden. Nur so werden die Grundlage für das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele geschaffen und eine solide Planungsbasis für die Bauwirtschaft gewährleistet, die den Aufbau zusätzlicher Kapazitäten ermöglicht.

02.4.5 Resilienz erhöhen

Katastrophenvorsorge ist in der Planung und Ausführung mitzubedenken (beispielsweise im Hinblick auf Folgen des Klimawandels, vgl. auch oben Klimaanpassungsmaßnahmen), wie etwa im Sendai Rahmenwerk vorgesehen. Neben den notwendigen Vorkehrungen im Inland (Schutz vor Extremwetterereignissen) betrifft das insbesondere auch Technologien für den Export.

Notwendig ist eine Anpassung von Normen an den Klimawandel und die Zunahme von Extremwetterereignissen: beispielsweise Hagelsicherheit, Expositionsklassen gegen Starkregen. Ziel muss ein regionalisiertes Risikokataster sein, ähnlich wie es das für Schneelasten heute bereits gibt. Eine Kumulation von Maximalforderungen ist weder bezahlbar noch sinnvoll.

Sehr wichtig sind auch bessere Daten- und Entscheidungsgrundlagen. Ein Beispiel: ein Rohstoff-Atlas muss auch in Bayern erstellt und aktuell gehalten werden, um einen besseren Überblick über heimische Rohstoffe zu haben. Entsprechende Datenbanken auf Länderebene müssen bundesweit miteinander verknüpft werden.

Zur Resilienz – ebenso wie zur Nachhaltigkeit – gehört auch ein auf IoT und Predictive Maintenance gestütztes Instandhaltungskonzept, das konsequent umgesetzt wird. Erster Schritt muss die Festlegung der notwendigen Wartungs- und Pflege- sowie Ersatzintervalle sein. Idealerweise wird dies bereits in der Planung berücksichtigt und die Auswahlentscheidung zwischen verschiedenen Varianten auf eine entsprechende Kosten-Nutzen-Abwägung gestützt. In einem zweiten Schritt ist dann zu überprüfen, ob es für danach anstehende Maßnahmen mittlerweile bessere Alternativen oder neue gesicherte Erkenntnisse gibt. Nur wenn dies der Fall ist, kann von dem ursprünglichen Plan abgewichen werden. Damit wird eine bessere Planbarkeit für die ausführenden Branchen geschaffen, die langfristige Nutzbarkeit des Bauwerks gewährleistet, plötzlicher hoher (Ersatz-)Investitionsbedarf minimiert und ein Anreiz gegeben, an Innovationen zu arbeiten.

Bei der Anpassung der gebauten Umwelt an die im Rahmen der Pandemie erkannten Handlungsnotwendigkeiten – beispielsweise eine verbesserte Belüftung beziehungsweise Raumluftqualität – muss auf die aktuell erstellten beziehungsweise laufenden Forschungsarbeiten aufgebaut werden, wie sie unter anderem für die Fraunhofer-Gesellschaft das IBP koordiniert. Die Einrichtung eines eigenen Forschungsbereichs wäre sinnvoll, da Experten von weiteren

Ereignissen dieser Art in der Zukunft ausgehen (vgl. auch *Resilienz – Schlussfolgerungen aus der Corona-Pandemie* sowie die vom Zukunftsrat gezogene Zwischenbilanz). Auch in der Vergangenheit (vgl. B 02.1) haben Epidemien in der Konsequenz das Stadtbild und die Anforderungen an Gebäude und Infrastruktur verändert.

Eine weitere wichtige Facette der Resilienz ist die Versorgung mit notwendigen Gütern. Im Frühjahr 2021 wurden im Baubereich gravierende Lieferengpässe für verschiedenste Materialien – zum Beispiel Holz, Dämmstoffe und Stahl – gemeldet. Folge sind teilweise erhebliche Verzögerungen und Kostensteigerungen. Aktuell können wir weniger als 10 Prozent der in der EU benötigten Rohstoffe selbst produzieren. Es gilt daher kurz- bis mittelfristig, wichtige Lieferketten besser abzusichern – sei es vertraglich oder faktisch über eine strategische Auswahl der Baustoffe unter Berücksichtigung von Risikoabwägungen. Mittel- bis langfristige heimische Rohstoffe, nachhaltige Lieferketten und Kreislaufwirtschaft die Mittel der Wahl. Dazu müssen insbesondere die oben skizzierten technologischen und regulativen Instrumente eingesetzt werden. Eingriffe in den internationalen Handel (z. B. Exportbeschränkungen für bestimmte Rohstoffe) sind allenfalls dann zu erwägen, wenn es sich um strukturelle Probleme handelt und nur im Rahmen der WTO-Richtlinien.

Fachkräfte sichern und gewinnen

Angesichts der in den kommenden Jahren absehbar großen Nachfrage und der gesamtgesellschaftlichen Bedeutung vieler Bauvorhaben insbesondere für den Klimaschutz (vgl. zu beidem Teil A) müssen dringend Lösungen für den Fachkräftemangel in der Baubranche gefunden und dabei an vielen Stellen gleichzeitig angesetzt werden: mit einer Qualifizierungs-offensive, Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität von Branche und Tätigkeiten, Nachwuchskampagnen, Zuwanderung etc.

Infrastrukturprojekte positiv kommunizieren

Berichtet wird vor allem über Negativbeispiele bei Infrastrukturprojekten, an denen allerdings möglicherweise die Bauwirtschaft selbst kaum einen Anteil hat, weil es beispielsweise umfangreiche Umplanungen gab. Umso mehr sollte bei Neubauten und Umbaumaßnahmen gezielt der Mehrwert hervorgehoben werden, also das, was durch das Bauwesen an Positivem für ein Unternehmen, einen Standort oder die Gesellschaft geschaffen wurde. Dabei ist ein besonderer Fokus auf gestalterische und technologische Innovationen sowie deren Beitrag beispielsweise zu Nachhaltigkeitszielen zu legen.

