


Bautechnologie-Report

FTI-Bedarf & Themen

Verfasser:

Datum:

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

.....	1
1 Einleitung	3
2 FTI-relevante Chancen und Herausforderungen	4
2.1 Ökonomische Herausforderungen	5
2.2 Ökologische Herausforderungen	5
2.3 Soziale Herausforderungen	7
2.4 Zusammenfassung der Herausforderungen	7
3 Bautechnologien und Potenziale nach Anwendungsbereichen.....	8
3.1 Digitale Technologien und Werkzeuge	13
3.2 Bauprozess und -innovation	16
3.3 Baumaterialien und Baustoffe	19
3.4 Sanierungstechnologien und -konzepte.....	23
3.5 Erneuerbare Energien und Gebäude-Netz-Interaktion	27
3.6 Technologien für Heizen und Kühlen	31
3.7 Robustheit und Resilienz	35
4 Innovationsradar	40

1 Einleitung

Der Bautechnologie-Report liefert einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und die erforderlichen Maßnahmen, um den Bau- und Bautechnologiesektor auf die Herausforderungen der Zukunft vorzubereiten. Er ist Wegweiser für Entscheidungsträger:innen, Forschende, Unternehmen und Interessengruppen, um gemeinsam innovative Lösungen zu entwickeln und Innovationen am Bau nachhaltig voranzutreiben. Mithilfe umfassender Analysen der Chancen, Herausforderungen, Hindernisse, Technologien, Potenziale sowie des Forschungsbedarfs und der Innovationsziele im Bereich nachhaltiger Gebäude und innovativer Bautechnologien wurden im vorliegenden Bericht die Trends in der Bautechnologieforschung identifiziert.

Die Grundlage dieses Positionspapiers bildet ein umfangreicher Stakeholderprozesses, bestehend aus zwei Workshops und einer Online-Konsultation, an denen Vertreter:innen relevanter Industrieverbände, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Bundesministerien teilnahmen. Als Ergebnis soll dieses Dokument, die Verantwortlichen der österreichischen Energieforschungsprogramme bei der Definition von Schwerpunkten in den österreichischen F&I-Programmen unterstützen.

Im ersten Abschnitt des Berichts werden die relevanten Chancen und Herausforderungen im FTI-Bereich beleuchtet. Dabei wird auf den Einfluss globaler Megatrends auf die Bautechnologieforschung eingegangen und die Klimaschutzziele in Österreich sowie die Situation des Gebäude- und Bausektors im Land betrachtet. Des Weiteren werden Themen wie die stagnierende Sanierungsrate, die wirtschaftliche Entwicklung, die regionale Wertschöpfung, der demografische Wandel, der Arbeitsmarkt und der Fachkräftemangel behandelt.

Im zweiten Abschnitt des Berichts werden Hemmnisse, Technologien und Potenziale nach Anwendungsbereichen untersucht. Dabei werden Potenziale identifiziert und der Forschungsbedarf sowie die Innovationsziele herausgearbeitet. Es werden Bereiche wie (1) digitale Technologien und Werkzeuge, (2) Bauprozesse und -innovationen, (3) Baumaterialien und Baustoffe, (4) Sanierungstechnologien und -konzepte, (5) Erneuerbare Energien und Gebäude-Netz-Interaktion, (6) Technologien für Heizung und Kühlung sowie (7) Robustheit und Resilienz von Gebäuden hervorgehoben. Aufgrund der Vielzahl an Themen und des breiten Themenspektrums kann eine solche Betrachtung niemals den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Vielmehr spiegeln die Ergebnisse die Resultate der Konsultationsworkshops mit über 100 beteiligten Personen wider. Es werden F&E-Themenbereiche und potenzielle Anwendungsfelder überblicksartig beschrieben, in denen Innovationen laut den Stakeholder:innengruppen erforderlich sind. Dabei liegt der Fokus bewusst nicht auf konkreten Innovationen oder Lösungsansätzen, sondern auf den potentiellen Anwendungsfeldern.

Im dritten Abschnitt des Berichts werden die 65 F&E-Themenfeldern in einem Innovationsradar präsentiert und deren Bewertung hinsichtlich Innovationsgrad und Effektmaximierung grafisch dargestellt.

2 FTI-relevante Chancen und Herausforderungen

Im globalen Kontext sind die CO₂-Emissionen von Gebäuden in den letzten Jahren weltweit wieder angestiegen. Die direkten und indirekten Emissionen aus dem Strom- und Wärmebedarf von Gebäuden erreichten 2020 weltweit 10 GtCO₂¹. Im österreichischen Gebäudesektor entstanden in diesem Jahr Emissionen von rund acht Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent. Die Hauptverursacher von Treibhausgasemissionen waren zu über 80 % private Haushalte, während öffentliche und private Dienstleistungen nur etwa 12 % ausmachten. Der größte Anteil des Energieverbrauchs entfiel auf die Bereiche Raumwärme und Warmwasser (einschließlich Klimatisierung) mit etwa 27 %. Der Endenergiebedarf von Gebäuden wird immer noch hauptsächlich durch fossile Brennstoffe gedeckt, und es fehlt an effektiven Maßnahmen zur Energieeffizienz und ausreichenden Investitionen in nachhaltige Gebäude.

Allerdings hat der Gebäudebereich ein großes Potenzial, um die Emissionen zu reduzieren. Faktoren wie Bevölkerungswachstum, Zunahme der Gebäudefläche, steigender Strom- und Kühlungsbedarf, Klimaschwankungen sowie Bautechniken und Nutzungsweisen beeinflussen den weltweiten Energiebedarf im Gebäudesektor. Besonders die gestiegene Gebäudefläche pro Person, die wachsende Bevölkerung und höheren Komfortansprüche stehen der Energieeffizienz von Gebäuden gegenüber. Obwohl Verbesserungen bei der Gebäudehülle, der Gebäudetechnik und energieeffizienten Geräten den Anstieg des Energieverbrauchs ausgleichen konnten, bleibt noch viel ungenutztes Potenzial zur Emissionsreduktion. Der Endenergieverbrauch Österreichs für Heizung und Warmwasser ist seit 1993 um 30,5 % gestiegen, was deutlich mehr ist als das Bevölkerungswachstum². Dies ist auf die hohe Neubaurate in Österreich im Vergleich zur EU, unzureichende Anforderungen an den Neubau und insbesondere eine viel zu niedrige Sanierungsrate mit geringer Qualität zurückzuführen. Das Ziel einer Sanierungsrate von 3 %, das vor mehr als zehn Jahren auf Bundes- und Landesebene formuliert wurde, wird wie in anderen EU-Ländern seit Jahren weit verfehlt.

Forschung und Innovation können einerseits zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Baubranche beitragen, indem sie innovative Technologien und Verfahren entwickeln, die Kosten senken, Bauzeiten verkürzen und die Qualität verbessern. Andererseits können sie auch die Nachhaltigkeit der Bauindustrie verbessern, indem sie energieeffiziente Gebäude schaffen, Ressourcen schonen und Abfall reduzieren. Darüber hinaus trägt die Forschung im Gebäude- und Baubereich zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen wie Klimawandelanpassung, Schaffung lebenswerter Städte und Verbesserung der Wohn- und Arbeitsqualität bei.

Die globalen Megatrends haben einen umfassenden Einfluss auf Gebäude, da sie energieeffiziente, klimaresiliente und nachhaltige Bauweisen erfordern. Der Klimawandel erfordert Maßnahmen wie die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und die Berücksichtigung von Klimarisiken. Die Digitalisierung erfordert den Einsatz neuer Technologien zur Optimierung des Bauprozesses sowie des Energie- und Ressourcenverbrauchs während der Errichtung und im Betrieb. Die zunehmende Urbanisierung erfordert eine intelligente Nutzung von Raum und Materialien sowie die Verknüpfung verschiedener Sektoren. Ein technologieoffener Ansatz in der Forschung ermöglicht zudem die Vorsorge für zukünftige Entwicklungen, indem er die Entwicklung verschiedener Technologieoptionen unterstützt und Handlungsspielraum schafft, um auf unvorhersehbare Veränderungen reagieren zu können. Zusätzlich fördern gezielte Forschungsaktivitäten die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis, um die Anwendung von Forschungsergebnissen in der Praxis zu erleichtern. Dies trägt dazu bei,

¹ IEA. International Energy Agency CO₂ Emissions in 2022; <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>

² M. Göllner: Nutzenergieanalyse Österreich 1993 bis 2021; Stand 09.12.2022; Statistik Austria im Auftrag des BMK; Wien, Dezember 2022; download unter: <https://www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/umwelt>

dass Forschungsergebnisse schneller und effektiver genutzt werden, um die oben genannten Ziele zu erreichen.