(Körperliche) Arbeiten erleichtern

Technische Lösungen können viele Tätigkeiten erleichtern, z.B. Roboter und sonstige Assistenzsysteme für das Manövrieren von Lasten. Solche Ansätze müssen weiter gestärkt werden, auch um ältere Arbeitnehmende

02.5

länger im Beruf halten zu können. Weitere Elemente attraktiverer Lern- und Arbeitsumfelder sind unter anderem bessere visuelle Kommunikationsmöglichkeiten durch Augmented Reality, internationale Vernetzungs- und Austauschformate, Real- und Lern-Labore und vieles mehr. Mit der Umstellung von Prozessen entstehen neue Tätigkeitsfelder etwa in der Vorfertigung, aber auch im Bereich von Lean Construction und neuen Kollaborationsformen (vgl. B 01.1.4). Dies gilt es gezielt und zielgruppenge-recht zu kommunizieren.

Aus- und Weiterbildung aktualisieren

Die Aus- und Weiterbildung von Ausbildern im Hinblick auf neue Anforderungen und Verfahren in der Praxis muss sichergestellt sein. Ein sinnvolles Mittel hierfür kann der befristete Wechsel/Tausch zwischen Hochschultätigkeit und Praxis sein, für den wiederum die Anreize stimmen müssen.

Es gilt auch die Wechselwirkungen zwischen den oftmals zeitlich eng befristeten Programmen und den verfügbaren Fachkräften zu bedenken, aktuell z.B. bei Biomasseanlagen oder Wärmepumpen. Eine gezielte verstärkte Ausbildung würde aber eine längerfristige Perspektive voraussetzen. Auch staatliche Kampagnen für bestimmte Baustoffe (vgl. dazu näher B 02.4.3) müssen die Wechselwirkungen mit den entsprechenden Ausbildungsbedarfen beachten. Extreme Nachfrage-Peaks sind in jedem Fall zu vermeiden. Umgekehrt ermöglicht eine Verstetigung von Investitionen – namentlich auf staatlicher beziehungsweise kommunaler Ebene – eine längerfristige Planung und erleichtert Investitionen in den Personalaufbau.

Kapitel

03

Gebaute Umwelt als gesamtgesellschaftliche Aufgabe

Gebäude, Wege und Anlagen sind gebauter Ausdruck menschlicher Grundbedürfnisse. Im Rahmen des Eigentums verwirklicht der Einzelne seine individuellen Vorstellungen, bewegt sich dabei aber zwangsläufig in dem Rahmen, den seine (gebaute) Umwelt steckt. Der Staat stellt im Rahmen der Daseinsvorsorge Infrastrukturen zur Verfügung, die der Gesamtheit der Bevölkerung dienen und dienen müssen, nicht aber zwangsläufig jedem Einzelnen einen Vorteil bringen. Dementsprechend bildet auch der grundgesetzliche Eigentumsbegriff das individuelle Recht einerseits und die Sozialbindung andererseits ab. Das einzelne Bauwerk ist heute schon immer Teil eines Systems, das es beeinflusst und von dem es beeinflusst wird. Mit der wachsenden Vernetzung wird diese Wechselwirkung noch zunehmen und erfordert ein neues Verständnis von Verantwortung und Miteinander.

Teil

B

Bei der Gestaltung der Transformationsprozesse muss berücksichtigt werden, wie eng Bauen und Eigentum mit Bedürfnissen und auch Emotionen verknüpft sind. Es ist zu klären, wer jeweils die Veränderungen steuert und moderiert und auf welcher Grundlage das geschehen kann. In jedem Fall ist es ein Prozess, der die gesamte Gesellschaft betrifft.

Der Zukunftsrat empfiehlt	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft	Gesellschaft
Stärkung des „Miteinander“				
Konflikte aus dem Wandel der Stadt-(Um-)Land-Beziehung ausgleichen und neuen Wohnraum erschließen	✓	(✓)		✓
Neue Mischgebiete ermöglichen	✓	✓		✓
(Neue) Örtliche Gemeinschaften stärken	✓			✓
Zusammenspiel der verschiedenen Planungsebenen organisieren	✓			(✓)
Gemeinsames Verständnis von der Notwendigkeit von Infrastruktur herstellen				
Ästhetik und Nutzerzentrierung als Planungs- und Bauziel	✓	(✓)		✓

Der Zukunftsrat empfiehlt	Politik	Wirtschaft	Wissenschaft	Gesellschaft
Finanzierungsfragen lösen: Wer trägt die Kosten der Transformation?	✓	✓		(✓)
Bezahlbaren (eigenen?) Wohnraum schaffen				
Künftige Rolle von Wohneigentum	✓			✓
Bezahlbaren Wohnraum bereitstellen	✓			

Handlungsempfehlungen

B

Stärkung des „Miteinander“

03.1

03.1.1 Konflikte, die sich aus dem Wandel der Stadt-(Um-)Land-Beziehung ergeben, ausgleichen und neuen Wohnraum erschließen

Die Corona-Pandemie hat voraussichtlich einen Trend zur „Stadtflucht“ verstärkt. Am Beispiel München ist erkennbar, dass sich der Radius deutlich vergrößert hat: auf etwa 100 Kilometer Entfernung beziehungsweise rund eine Stunde Fahrtzeit (einfach) bis zur Arbeitsstätte. Dadurch entstehen neue Herausforderungen für die Gemeinden, die sich beispielsweise einem Druck zur Schaffung zusätzlicher Infrastrukturen (Kinderbetreuung etc.) ausgesetzt sehen und – anders als bei der Ansiedlung von Gewerbebetrieben – im Gegenzug keine zusätzlichen Einnahmequellen erhalten. Teilweise äußert sich das in einer Abwehrhaltung (z. B. keine Ausweisung neuer Gebiete, Beschränkung auf zweigeschossige Bauweise), sodass nur wenige neue Wohnungen entstehen. Gleichzeitig gibt es in vielen Orten im ländlichen Raum eine erhebliche Anzahl an Einfamilienhäusern, in denen eine oft ältere Person alleine auf großer Fläche lebt. Auch für sie fehlen jedoch altersgerechte Wohnungen in der Nähe und damit oftmals eine attraktive Alternative.

- Referenzprojekte müssen geschaffen und bekannt gemacht werden.
- Beratung über die Möglichkeiten, bei Bedarf komplizierte Aufgaben abnehmen, ggf. Ängste abbauen
- Einen Beitrag zur Lösung können auch vorhabenbezogene Bebauungspläne und die Übernahme der kompletten Planung und Erschließungskosten durch das Bauunternehmen leisten, zumal gerade in kleineren Kommunen oft keine Planer vorhanden sind.
- Ein erfolgsversprechender Ansatz ist der Tausch Baugrundstück gegen fertige Wohnung(en) oder auch Einfamilienhaus gegen Wohnung mit altersgerechter Infrastruktur: Die Familie hat eine Motivation zu renovieren, der Senior findet das passende Umfeld.

- Bewährt hat sich in der Praxis auch ein befristetes Vorkaufsrecht für Einheimische. Dieser Weg steht aktuell allerdings nur privaten Unternehmen zur Verfügung, nicht den Kommunen (Diskriminierungsverbot).
- In einigen Fällen kann auch das Erbbaurecht einen sachgerechten Interessensausgleich ermöglichen (geringere Anschaffungskosten für die Immobilie, Grundstückseigentümer behält das Grundstück und erhält regelmäßige Einnahme; Flexibilität auch bei der Flächenplanung). So hat der Münchner Stadtrat 2019 beschlossen, Gewerbe- und Kerngebietsflächen vorerst nur noch im Erbbaurecht zu vergeben, wie es beispielsweise in Frankfurt schon seit Jahrzehnten mit gewerblichen Grundstücken praktiziert wird.
- Generell muss darüber nachgedacht werden, mit welchen Anreizen auch die Ansiedlung von Personen einen spürbaren Effekt für die Kommune entfalten kann, wenn damit eigene Aktivitäten ausgelöst werden sollen.

03.1.2 Neue Mischgebiete

Gewerbe beziehungsweise Landwirtschaft und Wohnen müssen nebeneinander stattfinden können. Dabei müssen von Anfang an einvernehmliche Lösungen gefunden und festgehalten werden, damit das Gewerbe beziehungsweise der landwirtschaftliche Betrieb nicht verdrängt wird.

Lärm ist in diesen Fällen (beispielsweise bei der Erschließung von Industriebrachen als Wohngebiete) ein großes Thema, da er Lebensqualität und – ab einer bestimmten Intensität – Gesundheit beeinflusst.

- Zu prüfen ist eine Anpassung der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm). Hier sind Experimentieräume wichtig.
- Emissionswerte dürfen nicht zulasten des Gewerbes beschnitten werden, sondern müssen für das Gebiet insgesamt heraufgesetzt werden (orientiert am Mischgebiet, aber unter Berücksichtigung der berechtigten Belange von Unternehmen, die ursprünglich in einem Industriegebiet gegründet wurden). Selbstverständlich müssen Spitzenwerte bestmöglich vermieden werden.
- Einsatz von aktivem Schallschutz (verwirklicht z. B. im Rahmen von Urban Production) und von passivem Schallschutz an umliegenden Gebäuden

Technologische Lösungen spielen hier eine große Rolle; neben dem Schallschutz (siehe B 01.3.1 und B 01.3.2 zum Forschungsbedarf hinsichtlich kostengünstigerer Lösungen) gilt das auch für weitere als störend empfundene Emissionen (Gerüche, Düngemiteleinsetz etc.).

03.1.3 (Neue) Örtliche Gemeinschaften stärken

Homeoffice und die damit entstehenden unterschiedlichen Sozialstrukturen und sozialen Kontakte wirken sich auf die menschlichen Interaktionen aus. Noch offen ist, ob Corona auch grundsätzlich etwas am Umgang der Menschen miteinander ändert. Schon vor der Pandemie war aber bereits seit Längerem vielerorts eine wachsende soziale Distanz zu beobachten. Gemeinschaft ist in vielerlei Hinsicht gerade für das Planen und Bauen wichtig, wenn man beispielsweise an Quartierslösungen denkt oder auch an die regionale Energieversorgung.

Es gilt daher, bestehende Aktivitäten zur Verbesserung der sozialen Kontakte in Städten und ländlichen Regionen zu unterstützen und erfolgreiche Ansätze in die Breite zu tragen.

- Zum einen wird es darum gehen, wie soziale Interaktion über digitale Tools in gewisser Weise physische Begegnungen ersetzt und ergänzt.
- Zum anderen geht es – über Digitalisierung hinaus, ggf. durch sie unterstützt – auch darum, wie neue soziale (und wirtschaftliche) Strukturen wachsen können, wenn sich sowohl in den Städten als auch auf dem Land das Zusammenleben verändert (z. B. Organisation von Erfahrungsaustausch, gemeinsame Projekte/Gestaltung).