Im nachfolgenden wird auf die ökonomischen, ökologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen für Österreich, für die zeitnahe Lösungen erforderlich sind, näher eingegangen.

2.1 Ökonomische Herausforderungen

Die derzeitige Unsicherheit auf den Finanzmärkten erschwert die Beschaffung von Kapital für Bauprojekte. Die steigenden Zinsen stellen für Auftraggeber:innen eine große Herausforderung dar, wodurch viele Bauunternehmen Projektstornierungen und Umsatzrückgänge verzeichnen. Weiters hat der Konflikt in der Ukraine Auswirkungen auf die globalen Lieferketten der Bauindustrie, da auch die steigende Inflationsrate zu höheren Kosten für Materialbeschaffung und Logistik führt. Aufgrund der starken Kostensteigerungen und rückläufigen Entwicklungen im Wohnungsbau wird in Österreich und anderen Teilen Europas ein rückläufiges Wachstum im Baugewerbe erwartet, welches sich bereits durch Stornierungen und Verzögerungen der Bauprojekte abzeichnet. Die Anzahl der Baugenehmigungen für Wohnungen nimmt ab und viele Unternehmen haben mit volatilen Preisen, Problemen in den Lieferketten und Ressourcenknappheit zu kämpfen.

Teuerung, Abhängigkeiten

Der Ukrainekrieg hat die Abhängigkeit der EU von Energieimporten aus totalitären Staaten verdeutlicht. Österreich importierte knapp ein Jahr nach dem russischen Überfall auf die Ukraine wieder 70% seines Erdgases aus Russland. Im Jahr 2022 wurden Erdgasimporte im Wert von etwa 6,85 Milliarden Euro aus Russland getätigt, fast doppelt so viel wie im Jahr 2021³. Die Energiekosten stiegen infolge des Ukraine-Krieges stark an. Um Energiearmut zu verhindern, subventionieren viele EU-Staaten derzeit Strom und Gas mit Milliardenbeträgen aus dem Staatshaushalt. Die Kosten für die Strompreisbremse in Österreich übersteigen die gleichzeitig bereitgestellten Bundesfördermittel für Energiesparen und den Ausbau erneuerbarer Energien.

Finanzierungsbedarf

Auch die Finanzierung der thermischen Sanierung steht vor einer Herausforderung, da die Kosten trotz großzügiger Fördermöglichkeiten oftmals in keinem angemessenen Verhältnis zu den erzielten Einsparungen stehen. Obwohl die Energieeinsparungen den Bewohner:innen zugutekommen, sind höhere Mieten aufgrund langfristiger Mietverträge oft schwer umzusetzen. Darüber hinaus amortisiert sich die Investition in die Sanierung häufig nicht durch Einsparungen bei den Energiekosten. Insbesondere für Menschen mit niedrigem Einkommen, die häufig langfristige Mietverträge haben, wird die Situation weiter erschwert. Diese finanziellen Hindernisse behindern die Suche nach einer wirtschaftlichen Lösung für die thermische Sanierung.

2.2 Ökologische Herausforderungen

Klimawandel

³ Trendumkehr – Im Dezember kamen 71 Prozent der österreichischen Gasimporte aus Russland; der standard, Wien, 09.02.2022; download unter: <https://www.derstandard.at/story/2000143400694/im-dezember-kamen-71-prozent-der-oesterreichischen-gasimporte-aus-russland>

Der Klimawandel ist die weltweit größte ökologische, wirtschaftliche und soziale Herausforderung. Die österreichische Bundesregierung möchte bis spätestens 2040 die Klimaneutralität erreichen. Ein wichtiges Zwischenziel ist die Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent bis 2030. Alle Sektoren müssen zur vollständigen Dekarbonisierung des Energiesystems beitragen, wobei dem Gebäudesektor eine zentrale Rolle zukommt, da er für etwa 27 % des Endenergieverbrauchs in Österreich für Raumwärme, Warmwasser und Kühlung verantwortlich ist.

Um das Ziel der Klimaneutralität 2040 zu verwirklichen, sind umfangreiche Maßnahmen erforderlich. Restemissionen sollen innerhalb der physikalisch möglichen Grenzen durch Kohlenstoffspeicherung kompensiert werden. Um den Wohlstand und die Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Wirtschaft nicht zu gefährden, ist eine erhebliche Steigerung der Energieeffizienz in allen Bereichen der Energieumwandlung und -nutzung notwendig.

Dekarbonisierung und Elektrifizierung des Gebäudesektors

Für die Dekarbonisierung des Gebäudesektors ist eine deutliche Reduzierung des Energieverbrauchs unerlässlich. Eine Heizungsumstellung des Gebäudebestandes auf beispielsweise Wärmepumpen ohne vorherige Sanierung würde den winterlichen Strombedarf so stark erhöhen, dass er nur durch eine unrealistisch starke Ausweitung der erneuerbaren Energien, insbesondere der Windkraft, gedeckt werden könnte. Daher ist eine Steigerung sowohl der Sanierungsrate als auch der Sanierungsqualität eine zwingende Voraussetzung für den Übergang zu erneuerbaren Energien und die angestrebte Klimaneutralität.

Stagnierende Sanierungsraten

Das Erreichen der Klimaschutzziele hängt entscheidend davon ab, einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Dies erfordert differenzierte und neue Sanierungs- und Nutzungsstrategien für das Bauen insgesamt, einschließlich Neubau, Umbau, Modernisierung und Sanierung. Dabei spielt nicht nur das einzelne Gebäude als Energiequelle oder Speicher eine Rolle, sondern auch das Quartier mit innovativen Vernetzungskonzepten und sektorübergreifenden Ansätzen. Der Schwerpunkt liegt auf der klimaneutralen, bedarfsgerechten und kostengünstigen Entwicklung von Geschosswohnungsbauten. Ebenso sind Umnutzungs- oder Aktivierungskonzepte für Wohn- und Mischformen von Gewerbebauten von besonderem Interesse.

Ressourcenknappheit

Die zukünftige Herausforderung der Material- und Ressourcenknappheit im Bausektor wird immer mehr zu einer wachsenden Belastung für die Bauindustrie. Der steigende Bedarf an Baumaterialien aufgrund des Bevölkerungswachstums in Kombination mit der weltweiten Urbanisierung führt zu einer erhöhten Nachfrage nach begrenzten Ressourcen für den Bau. Gleichzeitig sind viele dieser Ressourcen nicht erneuerbar oder ihre Gewinnung ist mit erheblichen Umweltauswirkungen verbunden. Dies stellt die Baubranche vor die Herausforderung, nachhaltige Lösungsansätze zu entwickeln, wie effizientere Ressourcennutzung, Recycling, Nutzung von alternativen Materialien und Förderung der Kreislaufwirtschaft.

2.3 Soziale Herausforderungen

Demografischer Wandel

Angesichts der steigenden Lebenserwartung und des demografischen Wandels werden angepasste Wohnsituationen benötigt, um den Bedürfnissen älterer Menschen gerecht zu werden. Die Unterbringung aller älteren Menschen in Wohnheimen ist aus finanziellen Gründen nicht realisierbar. Daher ist es erforderlich, den vorhandenen Gebäudebestand mit Augenmaß barrierefrei und seniorengerecht umzugestalten, um älteren Menschen ein selbstbestimmtes Leben in ihren eigenen vier Wänden zu ermöglichen.

Gleichzeitig ist aufgrund des Bevölkerungswachstums und der steigenden Baupreise ein Trend zur Abwanderung in ländliche Gebiete zu beobachten. Dies kann verschiedene Gründe haben, wie beispielsweise eine bessere Lebensqualität, niedrigere Immobilienpreise und eine ruhigere Umgebung.

Arbeitskräftemangel

Die Erhöhung der Sanierungsrate und -qualität wird neben rechtlichen und finanziellen Hindernissen auch durch den Fachkräftemangel in der Bauwirtschaft behindert. Eine grobe Schätzung ergab, dass in Österreich bei einer Steigerung der Sanierungsrate der Gebäudehülle und der energetischen Sanierungsqualität ein Bedarf von 40.000 zusätzlichen Arbeitskräften entstehen würde. Allein wenn die Stadt Wien ihr ambitioniertes Ziel, gänzlich aus der fossilen Wärmeversorgung auszusteigen bis 2040 erreichen will, müssten täglich 75 Wohnungen auf zentrale Wärmeversorgung und erneuerbare Energien umgestellt werden.⁴

Energiearmut

Die steigenden Kosten für Energie belasten einkommensschwache Haushalte stark und verschlechtern ihre finanzielle Situation weiter. Ergänzend wird dies durch ineffiziente Gebäude die hohe Energiekosten verursachen und die Energiearmut somit weiter fördern. Eine Sanierung sowie der Übergang zu erneuerbaren Energien erfordern hohe Anfangsinvestitionen, die für jene Haushalte aber kaum zu bewältigen sind. Es ist daher wichtig, Strategien und Maßnahmen zu entwickeln, um diesen Problemen entgegenzuwirken und sicherzustellen, dass Bewohner:innen mit niedrigem Einkommen Zugang zu bezahlbarer und nachhaltiger Energie haben.

2.4 Zusammenfassung der Herausforderungen

Im nachfolgenden werden die wesentlichen Herausforderungen aus den drei Säulen Ökonomie, Ökologie und Soziales zusammengefasst:

Ökonomische Herausforderungen

- Preiserhöhungen bei Materialbeschaffung und stark gestiegene Logistikkosten in der Bauindustrie
 - Stagnierendes Baugewerbe in Österreich und Europa aufgrund hoher Baukostensteigerungen und Rückgang der Neubaugenehmigungen
-

⁴ <https://positionen.wienenergie.at/blog/raus-aus-gas-wiener-waerme-kaelte-2040/>

- Steigende Zinsen und volatile Preise führen zu Projektausfällen und Umsatzeinbußen für Bauunternehmen
- Ukraine-Krieg verdeutlicht die Abhängigkeit der EU von Energieimporten aus totalitären Staaten
- Steigende Energiekosten infolge des Ukraine-Krieges führen zur Subventionierung von Strom und Gas durch EU-Staaten
- Finanzierung der thermischen Sanierung steht vor Herausforderungen aufgrund hoher Kosten im Verhältnis zu Einsparungen

Ökologische Herausforderungen:

- Klimawandel als große ökologische, wirtschaftliche und soziale Herausforderung
- Notwendigkeit der Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor zur Erreichung der Klimaneutralität
- Stagnierende Sanierungsraten und geringe Sanierungsqualität erschweren die Dekarbonisierung des Gebäudesektors
- Eine hohe Sanierungsrate und -qualität sind Voraussetzungen für den Übergang zu erneuerbaren Energien und der Klimaneutralität
- Nachhaltige Lösungsansätze wie effiziente Ressourcennutzung, Recycling und Nutzung alternativer Materialien sind erforderlich
- Die Förderung der Kreislaufwirtschaft ist wichtig, um die Ressourcenknappheit zu bewältigen

Soziale Herausforderungen:

- Anpassung der Wohnsituationen an den demografischen Wandel und die Bedürfnisse älterer Menschen
- Arbeitskräftemangel in der Bauwirtschaft behindert die Erhöhung der Sanierungsrate und -qualität
- Steigende Energiekosten belasten einkommensschwache Haushalte und verschärfen ihre finanzielle Situation
- Übergang zu erneuerbaren Energien erfordert höhere Anfangsinvestitionen, die für einkommensschwache Haushalte schwer zu bewältigen sind
- Wohnsituation und ineffiziente Gebäude verstärken Energiearmut

3 Bautechnologien und Potenziale nach Anwendungsbereichen

Angesichts des intensiven Veränderungsdrucks in der Bauindustrie sind Lösungskonzepte gefragt, die den steigenden Baupreisen, dem Fachkräftemangel und den Materialengpässen entgegenwirken können. Dabei liegt der Fokus nicht nur auf Neubauten, sondern vor allem auf dem vorhandenen Gebäudebestand. Nachfolgend werden Technologien und Potenziale nach Anwendungsbereichen auf ihren zukünftigen F&E Bedarf hin untersucht. Dabei wurden Potentiale, Forschungsbedarf und die Innovationsziele identifiziert. Es wird im folgenden Kapitel aufgezeigt, welcher Forschungsbedarf in den Bereichen digitaler Technologien und Werkzeuge, Bauprozess und -innovation, Baumaterialien und Baustoffe, Sanierungstechnologien und -konzepte, Erneuerbare Energien und Gebäude-Netz-Interaktion, Technologien für Heizen und Kühlen sowie Robustheit und Resilienz besteht. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der wesentlichen F&E Themen aus zwei Stakeholder-Konsultationsworkshops, aufgeteilt in die 7 Themengebiete mit einer Bewertung nach (1) Innovationsgrad: Wie neu und originell ist die Innovation? Ist sie eine Weiterentwicklung bestehender Ideen oder ein völlig neues Konzept? (2) Effektmaximierung: Wie wichtig ist die Innovation für die Forschung oder für die Anwendung in der Praxis? Hat sie das Potenzial einen großen Einfluss auf die Gesellschaft oder die

Wissenschaft zu haben? (3) Technology Readiness Level (TRL) in den Kategorien: Orientierte Grundlagenforschung; Industrielle Forschung; Experimentelle Entwicklung; Markteinführung sowie (4) Sustainable Development Goals (SDGs): Hauptziel des F&E Themas im Bezug auf die SDGs:

Tabelle 01: Auflistung der F&E Themen aus den Konsultationsworkshops aufgeteilt in die 7 Themengebiete mit einer Bewertung

F&E Thema	Innovationsgrad	Effektmaximierung	Technology Readiness Level	Hauptziel SDGs
Digitale Technologien				
Künstliche Intelligenz (KI)	Hoch	Hoch	Grundlagenf.	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Digitaler Materialkatalog; materieller Gebäudepass	Hoch	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster
Generative Design	Hoch	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Intelligentes Energiemanagement im digitalen Zwilling	Mittel	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Digitale Stadträume	Hoch	Mittel	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Digitale Baubehörde	Mittel	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 16: Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen
BIM - Einheitliche Standards; Datenbanken	Mittel	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Digitale Beschaffungsplattformen/ Digitaler Marktplatz	Mittel	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster
Blockchain/ Peer to peer Energiehandel:	Gering	Mittel	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Prädikative Wartung und Fault Detection	Gering	Gering	Markteinführung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Bauprozess und -innovation				
Autonome Baustelle	Hoch	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Testlabore außerhalb der Norm - Sandboxes	Hoch	Mittel	Orientierte Grundlagenf.	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Generative Design	Hoch	Hoch	Markteinführung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Modularer und vorgefertigter Bau	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Lean Construction	Mittel	Mittel	Markteinführung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Bauprozesssimulationen	Mittel	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Mixed Reality im Bauprozess	Gering	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur

F&E Thema	Innovationsgrad	Effektmaximierung	Technology Readiness Level	Hauptziel SDGs
SMART-Design	Gering	Mittel	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Wearables im Arbeitsumfeld	Gering	Gering	Markteinführung	SDG 8: Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
Innovative Vertragsmodelle und rechtliche Rahmenbedingungen	Gering	Hoch	Markteinführung	SDG 16: Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen

Technologien für Heizen und Kühlen

Wärmepumpen in Gebäuden	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Energieaktive Fassadenelemente	Hoch	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Energieaktive Infrastrukturelemente und urbane Freiflächen	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Niedertemperatur Wärme-Kälteabgabesysteme	Mittel	Hoch	Industrielle Forschung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Energierückgewinnung und Abwärmenutzung	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Speicherintegration in Gebäuden	Mittel	Hoch	Industrielle Forschung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Dimensionierung von Niedertemperatur Heiz- und Kühlsystemen	Mittel	Hoch	Grundlagenf.	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Bauteilaktivierung	Mittel	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Tageslichtsysteme und effiziente Beleuchtung	Mittel	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Aktive und Passive Gebäudekühlung	Mittel	Hoch	Industrielle Forschung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Modulare Plug and Play Haustechniksystemkonzepte	Gering	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Hybride Heiz- und Kühlsysteme	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Lüftungssysteme in Gebäuden	Gering	Mittel	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Warmwasserbereitung / Trinkwassererwärmungsanl.	Mittel	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen

Baumaterialien und Baustoffe

Re-Use und Sekundärbaustoffe	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster
CO₂-reduktion Beton, Stahl und Ziegel	Mittel	Hoch	Industrielle Forschung	SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz
Nachwachsende Baustoffe und biogene Materialien	Mittel	Hoch	Industrielle Forschung	SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster
Hochleistungswärmedämmung	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz
Monolithische, hochwärmedämmende Wandsysteme	Mittel	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz

F&E Thema	Innovationsgrad	Effektmaximierung	Technology Readiness Level	Hauptziel SDGs
smarte Verglasungen und Verschattungssysteme	Hoch	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz
Nanotechnologie in Baumaterialien	Hoch	Mittel	Orientierte Grundlagenforschung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
3D-Druck	Mittel	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Dämmstoffrecycling	Mittel	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster
Gesundheitsfördernde Baumaterialien und Innenraumhygiene	Gering	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 3: Gesundheit und Wohlergehen
Low-Tech Lösungen am Bau	Mittel	Mittel	Markteinführung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Thermoelektrische Materialien	Mittel	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie

Sanierungstechnologien und Komponenten

Serielles Sanieren	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Innovative Finanzierungskonzepte	Gering	Hoch	Markteinführung	SDG 8: Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
Fassadenintegrierte Haustechniksysteme	Mittel	Mittel	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Nachverdichtung / Umnutzung	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Minimalinvasive Heizungsumstellung	Mittel	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Wärmewende im Bestand	Hoch	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Thermische Sanierung der Gebäudehülle	Mittel	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Portfoliomangement zur Dekarbonisierung großer Gebäudebestände	Gering	Mittel	Markteinführung	SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz
Nachrüsten von non-invasiver Monitoring-Messtechnik	Mittel	Gering	Experimentelle Entwicklung	SDG 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
Systemkonzepte für teilsanierte Gebäude	Gering	Hoch	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Leerstandsmanagement; Umnutzung	Gering	Hoch	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden

Erneuerbare Energien und Gebäude-Netz-Interaktion

Oberflächennahe Geothermienutzung in Gebäuden	Hoch	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Anergienetze	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Innovative Gebäudeenergiespeicher	Hoch	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie

F&E Thema	Innovationsgrad	Effektmaximierung	Technology Readiness Level	Hauptziel SDGs
Integrales Quartiersmanagement und Sektorkopplung	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Integration solarer Technologien	Mittel	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Netzdienlichkeit von Gebäuden	Mittel	Mittel	Industrielle Forschung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Grundwasserstrom als saisonaler Energiespeicher	Mittel	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
Energieflexibilität	Mittel	Mittel	Markteinführung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie
Vehicle-to-building	Gering	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 7: Bezahlbare und saubere Energie

Robustheit und Resilienz				
Robustheit	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Nature Based Solutions	Mittel	Mittel	Markteinführung	SDG 15: Leben an Land
Begrünte Gebäudehüllen	Mittel	Hoch	Markteinführung	SDG 15: Leben an Land
Wasserkreislauf im Gebäude	Mittel	Hoch	Experimentelle Entwicklung	SDG 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
Carbon capture in Gebäuden	Hoch	Hoch	Orientierte Grundlagenforschung	SDG 13: Maßnahmen zum Klimaschutz
Biodiversität, Animal Aided Design	Mittel	Mittel	Orientierte Grundlagenforschung	SDG 15: Leben an Land
Baulicher Legionellenschutz	Mittel	Hoch	Industrielle Forschung	SDG 6: Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
Entsiegelte Oberflächen	Gering	Hoch	Markteinführung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden
Mikroklima	Mittel	Mittel	Experimentelle Entwicklung	SDG 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden

In den nachfolgenden sieben Abschnitten werden die F&E-Themen mit den dazugehörigen Innovationszielen und Anwendungsfeldern im Detail erläutert. Aufgrund der Vielzahl an Themen und des breiten Themenspektrums kann eine solche Betrachtung niemals den Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Vielmehr spiegeln die Ergebnisse die Resultate der Konsultationsworkshops mit über 100 beteiligten Personen wider. Es werden F&E-Themenbereiche und potenzielle Anwendungsfelder beschrieben, in denen Innovation erforderlich ist. Dabei liegt der Fokus bewusst nicht auf konkreten Innovationen oder Lösungsansätzen.

3.1 Digitale Technologien und Werkzeuge

Digitale Technologien und Werkzeuge spielen eine wichtige Rolle bei der Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Kosteneinsparungen im Bauwesen. Sie ermöglichen im Idealfall eine präzise Optimierung und Steuerung von Bauprozessen im gesamten Lebenszyklus.

Wichtige FTI-Themen in diesem Bereich sind **Einheitliche Standards und Datenbanken**, insbesondere im Bereich **Building Information Modeling (BIM)**, die eine effiziente Zusammenarbeit und Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Akteur:innen ermöglichen. Neben der Einführung einer **digitalen Baubehörde**, die Effizienz und Transparenz bei behördlichen Genehmigungen erhöht sind **digitale Beschaffungsplattformen** und digitale Marktplätze, die den Zugang zu Bauprodukten und Dienstleistungen, wie digitale **Materialkataster** oder materieller Gebäudepässe können zur nachhaltigen Materialnutzung und Ressourcenmanagement beitragen. Bei all diesen Themenfeldern wird der **Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI)** zur Analyse großer Datenmengen und bei der Automatisierung von Prozessen als wichtiger Treiber gesehen. Im Gebäudebetrieb können durch KI gestützte **Prädiktive Wartung und Fault-Detection** Ausfälle und Störungen frühzeitig erkannt und vorbeugende Maßnahmen ergriffen werden. Als Grundlage dafür ermöglicht das Internet der Dinge (IoT) die Vernetzung von Geräten und Sensoren im Gebäude, was wiederum die Möglichkeit bietet, intelligentes Energiemanagement umzusetzen. Dabei gilt es **digitale Zwillinge von Gebäuden** weiterzuentwickeln, um eine **optimierte Steuerung von Energieflüssen** zu ermöglichen und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern.

Darüber hinaus können mit **generative Design-Tools Algorithmen** in der digitalen Planung automatisch alternative Entwurfsvarianten für Gebäude, Quartiere und Stadträume generiert und innovative Lösungen gefunden werden.





Ein weiterer wichtiger Aspekt sind neue Anwendungsfelder der **Blockchain-Technologie**, die in Verbindung mit **Peer-to-Peer-Energiehandel** die Möglichkeit einer dezentralen und transparenten Energieversorgung bietet. Im Bereich **Supply Chain Management** bereitet die Technologie Informationen über Bauprodukte und deren Herkunft und somit Transparenz und Rückverfolgbarkeit von Lieferketten.




Der Einsatz digitaler Technologien im Baubereich wird aber auch durch verschiedene Hemmnisse erschwert. Als Hauptgründe werden der Mangel an Fachkenntnissen und Fähigkeiten im Umgang mit diesen Technologien bei den Bauschaffenden genannt. Zudem sind die Kosten für die Einführung digitaler Technologien oft hoch durch Investitionen in Hard- und Software sowie Schulungen. Die komplexe Integration digitaler Technologien in bestehende Prozesse und Systeme stellt eine weitere Hürde dar. Neben Datenschutz- und Sicherheitsbedenken im Zusammenhang mit der Erfassung und Speicherung sensibler Daten, stoßen Veränderungen im Baubereich oft auf Widerstand, da sie etablierte Arbeitsweisen und die Unternehmenskultur verändern. Herausforderungen sind auch mangelnde Standardisierung und Koordination zwischen verschiedenen Akteur:innen und Gewerken sowie ein hoher Grad an Fragmentierung und eine hohe Komplexität.