03.1.4 Zusammenspiel der verschiedenen Planungsebenen organisieren

Mehr Verständnis für die jeweiligen Zuständigkeiten und Möglichkeiten sowie ein besseres Wissen über Zusammenhänge und Wechselwirkungen sind auch dort erforderlich, wo es um großräumigere Planung zur Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen geht. Alle Ebenen – Raum-, Orts-, Regional- und Stadtentwicklung – müssen berücksichtigt werden und mitgestaltender Teil des Innovations- und Transformationsprozesses sein (vgl. auch zuvor zur Rolle des Staats). Planungsgrundlagen und Planungen müssen dazu auf einer einheitlichen (zentralen) Plattform dargestellt und als „Layer“ übereinandergelegt werden können, die notwendigen Austauschprozesse müssen sowohl bottom-up als auch top-down eingeleitet werden können.

Gemeinsames Verständnis von der Notwendigkeit von Infrastruktur herstellen

Im Infrastrukturbereich gibt es in den nächsten Jahren und Jahrzehnten noch einen großen Bedarf zu decken. Beispiele sind der Ausbau der Schieneninfrastruktur (Deutschlandtakt, europäische Magistrale, Güterverkehrsstrecken, Elektrifizierung ...) und das Energiesystem (vgl. hierzu die Handlungsempfehlungen *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020).

- Zu Akzeptanzfragen und zur Herstellung einer grundsätzlichen Balance zwischen Gemeinwohl und Einzelinteressen kann auf die Handlungsempfehlungen *TechCheck 2019. Technologien für den Menschen* verwiesen werden. Notwendig sind jedenfalls klare Verantwortlichkeiten und die Einbeziehung und Mitwirkung der Gesellschaft auf allen Ebenen. Insbesondere der Staat ist gefordert, die Bedeutung von Infrastruktur (Verkehr, Versorgung etc.), zum Beispiel für Lieferketten, als Vorsorge gegenüber Klimaveränderungen, für die Energiewende etc. stärker als bisher zu verdeutlichen und entsprechend zu handeln.
- Anstelle einer finanziellen Kompensation von Bürger*innen für Anlagen (z. B. zur Energieerzeugung) in Sichtweite müssen verstärkt neue Betreibermodelle und Beteiligungsformen zum Einsatz kommen. Das Thema PPP muss auch im Lichte der für den Klimaschutz sehr schnell notwendigen zusätzlichen Infrastrukturen wiederbelebt und gestärkt werden.

03.2

- Wo bestimmte Projekte abgelehnt werden (zum Beispiel Anlagen für Energieerzeugung oder Energietransport), muss der Bedarf regelmäßig auf andere Weise befriedigt werden. Das muss stärker verdeutlicht werden und idealerweise sind von Anfang an die verschiedenen denkbaren Alternativen in einen Bürgerdialog oder einem ähnlichen Beteiligungsverfahren einzustellen. Bei der Bürgerbeteiligung muss der räumliche und sachliche Umgriff flexibler als bisher gedacht werden können: Es ist sicherzustellen, dass jeweils diejenigen eingebunden werden, die das Vorhaben potenziell betrifft. Im Genehmigungsverfahren geht es um ein konkretes Vorhaben, der Bürgerdialog muss aber auch eine weitere Perspektive einnehmen können. Wo ein Ersatz vor Ort bzw. in derselben Region notwendig ist, beispielsweise eine oder mehrere Windkraftanlagen anstelle eines Ausbaus der Wasserkraft, können diese beiden Alternativen gemeinsam behandelt werden, mit dem klaren Ziel, eine möglichst verbindliche (Vor-)Auswahl zu treffen. Wenn als Alternative auch ein Vorhaben in einem anderen Gebiet in Betracht kommt, muss auch der Kreis der zu Beteiligten in einem vorgeschalteten Verfahren erweitert werden. Es ist zu prüfen, ob verfahrensrechtliche Anpassungen notwendig sind, um die Ergebnisse eines solchen Prozesses im eigentlichen Genehmigungsverfahren für das dabei ermittelte Optimum zum Tragen zu bringen.

Der Themenkomplex Akzeptanz, Beteiligung, Nutzerorientierung, Gemeinwohl und Daseinsvorsorge vs. Individualinteressen muss auch Gegenstand der Ausbildung werden, sowohl im planerischen Bereich als auch zum Beispiel an Verwaltungshochschulen.

Handlungsempfehlungen

B

Ästhetik und Nutzerzentrierung als Planungs- und Bauziel

03.3

Im Kleinen zeigt sich vielfach, dass Menschen gerne aktiv daran mitwirken, in ihrem Umfeld auch außerhalb der eigenen vier Wände ihre Vorstellungen vom „guten Leben“ umzusetzen. Beispiele sind das Bepflanzen öffentlicher Bereiche, gestrickte und gehäkelte Verzierungen an Laternen, Pollern und Bäumen, aber aktuell im Zusammenhang mit der Corona-Pandemie auch die Nutzung von „Pop-up-Infrastrukturen“ wie Schanigärten (Erweiterung der Freischankflächen auf den Bürgersteigen oder Parkplätzen vor Gastronomiebetrieben, oft eingezäunt und geschmückt).

Diese Mitwirkungsbereitschaft muss gefördert werden, um das gesellschaftlich Notwendige (z. B. zur Eindämmung des Klimawandels einschließlich der für die Versorgung mit erneuerbaren Energien notwendigen Infrastrukturen) schnell und möglichst kosteneffizient umsetzen zu können, dabei aber die Anliegen des Einzelnen bestmöglich zu verwirklichen.

Eine Visualisierung verschiedener Alternativen – idealerweise auch ad hoc der von den Mitwirkenden angedachten – ist ein wichtiges Instrument.

- Simulationsmodelle und digitale Zwillinge sollten verstärkt zur Planungsunterstützung eingesetzt und gefördert werden.
- Beteiligungsmöglichkeiten können die Mitgestaltung eines bestimmten Bereichs beinhalten und damit die Zustimmung zu Vorhaben erhöhen und die Attraktivität verschiedener Facetten der Bauwirtschaft sichtbar machen bzw. in einer jüngeren Zielgruppe verankern. Digitale Möglich-

keiten der Mitwirkung und Mitbestimmung können weitere Zielgruppen für eine Beteiligung erschließen. So ist es zum Beispiel denkbar, dass Bürger*innen vom heimischen PC aus digitale Zwillinge und 3D-Modelle erkunden und gegebenenfalls definierte Teile des Projekts „mitplanen“ können. Um Verfahren nicht zu überfrachten, ist in solchen Fällen die Auswahlentscheidung bei der Gestaltungslösung teilweise auszugliedern: Der Projektträger könnte bestimmte Rahmenbedingungen definieren (z. B. Obergrenze für die Kosten, Nachhaltigkeitsaspekte, Ausschluss bestimmter Botschaften etc.) und sich die Letztentscheidung vorbehalten, während die Vorauswahl beispielsweise im Rahmen einer Onlineabstimmung getroffen wird.

- Regelmäßige Design-Wettbewerbe können dazu beitragen, den sich wandelnden gesellschaftlichen Bedarf besser zu erfassen und nutzerzentriert zu planen. Aktuelles Beispiel aus München ist das Bürgergutachten zur Paketposthalle.

Das „Neue Europäische Bauhaus“ gehört in diesen Kontext: Die Initiative stellt eine Verbindung zwischen dem europäischen Grünen Deal und unseren Lebensräumen her. Europäer*innen sind aufgerufen, gemeinsam Vorstellungen von einer nachhaltigen und inklusiven, ästhetisch, intellektuell und emotional ansprechenden Zukunft zu entwickeln und zu realisieren. Geplant ist dabei auch eine Förderung von innovativen Ideen und Produkten. Ziel muss es sein, solche Projekte in Bayern umzusetzen.

Finanzierungsfragen lösen: Wer trägt die Kosten der Transformation?

In der volkswirtschaftlichen Perspektive rechnet sich die energetische Sanierung des Gebäudebestands. Weniger exakt bekannt, aber zumindest als Größenordnung erkennbar, sind auch die Kostenfolgen des Nichthandelns (vgl. vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020). Auf das einzelne Gebäude gesehen ist die Lage bei Weitem nicht so eindeutig. Gegenwärtig ist von einem Nutzer-Investor-Dilemma die Rede: Die Investitionskosten trägt der Eigentümer, der sie allenfalls teilweise umlegen kann (zulässig ist eine Erhöhung der jährlichen Miete um bis zu 8 Prozent der für die Wohnung aufgewendeten Modernisierungskosten, abzüglich gesparter Instandhaltungskosten z. B. für die alte Anlage und nur bis zu einer Kappungsgrenze), während die Vorteile (geringere Nebenkosten) zunächst beim Mieter anfallen.

Klar ist: Wenn die Sanierung unterbleibt, dann steigen die Betriebskosten stark an (Energiepreis, CO₂-Preis) und das Gebäude verliert immer weiter an Wert, zum Nachteil des Mieters und des Eigentümers. Im gewerblichen Bereich ist darüber hinaus zu beachten, dass Berichts- und Rechenschaftspflichten (beziehungsweise Obliegenheiten) zum eigenen CO₂-Fußabdruck stetig zunehmen und mindestens das Image, darüber hinaus aber gegebenenfalls auch Geschäftsbeziehungen und Finanzierungsmöglichkeiten für das gesamte Unternehmen beeinflussen.

Auf den ersten Blick führt der geltende Regulierungsrahmen bereits dazu, dass auf beiden Seiten ein (negativer) Anreiz für die Durchführung von Sanierungsmaßnahmen entsteht.

B

03.4

Im Detail ist die Situation aber noch komplexer:

- Gerade in großen Städten liegt die Miethöhe vielfach schon an der Belastbarkeitsgrenze des Einzelnen (oder darüber): 11,4 Millionen Menschen (rund 14 Prozent der Bevölkerung) leben in Deutschland in durch ihre Wohnkosten überlasteten Haushalten. Eine Überbelastung durch Wohnkosten liegt dann vor, wenn ein Haushalt mehr als 40 Prozent seines verfügbaren Einkommens für Wohnen ausgibt, unabhängig von den Eigentumsverhältnissen an der Wohnung. Im Ergebnis führen zusätzliche Belastungen vielfach dazu, dass der Staat über eine Ausweitung der Sozialleistungen einspringen muss, sodass die Kosten letztlich auf die Allgemeinheit umgelegt werden.
- Etliche Eigentümer, gerade in selbst genutztem Wohneigentum, verfügen nicht über die Mittel, um größere Maßnahmen durchzuführen und müssen dafür einen Kredit aufnehmen, den sie einerseits überhaupt bewilligt bekommen müssen (ggf. über KfW-Maßnahmen zu lösen) und der sich andererseits für sie auch subjektiv „lohnen“ muss. Letzteres ist nicht der Fall, wenn lediglich Tilgungskosten als zusätzliche Belastung zu erwarten sind, während weder eine Amortisierung innerhalb der eigenen Restlebensdauer zu erwarten ist noch Erben vorhanden sind.
- Auch Eigentümer, die es sich „leisten“ können, die entsprechenden Maßnahmen durchzuführen, werden das nur tun, wenn es ihnen sinnvoll oder sogar notwendig erscheint. Für einige reicht bereits heute als Motivation das Wissen um den Klimawandel und den bestehenden Handlungsbedarf aus, aber bei Weitem nicht für alle, wie die aktuelle Sanierungsrate in Höhe von nur rund einem Prozent zeigt.
- Zusätzlich muss zwischen Gebäuden als Anlage und als Bewirtschaftungsobjekt unterschieden werden. Bei der Bewirtschaftung von Wohnraum werden typischerweise nur vergleichsweise geringe Margen erzielt (Renditen in einer durchschnittlichen Größenordnung von etwa 2 Prozent), sodass größere Umbaumaßnahmen mit sehr langfristiger Wirkung kaum aus dem Cashflow finanziert werden können. Das gilt umso mehr für Immobilien in Räumen mit schwacher Nachfrage, für die sich heute schon schwer ein*e Mieter*in findet, sodass auch keine Rücklagen für notwendige Maßnahmen gebildet werden können.
- Es sind nicht genug Fachkräfte verfügbar, um sehr schnell sehr viel mehr größere Maßnahmen zur energetischen Sanierung umzusetzen. Damit kann eine steigende Nachfrage eine Verteuerung auslösen. Der Zeitpunkt der Sanierung hat wegen der sich ändernden sonstigen Rahmenbedingungen (z. B. CO₂-Preis) auch einen Einfluss auf die Frage der Wirtschaftlichkeit beziehungsweise die Höhe der Belastung.