Im Nachfolgenden werden die dazugehörigen F&E Themen mit Forschungsbedarf, sowie die dazugehörigen Innovationsziele und Anwendungsfelder, tabellarisch aufgelistet.

Forschungsbedarf und Innovationsziele

Tabelle 02: Digitale Technologien und Werkzeuge- F&E Themen

F&E Thema	Künstliche Intelligenz (KI)
Innovationsziele	Demonstration von KI-Methoden und -Algorithmen, um Daten zu analysieren und Gebäudeprozesse zu steuern, sowie die Integration von KI in Gebäudesysteme.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration von KI-Anwendung bei Planung, Bau- und Betrieb • KI-gestützte Gebäudeautomationssysteme zur Steuerung der Heizung, Lüftung und Klimaanlage (HLK) in Echtzeit mit Erfolgskontrolle im Realbetrieb • KI-basierte Prognosemodelle, um den zukünftigen Energiebedarf des Gebäudes zu berechnen und die Energieversorgung entsprechend anzupassen • KI-unterstützte Wartung und Instandhaltung, um Probleme im Gebäude frühzeitig zu erkennen und vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen • KI-gesteuerte Raumbelungs- und Lichtmanagementsysteme, um den Energieverbrauch zu reduzieren und die Beleuchtung den Nutzer:innen anzupassen • KI-basierte Analyse von Energie- und Betriebsdaten, um Einsparpotenziale zu identifizieren und Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen • KI-unterstützte Sicherheitssysteme, um Gefahrensituationen zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzuleiten • KI-gestützte Simulation von Gebäudeprozessen, um das Verhalten des Gebäudes unter verschiedenen Bedingungen vorherzusagen
F&E Thema	Digitaler Materialkatalog; materieller Gebäudepass
Innovationsziele	Ein digitaler Materialkatalog kann dabei helfen, den Überblick über Materialien in einem Gebäude zu behalten und eine nachhaltigere Materialnutzung zu ermöglichen. Zu den Problemstellungen zählen hierbei unter anderem unzureichende Transparenz bei Materialien und Abfall, sowie ineffiziente Materialnutzung.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Automatisierte Datenerfassung und -verarbeitung durch Sensorik und maschinelles Lernen • Entwicklung von standardisierten Datenaustauschformaten • Integration von Kreislaufwirtschaftsprinzipien in Materialkatalog-Software • Schaffung von Schnittstellen zu anderen digitalen Bauprozessen wie BIM (Building Information Modeling)
F&E Thema	Generative Design
Innovationsziele	Traditionelle Planungsmethoden sind zeitaufwendig und kostspielig und entsprechen nicht immer den Anforderungen an eine nachhaltige Bauweise. Durch den Einsatz von Generative Design und Digitale Variantensimulation können Planungsprozesse automatisiert werden, um schnellere, präzisere und nachhaltigere Ergebnisse zu erzielen. Einige der wichtigsten Problemstellungen im Zusammenhang mit dieser Technologie sind die Integration von BIM-Modellen, die Entwicklung von leistungsfähigen Algorithmen.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Algorithmen und Modellen zur automatisierten Generierung von Gebäudeentwürfen und -varianten • Erstellung von digitalen Modellen, die verschiedene Kriterien wie Energieeffizienz, Kosten und Nachhaltigkeit berücksichtigen • Einsatz von Machine Learning und KI, um die Qualität und Effizienz des Entwurfsprozesses zu verbessern • Entwicklung von Tools zur visuellen Darstellung von Entwürfen und Varianten, um Entscheidungsprozesse zu erleichtern • Erstellung von digitalen Prototypen und Simulationen, um die Gebäudeperformance in verschiedenen Szenarien zu testen und zu verbessern
F&E Thema	Intelligentes Energiemanagement im digitalen Zwilling
Innovationsziele	Durch eine optimierte Betriebsführung können bis zu 30 % des Gebäudeenergieverbrauchs eingespart werden. Schon geringinvestive Maßnahmen können zu Optimierungen und erheblichen Kostensenkungen führen. Die Notwendigkeit für die Entwicklung von digitalen Zwillingen im Gebäudebetrieb liegt in der Tatsache, dass Gebäude ein großer Energieverbraucher sind und oft nicht effizient betrieben werden. Auch die Integration von verschiedenen Systemen und Sensoren kann eine Herausforderung darstellen. Forschungs- und Entwicklungsziele für digitale Zwillinge im Gebäudebetrieb sind daher die Entwicklung von effektiven Methoden zur Datenerfassung, -verarbeitung und -analyse, die Integration von verschiedenen Systemen und Sensoren, die Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit sowie die Optimierung von Energieverbrauch, Betriebskosten und Komfort im Gebäudebetrieb.
	

Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung offener Standards für Protokolle und Schnittstellen • Entwicklung von Systemen zur intelligenten Steuerung von Beleuchtung, Heizung, Lüftung und anderen Aspekten des Gebäudebetriebs mit Hilfe von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen • Digitalisierung der Haustechnik für leistungsfähigere Regelung und automatisierte Anpassung unter Berücksichtigung von Wetter und Nutzer:innenverhalten • Digitale Service-Plattform zur Umsetzung eines mikrotransaktionsbasierten Energiehandels sowie weiterer Dienstleistungsangebote auf Quartiersebene • Innovative Monitoringmethoden wie beispielsweise Crowd Sensing • Datengetriebenes Infrastrukturmanagement • Entwicklung von innovativen Systemen zur intelligenten Steuerung des Energieverbrauchs in Gebäuden und Quartieren • Integration von erneuerbaren Energien in das Energiemanagement • Implementierung von Machine-Learning-Algorithmen zur Optimierung des Energieverbrauchs • Entwicklung von Smart-Grid-Lösungen zur intelligenten Vernetzung von Energieerzeugern und -verbrauchern • Entwicklung von Blockchain-Lösungen zur sicheren Abrechnung von Energie-Transaktionen • Implementierung von künstlicher Intelligenz zur Energieprognose und zur Vorhersage von Störungen im Netz
F&E Thema	Digitale Stadträume
Innovationsziele	Die Digitalisierung der Stadt- und Raumplanung bietet die Möglichkeit, die Entwicklung und Gestaltung von Städten und Regionen effizienter, nachhaltiger und partizipativer zu gestalten.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Plattformen für Bürger:innenbeteiligung und Abstimmung • 3D-Visualisierung von Planungsprozessen und Stadtmodellen • Augmented und Virtual Reality Technologien für Planung und Design • Smart City Lösungen zur Optimierung von Energie- und Ressourcenverbrauch • Nutzung von Big Data und Geoinformationssystemen für Analysen und Entscheidungen • Digital gestützte Kooperation und Kommunikation zwischen verschiedenen Akteur:innen und Stakeholdern • Identifikation von Hitzeinseln • Bodenanalyse
F&E Thema	Digitale Baubehörde
Innovationsziele	Die digitale Baubehörde bezieht sich auf den Einsatz von digitalen Technologien, um die Genehmigungsverfahren für Bauprojekte zu beschleunigen und zu vereinfachen. Die Notwendigkeit für die digitale Baubehörde ergibt sich aus der Tatsache, dass derzeitige Genehmigungsverfahren häufig komplex und langwierig sind und oft zu Verzögerungen und Kostensteigerungen führen.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung von automatisierten Genehmigungsprozessen, die auf Standards und Vorschriften basieren • Einsatz von Virtual Reality und Augmented Reality für die Planung und Überprüfung von Bauprojekten • Verwendung von Künstlicher Intelligenz zur Vorhersage von möglichen Baufehlern und Optimierung von Bauprozessen • Einsatz von Technologie zur sicheren und transparenten Speicherung von Bauplänen und -genehmigungen • Entwicklung von webbasierten Plattformen für die Zusammenarbeit von Baubeteiligten und den Austausch von Dokumenten und Informationen • Maßgeschneiderte Schulungen und Trainings für Behörden
F&E Thema	BIM - Einheitliche Standards; Datenbanken
Innovationsziele	Die Problemstellung besteht darin, dass die Implementierung von BIM in der Baubranche noch nicht flächendeckend erfolgt ist und es Herausforderungen bei der Zusammenarbeit und Datenintegration wie beispielsweise fehlende einheitliche Standards und fragmentierte Datenbanken gibt
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Entwicklung weiterer einheitlicher Standards und Vorschriften für die Verwendung von BIM in der Planung, dem Bau und der Verwaltung von Gebäuden • Die Integration von BIM in andere Systeme, wie beispielsweise Facility-Management-Systeme • Neue Prozesse und Abläufe mit BIM als gemeinsamer Datenbasis • Die Entwicklung von Technologien zur Verbesserung der Interoperabilität und Zusammenarbeit zwischen verschiedenen BIM-Tools und -Anwendungen • Niederschwelliger Zugang zu BIM für alle Akteur:innen im Baubereich • Zusammenführen von offenen Schnittstellen, Rechtsmanagement und Verknüpfung mit öffentlichen Daten, Open Data • BIM-Schnittstellen zur Stadt- und Raumplanung sowie zu Infrastruktur; Straßen und Tiefbau • Verbesserte Workflows für die digitale Bestandsaufnahme : SCAN to BIM • BIM basierte Bauteilkataloge mit Bezug zur Leistungs-Beschreibung Hochbau (LBHB) • BIM Schnittstellen zur autonomen Fertigung
F&E Thema	Digitale Beschaffungsplattformen/ Digitaler Marktplatz