Im Zusammenhang mit der im Mai 2021 im Kabinett beschlossenen Novelle des Klimaschutzgesetzes kam auch der Vorschlag auf, die Kosten durch den nationalen CO₂-Preis für Wärme zwischen Vermietenden und Mietenden aufzuteilen. Das zielt neben einer Entlastung der Mietenden auch darauf ab, den Anreiz für den Vermietenden zur Durchführung entsprechender Maßnahmen zu erhöhen. Ob davon ein entsprechender Effekt ausgeht, kann infrage gestellt werden: In den kommenden Jahren sind die vorgesehenen Preise noch vergleichsweise moderat. Bevor die Obergrenze aufgehoben wird, ist mit einiger Wahrscheinlichkeit mit einer Integration in

das EU-ETS oder eine vergleichbare europäische Lösung zu rechnen (was grundsätzlich richtig wäre, vgl. vbw Studie *Klima 2030. Nachhaltige Innovationen*, 2020). Wie dort dann die Kostentragung geregelt wird, ist allerdings völlig offen. Als Grundlage für die Entscheidung über vergleichsweise teure Investitionen scheint das wenig geeignet. Wo die Renditen aus der Wohnraumbewirtschaftung heute schon nur geringe Spielräume ermöglichen (siehe Seite 143), würden diese durch den anteiligen CO₂-Preis weiter verringert. Statt auf pauschale Umverteilung von Belastungen muss daher auf Unterstützung und positive Anreize gesetzt werden.

Im Hinblick auf die Kostentragung müssen vor dem Hintergrund der zuvor aufgezeigten Fragen Lösungsansätze diskutiert werden.

- Eine weitgehende Abschreibungsmöglichkeit ist wichtig, funktioniert aber heute nur dort, wo entsprechende Erträge vorhanden sind. Hier ist zu prüfen, wie die steuerlichen Anreize für die Sanierung selbstgenutzten Wohneigentums verbessert werden können.
- Insbesondere mit Förderprogrammen auf Landes- und Bundesebene, Krediten etwa der Förderbanken und der steuerlichen Berücksichtigung der energetischen Gebäudesanierung gibt es – teilweise seit vielen Jahren – positive Anreize für die Sanierung. Belastungen für den Mietenden werden unter anderem über Wohngeld, Härtefallregelung bei der Modernisierungumlage etc. abgedeckt. Trotzdem wird vor dem Hintergrund der oben skizzierten Situation eine Ausweitung der Förderprogramme – nicht nur als Kredite, sondern auch als Zuschüsse – notwendig sein. Wenn damit eine bessere Koordinierung, die Berücksichtigung größerer Zusammenhänge und ein zielgerichteter Einsatz der jeweils passenden Technologien verbunden werden können, ist sogar ein zusätzlicher volkswirtschaftlicher Nutzen (und Klimaeffekt) möglich. In den Förderprogrammen müssen dabei verstärkt auch Speicher und Vernetzungstechnologien berücksichtigt werden.
- Wichtig ist als Basis für die Investitionsentscheidung eine wenigstens überschlägige Rechnung im Einzelfall, die wirtschaftliche Folgen des Nichttuns sowie Kosten und Nutzen der Sanierung aufzeigt, je nachdem, was im konkreten Anwendungsfall an technologischen Lösungen in Betracht kommt. Hierfür sollte der Staat als neutrale Instanz ein einfaches Rechentool bereitstellen. Für die Verknüpfung mit dem Immobilien-

wert (ohne laufende Kosten) hat die Fraunhofer-Gesellschaft bereits einen Lösungsansatz entwickelt, an den gegebenenfalls angeknüpft werden kann.

- Dringend notwendig sind eine Analyse, welche Förderinstrumente und Anreize sich als besonders wirksam erweisen, und die Ableitung eines effizienten und effektiven Mix.

In jedem Fall gilt es, Zwischenschritte angemessen zu berücksichtigen: Schon aufgrund der begrenzten personellen und finanziellen Kapazitäten kann jährlich nur ein gewisser Anteil der langfristig notwendigen Maßnahmen (z. B. energetische Sanierung, Anpassung der Infrastrukturen) umgesetzt werden. Trotzdem ist es von Vorteil, wenn möglichst viel frühzeitig geplant wird, um Prozesse aufeinander abzustimmen.

- Dabei kann ein langfristiger Fahrplan helfen, wie ihn beispielsweise die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen vorschlägt („Klimaschutzfahrplan“, der projektindividuell Emissionsgrenzwerte auf dem Weg hin zur Klimaneutralität für ein Gebäude oder einen Standort vorgibt). Wichtig ist dabei, dass auch die Gebäude/Standorte, die heute noch nicht klimaneutral sind, aber über einen konsistenten und nach definierten Kriterien erstellten Projektplan verfügen, grundsätzlich bereits Vorteile daraus ziehen können. Dafür ist eine Verständigung auf einheitliche Kriterien und Verfahren notwendig. Insoweit ergeben sich Überschneidungen mit den Ansätzen der Sustainable-Finance-Strategie, die allerdings ihrerseits die Ziele und Maßstäbe zu hoch ansetzt und damit zum Finanzierungshindernis und letztlich zur Transformationsbremse zu werden droht. Um dies zu verhindern, kann neben dem notwendigen Einsatz auf politischer Ebene ein Rechner im o. g. Sinne eine wichtige Entscheidungshilfe werden. Dabei gilt es, unabhängige Bewertungsverfahren, die Sustainable-Finance-Taxonomie und weitere ESG-Kriterien zu berücksichtigen (wobei zwischen zwingenden Anforderungen und freiwilligen Angaben unterschieden werden muss), mit Risikobewertung, Finanzierung und Immobilienwert zu verknüpfen, die Kosten des Betriebs sowie den Zinssatz einzubeziehen und einen Sanierungsrechner zu entwickeln.
- Ergänzend dazu sind Sanierungsstrategien erforderlich, die auf einer verbindlichen und sektorübergreifenden Roadmap aufbauen und das angestrebte Modernisierungsniveau festlegen, um große landeseigene und kommunale Liegenschaften im Gleichschritt betrachten zu können und dabei auf einheitlichen, verstetigten Planungsgrundlagen aufzubauen. Dazu gehören auch quartiersbezogene Ansätze, die nicht nur auf Gebäudeebene ansetzen, sondern auch systemische Potenziale zwischen umbautem und öffentlichem Raum sowie zugrunde liegenden Infrastrukturen berücksichtigen.

Viele Fragen stellen sich für andere Modernisierungsprojekte in ähnlicher Weise. Generell muss bei allen für die Transformation notwendigen Maßnahmen (z.B. auch Digitalisierungstechnologien zur Weiterentwicklung des Energiesystems etc.) geprüft werden, ob die derzeitigen Umsetzungswege – zum Beispiel bei der Zuordnung der Verantwortlichkeiten für Einbau und Betrieb der Systeme – optimiert werden können. Auch im Steuerrecht müssen neue Anreize diskutiert werden. Über die genannten hinaus werden beispielsweise Vorsorgeabschreibungen für künftig anstehende Investitionen auch für Privatleute vorgeschlagen.

Handlungsempfehlungen

B

Bezahlbaren (eigenen?) Wohnraum schaffen

03.5

03.5.1 Künftige Rolle von Wohneigentum

Im eigenen Haus oder in der eigenen Wohnung zu leben, ist für viele Menschen ein wesentlicher Teil ihrer Vorstellung vom Leben. Erfüllt hat sich dieser Wunsch allerdings nur für 42 Prozent der Haushalte in Deutschland: Die Wohneigentumsquote ist die niedrigste in der EU und die zweitniedrigste (nach der Schweiz) in der OECD. Normalverdiener haben in vielen Regionen aktuell geringe Aussichten, aus eigener Kraft Wohneigentum zu erwerben. In München wurden nach Recherchen des SPIEGEL im Jahr 2020 73 Prozent der Einfamilienhäuser für eine Million Euro oder mehr angeboten. 2012 waren es noch 20 Prozent. Zum Vergleich: In Stuttgart sind es heute 33 Prozent (2012: 15), in Düsseldorf 27 Prozent (14) und in Frankfurt am Main 26 Prozent (10). Am stärksten gestiegen sind die Preise für Ein- und Zweifamilienhäuser im selben Zeitraum in Berlin (+ 144 Prozent), gefolgt von Köln (+91 Prozent), München (+ 89 Prozent) und Stuttgart (+ 77 Prozent). Auch die Corona-Pandemie hat den Anstieg nicht gebremst. Die „Suburbanisierung“ führt dabei nicht unbedingt zu Ersparnissen für die Erwerbenden, da zum einen im Umland die Preise ebenfalls stark steigen und zum anderen Faktoren wie höhere Ausgaben für Mobilität oder deutlich geringere Betreuungsangebote zu berücksichtigen sind, wobei Letzteres wiederum die Verdienstmöglichkeiten einschränken kann.

Gleichzeitig sind die Finanzierungsmodelle mit erheblichen Unsicherheiten behaftet: nicht nur wegen der monatlichen Raten, die teilweise schon eine sehr hohe Belastung darstellen, sondern auch wegen eines möglichen Endes des Immobilienbooms – von der Deutschen Bank für Mitte der zwanziger Jahre prognostiziert – und der Möglichkeit künftig wieder steigender Zinsen.

Bisher drängt sich kein alternatives Modell als Lösung für eine breite Zielgruppe auf:

- **Baugemeinschaft**
Mehrere Parteien realisieren ein gemeinsames Wohnprojekt und werden in der Regel jeweils Eigentümer einer Wohnung.
- **Mietshäuser-Syndikat**
Gründung einer GmbH, der das Haus gehört, und Einräumung von Wohnrechten auf Lebenszeit. Kein Eigentumserwerb des Einzelnen, aber niedrige Mieten und Schutz vor Weiterverkauf.
- **Leasingmodell für Kauf-Immobilien**
Das Unternehmen kauft und renoviert Wohnungen, die für einen festen Zeitraum zunächst verleast werden. Der Leasingnehmer hat das Recht, die Wohnung im Anschluss zu einem vorher festgelegten Preis zu erwerben, die Leasingraten werden aber nicht angerechnet.

Grundsätzlich bleibt Eigentumserwerb – neben der Verwirklichung persönlicher Wünsche und als wichtiger Baustein zur Altersvorsorge – auch für die gesellschaftlich notwendige Schaffung von Wohnraum ein wichtiger Treiber. Die verschiedenen bestehenden steuerlichen Instrumente sowie die Zuschüsse auf Bundes- und Landesebene zur Förderung des Eigentumserwerbs sind in ihren jeweiligen Auswirkungen schon wegen ihrer Überlagerung und der häufigen Änderungen schwierig zu bewerten, können aber jedenfalls schwerlich mit der Preisentwicklung der letzten Jahre Schritt halten.