Innovationsziele	Die Digitalisierung der Beschaffung kann dabei helfen, Prozesse zu automatisieren, Transparenz zu schaffen und Kosten zu reduzieren. Durch Digitale Marktplätze können Angebot und Nachfrage zusammengebracht werden, um Prozesse zu vereinfachen. Die Problemstellung besteht darin, geeignete Plattformen zu finden, die den individuellen Anforderungen und Bedürfnissen gerecht werden und eine Integration in bestehende Systeme ermöglichen.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Plattform, die Anbieter von Produkten und Dienstleistungen mit möglichen Käufern zusammen bringt (beispielsweise Re-Use Marktplatz; One-Stop Shop) • Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und maschinellem Lernen zur Integration von Blockchain-Technologie zur Verbesserung der Transparenz und Sicherheit von Beschaffungsprozessen • Schaffung von digitalen Marktplätzen für den Handel mit Gebäudekomponenten und -materialien • Entwicklung von Online-Plattformen für die Vermittlung von Dienstleistungen wie Gebäudereinigung und -wartung • Einsatz von Big Data Analytics zur Optimierung von Beschaffungsprozessen und der Lieferkette • Entwicklung von E-Procurement-Lösungen, die die Beschaffung von Waren und Dienstleistungen komplett digitalisiert
F&E Thema Blockchain/ Peer to peer Energiehandel:	
Innovationsziele	Die Blockchain-Technologie ermöglicht eine direkte Interaktion zwischen den Energieerzeugern und Verbrauchern, wodurch der Bedarf an Mittelsmännern reduziert werden kann. Ein wesentliches Problem der dezentralen Energieversorgung besteht darin, dass die Erzeugung von erneuerbaren Energien unvorhersehbar und schwierig zu steuern ist. In diesem Zusammenhang können Blockchain-basierte Smart Contracts dazu beitragen, den Energiefluss zu regulieren und das Energiesystem zu stabilisieren.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementierung von Blockchain-Technologie in bestehenden Energieversorgungssystemen • Entwicklung von Energie-Ökosystemen auf Basis von Blockchain-Technologie • Integration von IoT-Technologie zur Erfassung von Energieflüssen und zur automatischen Steuerung des Energiehandels • Einsatz von Künstlicher Intelligenz zur Prognose der Energieerzeugung und des Energiebedarfs
F&E Thema Prädikative Wartung und Fault Detection	
Innovationsziele	Die prädikative Wartung und Fault Detection in Gebäuden ist ein wichtiger Bestandteil der Smart Building-Technologie und zielt darauf ab, potenzielle Probleme und Störungen in Komponenten und Gebäudeanlagen frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Die kontinuierliche Überwachung von Daten und der Einsatz von intelligenten Algorithmen zur Analyse und Vorhersage von Ausfallzeiten ermöglicht es, Reparaturen und Wartungen gezielt durchzuführen, bevor es zu Ausfällen kommt.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Algorithmen zur kontinuierlichen Überwachung von Einzelkomponenten und Systemen in Echtzeit • Verbesserung der Sensorik und Datenerfassung, um genaue Daten für die Analyse bereitzustellen • Entwicklung von Machine-Learning-Modellen, die Muster erkennen und Vorhersagen für kritische Infrastruktur und Komponenten treffen können. • Integration von Augmented-Reality- und Virtual-Reality-Technologien, um den Wartungsprozess zu optimieren • Entwicklung von Fernüberwachungssystemen, um Probleme aus der Ferne zu erkennen und zu lösen

3.2 Bauprozess und -innovation

Bauprozessinnovationen haben das große Potenzial, Zeit und Kosten einzusparen und gleichzeitig die Effizienz zu steigern. Es existieren vielfältige Wege zur Innovationsförderung im Bauprozess, sei es durch die Einführung neuer Materialien und Bauverfahren oder die Implementierung digitaler Technologien zur Prozessoptimierung. Eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Planer:innen, Architekt:innen, Bauunternehmen und anderen beteiligten Parteien ist von zentraler Bedeutung, um Engpässe und Missverständnisse zu vermeiden und einen reibungsloseren Bauprozess zu gewährleisten. Durch den **Einsatz von Robotern und KI-gesteuerten Maschinen** können die Bauabläufe noch effizienter gestaltet werden. Zudem bieten **modulare Konstruktionen und vorgefertigte Elemente** die Möglichkeit, den Bauvorgang zu beschleunigen und Fehler zu minimieren. Des Weiteren spielen Kosteneinsparungen und Vereinfachungen in den Bereichen Planung, Genehmigung und Bauabläufe, insbesondere in Bezug auf Normen und Standards, eine herausragende Rolle. Eine sorgfältige Prüfung rechtlicher Rahmenbedingungen ist für zukünftige F&E Aktivitäten in diesem Bereich genauso erforderlich wie die Berücksichtigung neuer wirtschaftlicher Betrachtungsweisen, die sowohl

Lebenszykluskosten als auch Klimaauswirkungen einbeziehen. Zudem braucht es **neue Kooperationsmodelle zwischen den am Planungs- und Bauprozess beteiligten Parteien** wie die Integrierte Projektabwicklung oder Allianzmodelle. Dabei können **Testlabore außerhalb der Norm** und **experimentelle Zulassungen** die Erprobung neuer Materialien, Technologien und Prozesse ermöglichen. Die **Automatisierung von Bauprozessen** trägt zur Effizienzsteigerung und zur Reduzierung von menschlichen Fehlern bei. Vor allem der künftige **Einsatz von Robotik im Bauprozess** ermöglicht präzise und effiziente Arbeiten, insbesondere bei repetitiven oder gefährlichen Aufgaben. Einen Schritt weiter gehen **Lean Construction-Prinzipien**, die auf Verschwendungs-beseitigung und kontinuierliche Verbesserung abzielen. **Circular-Construction-Konzepte** fördern ergänzend die Wiederverwendung von Baumaterialien und die Schaffung nachhaltiger Bauprozesse. Der **modulare und vorgefertigte Bau** ermöglicht eine schnellere und kostengünstigere Errichtung von Gebäuden. **Bauprozesssimulationen** unterstützen die Planung und Optimierung von Bauabläufen und können zur Reduzierung von Risiken beitragen. Dabei ermöglichen **Mixed Reality Anwendungen** die virtuelle Darstellung und Überlagerung von Informationen.





Im Nachfolgenden werden die dazugehörigen F&E Themen mit Forschungsbedarf, sowie die dazugehörigen Innovationsziele und Anwendungsfelder, tabellarisch aufgelistet.