Trotzdem müssen Ansätze wie die deutliche Anhebung des Freibetrags bei der Grunderwerbsteuer oder eine generelle Befreiung bei selbstgenutztem Wohneigentum/bei Neubauten genutzt werden. Bayern ist zwar – zu Recht – nach der Einführung der Steuersatzautonomie beim niedrigeren Satz von 3,5 Prozent geblieben, der aber bei den durchschnittlichen Kaufpreisen immer noch hoch ist, zumal er bei

jedem Erwerbsvorgang erneut anfällt und damit die Dynamik auf dem Immobilienmarkt zulasten von Privatleuten verringert. Zusätzlich orientiert sich der Länderfinanzausgleich am Durchschnittssteuersatz, so dass der bayerische Staatshaushalt auch von einer Absenkung in anderen Ländern profitieren würde.

Vor dem skizzierten Hintergrund muss eine gesellschaftliche Debatte über die Rolle und den Stellenwert des Wohneigentums sowie der dahinter liegenden Bedürfnisse (Sicherheit, Altersvorsorge, Gestaltungsmöglichkeiten, Freiheit etc.) geführt werden. Das ist auch erforderlich als Basis für die Weiterentwicklung bestehender Instrumente (z.B. Grunderwerbsteuer) und Prüfung neuer Ansätze, die durchaus auch auf andere Wege zur Gewährleistung dieser Bedürfnisse abzielen können. In die Debatte müssen auch Lösungsansätze aus dem Ausland, deren Auswirkungen und die Übertragbarkeit auf die Situation in Deutschland einfließen.

03.5.2 Bezahlbaren Wohnraum bereitstellen

Die bestehenden Programme für den (sozialen) Wohnungsbau müssen fortgesetzt, künftig aber noch stärker auf Nachhaltigkeit, Vernetzung und Flexibilität ausgerichtet werden. Dann ist auch eine Mobilisierung erheblicher Mittel privater Anleger möglich, die insbesondere vor dem Hintergrund von Sustainable Finance auf der Suche nach nachhaltigen Investitionen sind. Zuletzt wurde die soziale Wohnraumförderung vom UBA noch unter den „umweltschädlichen Subventionen“ geführt, allerdings vor allem aufgrund der Flächeninanspruchnahme. Gleichzeitig müssen neue Lösungsansätze gefunden werden, um die Verdrängung von Normalverdienern zu verhindern, da die Pflicht zur Bereitstellung günstiger Wohnungen jedenfalls in Ballungsräumen oft dadurch kompensiert wird, dass die restlichen Wohnungen im hochpreisigen Segment angesiedelt werden, damit das Gesamtprojekt wirtschaftlich tragfähig wird. Auch hier steht fest, dass ein kosteneffizienteres Bauen wesentlicher Schlüssel zum Erfolg ist, damit auch mit Wohnungen im mittleren Segment eine ausreichende Rendite erzielt werden kann.

Für die Gewinnung und Bindung von Beschäftigten wird es in Ballungsräumen immer wichtiger, dass ein Zugang zu angemessenem Wohnraum ohne besondere Erschwernisse möglich wird. Das betrifft junge Wissenschafter*innen ebenso wie Angestellte und Beamt*innen, insbesondere solche in den mittleren und niedrigeren Einkommensegmenten. Werkswohnungen können hier eine sinnvolle Antwort sein, die es den entsprechenden Institutionen ermöglicht, sich durch die Planung und Bauweise als innovativ und zukunftsorientiert zu präsentieren. Das gilt besonders für Hochschulen, die entsprechende Modellvorhaben bei sich starten sollten. Wichtig ist im unternehmerischen Bereich, dass solche Aktivitäten nicht der Mitbestimmung unterliegen dürfen. In jedem Fall werden „Relocation Services“ benötigt, staatliche wie privatwirtschaftliche, die Zuzugswillige bei der Suche nach geeigneten Räumlichkeiten unterstützen. Im Freistaat Bayern hat dies früher Invest in Bavaria übernommen und sollte sich in der Zukunft auch wieder dort engagieren.

Übergreifend gilt, dass zur Kostenreduktion zwingend die Produktivitätspotenziale beim Bauen gehoben werden müssen (vgl. auch B 01.1.4). Notwendig ist daher eine Effizienzoffensive Bau von bezahlbarem Wohnraum mit folgenden Haupt-Handlungsfeldern:

- Vorfertigung,
- Vernetzte Fabriken
- Bausystementwicklung
- Suffizienz
- Typengenehmigung
- Digitalisierung

Ansprechpartner

Christine Völzow

Geschäftsführerin und
Leiterin der Abteilung Wirtschaftspolitik

T 089-551 78-251
christine.voelzow@vbw-bayern.de

Dr. Christina Hans

Referentin Zukunftsrat,
Abteilung Wirtschaftspolitik

T 089-551 78-135
christina.hans@vbw-bayern.de

Impressum

Alle Angaben dieser Publikation beziehen sich ohne jede Diskriminierungsabsicht grundsätzlich auf alle Geschlechter.

Herausgeber

vbw
Vereinigung der Bayerischen
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5
80333 München

www.vbw-bayern.de

Konzeption und Realisation

gr_consult gmbh
vbw@grconsult.net

© vbw Juli 2021

vbw

Vereinigung der Bayerischen
Wirtschaft e. V.

Max-Joseph-Straße 5
80333 München

T 089-551 78-100

F 089-551 78-111

info@vbw-bayern.de

www.vbw-bayern.de