Forschungsbedarf und Innovationsziele

Tabelle 03: Bauprozess und -innovation- F&E Themen

F&E Thema	Autonome Baustelle
Innovationsziele	Aufbauend auf der digitalen Planung und Simulation ist es das Ziel den gesamten Bauablauf automatisiert durch sensorgesteuerte Maschinen und Roboter zu bewerkstelligen. Ziel ist es, menschliche Arbeitskräfte zu entlasten, Fehler zu minimieren und die Produktivität und Wirtschaftlichkeit von Bauprojekten zu steigern.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstrationsprojekte für intelligente Maschinen im Bauablauf und robotergestützte Bauausführung • IoT zur Unterstützung des Bauablaufs • Robotisierte Baumaschinensteuerung: Verwendung von 3D-Modellen und Sensoren zur Steuerung von Baumaschinen • Durchführung diverser Bauarbeiten (z.B. Mauern/Malen) durch Roboter in Folge digitaler Planung • Automatisierte Verarbeitung von Baumaterialien: Verwendung von Robotern und automatisierten Systemen zur Verarbeitung von Materialien wie Beton, Stahl und Holz • Digitalisierte Prozesssteuerung: Verwendung von Software zur Planung, Überwachung und Steuerung von Bauprozessen • Erarbeitung und Umsetzung von Konzepten zur automatisierten Fertigung für Komponenten und Systeme • Sicherstellen der Qualitätsanforderungen auf allen Stufen zur Erhöhung der Fertigungskapazitäten • Technische Vorarbeiten für die Entwicklung von Normen und Standards
F&E Thema	Testlabore außerhalb der Norm - Sandboxes
Innovationsziele	Testlabore außerhalb der Norm und experimentelle Zulassung von neuen innovativen Lösungen im Baubereich ermöglichen es neue Technologien und Materialien schneller und effektiver zu entwickeln und zu validieren, indem sie außerhalb der regulären Normen und Standards getestet werden. Ziel ist es, experimentelle Zulassungsverfahren und Testlabore zu etablieren, um die Einführung neuer Lösungen zu beschleunigen und die Innovationsfähigkeit der Branche zu stärken.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von innovativen Baumaterialien und Baukonstruktionen, die nicht den üblichen Standards entsprechen und eine experimentelle Zulassung erfordern • Aufbau von Testlaboren außerhalb der Norm (teilw. auch rechtlichen Rahmenbedingungen), um innovative Technologien auf ihre Sicherheit und Qualität zu überprüfen • Durchführung von Versuchen und Tests in speziell dafür konzipierten Testumgebungen • Etablierung von Kriterien und Richtlinien für die Zulassung und den Einsatz von innovativen Systemlösungskonzepten • Aufbau von Reallaboren und Sandboxes

F&E Thema	Generative Design
Innovationsziele	Generative Design im Baubereich optimiert die Planung und Konstruktion von Gebäuden und Infrastruktur mithilfe von Algorithmen und künstlicher Intelligenz. Ziel ist es, durch die automatisierte Generierung von Entwürfen und Konstruktionen effizientere, ressourcenschonendere und kostengünstigere Lösungen zu finden, die den Anforderungen und Bedürfnissen der Nutzer:innen und der Umwelt gerecht werden. Parametrisches Design: Durch die Verwendung von Algorithmen und Parametern können Modelle automatisch erzeugt und angepasst werden, um bestimmte Anforderungen zu erfüllen.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Topologieoptimierung: Durch die Analyse von Belastungs- und Materialdaten kann das Design von Strukturen und Komponenten optimiert werden, um Material und Gewicht zu sparen und die Leistung zu maximieren • Formoptimierung: Die Form von Objekten kann optimiert werden, um bestimmte Funktionen zu erfüllen, wie z.B. Aerodynamik, Energieeffizienz oder Ästhetik • Evolutionsalgorithmen: Durch die Simulation von natürlicher Selektion und evolutionären Prozessen können optimale Lösungen für komplexe Designprobleme gefunden werden, die manuell schwer zu erreichen wären • Generative Design für das Anwendungsfeld der technischen Gebäudeausrüstung und erneuerbare Energieversorgung
F&E Thema	Modularer und vorgefertigter Bau
Innovationsziele	F&E Aktivitäten zur Optimierung des Bauprozesses für modulare und vorgefertigte Bauteile zielen darauf ab, die Produktion und Montage von Bauteilen in Fabriken zu optimieren, um die Effizienz und Qualität der Bauprozesse zu steigern und die Bauzeit zu verkürzen. Hierbei können auch neue Technologien wie 3D-Druck und digitale Planungswerkzeuge eingesetzt werden, um eine höhere Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Bauanforderungen zu ermöglichen.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Fertigung von vorgefertigten Bauteilen in Fabriken • Einsatz von modularen Bausystemen • Reduktion von Baustellenzeit und -kosten • Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Standorte und Bedürfnisse
F&E Thema	Lean Construction
Innovationsziele	Lean Construction im Bausektor beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Technologien und Prozesse, um die Effizienz, Produktivität und Qualität der Bauprozesse weiter zu verbessern. Dazu gehören beispielsweise die Automatisierung von Bauprozessen, die Verwendung von Datenanalyse zur Identifizierung von Engpässen und die Integration von digitalen Werkzeugen in die Planung und Ausführung von Bauprojekten.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Pull-Planung: Planung der Bauaktivitäten basierend auf der tatsächlichen Nachfrage und ohne Verschwendung von Ressourcen • Last Planner System: Ein System zur Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten und zur Vermeidung von Engpässen • Kanban-Prinzipien: Ein System zur Verbesserung des Materialflusses und zur Vermeidung von Lagerbeständen • 5S-Methode: Eine Methode zur Verbesserung der Arbeitsplatzorganisation und zur Vermeidung von Verschwendung und Fehlerquellen
F&E Thema	Bauprozesssimulationen
Innovationsziele	Bauprozesssimulation ermöglicht es mittels digitaler Modelle Simulationen zu entwickeln, die die Planung, Überwachung und Optimierung von Bauprozessen erleichtern. Ziel ist es, die Effizienz und Qualität der Bauprozesse zu maximieren, Fehler zu vermeiden und die Kosten zu minimieren, indem potenzielle Probleme und Engpässe frühzeitig identifiziert und behoben werden können.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Digitale Planung und Simulation von Bauabläufen mithilfe von 3D-Modellen • Optimierung von Bauabläufen, Ressourceneinsatz und Terminplanung • Visualisierung und Analyse von Bauabläufen für eine bessere Entscheidungsfindung
F&E Thema	Mixed Reality im Bauprozess
Innovationsziele	Mixed Reality im Baubereich kann die Planung, Konstruktion und Instandhaltung von Gebäuden und Infrastruktur mithilfe von Augmented und Virtual Reality-Technologien unterstützen. Ziel ist es, durch die Visualisierung und Simulation von Bauabläufen und -prozessen eine höhere Genauigkeit, Effizienz und Sicherheit zu erreichen und den Kommunikations- und Entscheidungsprozess zwischen den beteiligten Akteur:innen zu verbessern.

Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von virtuellen Bauplänen und Baustellenlayouts • Visualisierung von komplexen Gebäudedetails in 3D • Überlagerung von realen und virtuellen Objekten zur Fehlererkennung und Qualitätskontrolle • Schulung von Arbeitern und Arbeitssicherheitstraining durch Simulation von Gefahrensituationen und Trainingsmöglichkeiten in einer virtuellen Umgebung • Mixed Reality in Planung; Bestandsaufnahme; Instandhaltung und zur Visualisierung von Komfort und Energie
F&E Thema	SMART-Design
Innovationsziele	<p>"SMART-Design" befasst sich mit der Standardisierung und Reduktion der Komplexität im Baubereich. "SMART-Design" will Bauprozesse vereinfachen und standardisieren, um eine höhere Effizienz und Qualität zu erreichen und die Kosten zu senken. Hierbei können auch neue Technologien wie Building Information Modeling (BIM) und digitale Planungswerkzeuge eingesetzt werden, um die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen den beteiligten Akteur:innen zu verbessern und die Fehlerquote zu minimieren.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Entwicklung von standardisierten Prozessen für Bauprojekte, um Kosten und Zeit zu reduzieren und die Effizienz zu erhöhen • Verwendung von standardisierten Bauelementen und -systemen, um die Kompatibilität und Flexibilität zu verbessern und die Anzahl der benötigten Einzelteile zu reduzieren • Standardisierung von Planungsprozessen und Dokumentation, um Fehler und Missverständnisse zu minimieren und die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten zu erleichtern • Datendurchgängigkeit durch SmartDesign über den gesamten Lebenszyklus
F&E Thema	Wearables im Arbeitsumfeld
Innovationsziele	<p>Wearables im Arbeitsumfeld der Baustelle können die Gesundheit und Sicherheit der Bauarbeiter:innen verbessern. Weiters kann die Effizienz von Arbeitsprozessen durch automatische Standorterfassung durch Sensoren gesteigert werden. Ziel ist es, Echtzeit-Informationen über die körperliche Belastung, den Standort und die Aktivitäten von Arbeitnehmern zu sammeln, um die Arbeitsbedingungen zu optimieren, Unfälle zu vermeiden und die Gesundheit der Mitarbeiter zu schützen.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Smarte Helme, die Informationen über Arbeitsaufgaben oder Gefahren direkt auf das Display im Helm projizieren • Smarte Handschuhe, die mithilfe von Sensoren den Griff und Druck messen und so den Prozess optimieren können • Exoskelette, die die körperliche Belastung reduzieren und so Ermüdung und Verletzungen verhindern • Konzepterstellung für Wearables unter Berücksichtigung der sozialen Akzeptanz und Privatsphäre der Arbeiter:innen
F&E Thema	Innovative Vertragsmodelle und rechtliche Rahmenbedingungen
Innovationsziele	<p>Um Innovationen im Bauprozess voranzutreiben bzw. zu ermöglichen, bedarf es innovativer Vertragsmodelle, die dementsprechende rechtliche Rahmenbedingungen schaffen, die flexibel und anpassungsfähig sind, um den spezifischen Anforderungen und Zielsetzungen von innovativen Gebäudeprojekten gerecht zu werden.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Allianzverträge ; Value Engineering • Neue Vertragsmodelle, die eine verstärkte Zusammenarbeit und Integration unterschiedlicher Akteur:innen im Bauprozess ermöglichen • Entwicklung von Vertragsmodellen, die Anreize für energieeffizientes Bauen und den Einsatz erneuerbarer Energien bieten • Schaffung flexibler Vertragsstrukturen, um innovative Bautechnologien und -materialien zu unterstützen • Berücksichtigung von Lebenszykluskosten und Betriebsaspekten in den Vertragsmodellen • Vertragsmodelle, die die Nutzung von digitalen Technologien und datenbasierten Ansätzen ermöglichen

3.3 Baumaterialien und Baustoffe

Im Themenfeld "Baumaterialien und Baustoffe" wird nach Ansätzen gesucht, die einen signifikanten Beitrag zur Reduzierung von umweltschädlichen Emissionen leisten können. Die Weiterentwicklung und Anwendung neuer Baumaterialien und Baustoffe erfordert jedoch eine umfangreiche Forschung, technologische Innovationen und die Überwindung von Herausforderungen wie Kosten, Herstellungstechniken, Normen und Zertifizierungen, um nachhaltige, leistungsstarke und gesundheitsfördernde Bauweisen zu ermöglichen. Um den CO₂-Ausstoß im Bausektor konsequent zu

reduzieren, ist eine umfassende Analyse der Kohlendioxidemissionen von Gebäuden über den gesamten Lebenszyklus hinweg notwendig. Dieser ganzheitliche Ansatz umfasst den Entwurf, die Materialproduktion, den Bauprozess selbst, die Nutzung der Anlagen, Wartung und Rückbau sowie das Recycling und die Wiederverwendung von Materialien. Sowohl beim Umbau als auch beim Neubau und Gebäudebetrieb ist es wichtig, Ressourcen effizient einzusetzen, um möglichst große Mengen an klimaschädlichen Emissionen einzusparen oder Kohlenstoff zu binden. Dafür müssen bestehende **Bewertungsgrundlagen** angepasst und in die Bauprozesse integriert werden. Es ist auch entscheidend, verstärkt an **zirkulären Bauweisen** zu arbeiten, die einen effizienten Ressourceneinsatz fördern, verantwortungsvolle Materialgewinnung unterstützen, nachwachsende Materialien verwenden und Abfall minimieren. Die **Wiederverwendung von vorhandener Bausubstanz** sowie der **Einsatz von Sekundärstoffen und Rezyklaten** sollten sowohl beim Neubau als auch bei Sanierungen stärker berücksichtigt werden. Zudem sind **Ansätze zur Flächenschonung und innovative Nutzungskonzepte** erforderlich. Die Nutzung digitaler Vernetzungs- und Rückverfolgungsmethoden sowie der Ausbau regionaler Ressourcensysteme können ebenfalls einen Beitrag zur Innovationslandschaft leisten. Dabei sollten auch die Auswirkungen auf die Wertschöpfungsketten in der Bau- und Immobilienbranche beachtet werden. Vor allem die Nutzung von **Re-Use und Sekundärbaustoffen** trägt im Bauwesen zur Reduzierung von Abfall und Ressourcenverschwendung bei, indem bereits vorhandene Materialien wiederverwendet werden. Im Neubau ist die **CO₂-Reduktion bei Beton, Ziegel und Stahl** eine Herausforderung, die durch die Entwicklung von klimafreundlicheren Herstellungsverfahren und den Einsatz von alternativen Bindemitteln und Legierungen angegangen werden kann. **Nachwachsende Baustoffe und biogene Materialien** bieten eine nachhaltige Alternative zu konventionellen Baumaterialien und tragen, wenn kaskadisch genutzt, zur CO₂-Speicherung bei. In der Gebäudehülle haben **Hochleistungswärmedämmung** und **hocheffiziente Fenster und Gläser** das Potential, bei geringerem Materialeinsatz, den Energiebedarf für Heizung und Kühlung weiter zu reduzieren. **Innovativer Materialverbund und Rezyklierbarkeit** bieten die Chance, nachhaltige und zugleich leistungsstarke Materialien zu entwickeln. Es braucht auch neue Innovationen in der Trennbarkeit und im **Recycling von Dämmstoffen** zur Minimierung von Abfall. Gesundheitsfördernde Baumaterialien tragen zur Verbesserung der Innenraumluftqualität und des Wohlbefindens der Bewohner:innen bei.





Auch die Entwicklung von **intelligenten Verglasungen, Verschattungssystemen und smarten Fenstern**, die ihre Eigenschaften an die Umgebung anpassen können, haben großes Potential die Möglichkeit, den Energieverbrauch in Gebäuden für Kühlung und Beleuchtung zu reduzieren und den Komfort zu verbessern. Der **Einsatz von Nanotechnologie** in Baumaterialien ermöglicht verbesserte Eigenschaften wie Festigkeit, Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit. **3D-Druck** eröffnet neue Möglichkeiten für die maßgeschneiderte und ressourceneffiziente Herstellung von Bauteilen. **Thermoelektrische Materialien** ermöglichen die Umwandlung von Temperaturunterschieden in elektrische Energie.






Im Nachfolgenden werden die dazugehörigen F&E Themen mit Forschungsbedarf, sowie die dazugehörigen Innovationsziele und Anwendungsfelder, tabellarisch aufgelistet.

Forschungsbedarf und Innovationsziele

Tabelle 04: Baumaterialien und Baustoffe - F&E Themen

F&E Thema	Re-Use und Sekundärbaustoffe
Innovationsziele	Im Baubereich entsteht eine erhebliche Menge an Abfall und Müll. Es ist es notwendig, den Einsatz von Sekundärbaustoffen und das Recycling von Baumaterialien zu erhöhen. Hierbei können Re-Use-Prinzipien und eine verstärkte Nutzung von Sekundärbaustoffen einen wichtigen Beitrag leisten. Zudem können durch die Wiederverwendung von Baustoffen sowohl Kosten als auch die Emissionen, die bei der Herstellung von neuen Materialien entstehen, reduziert werden.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Gebäudekonzepte für Re-Use, Wiederverwendung und Recycling von Baustoffen (Unterscheidung Recycling/Reuse/Upcycling) • Untersuchung von realistischen Recyclingquoten/Materialien für Gebäudetypen • Zerstörungsfreie Prüfverfahren für Bauteile • Re-Use von Bauteilen (rechtlicher Rahmen, Zuständigkeiten, Daten, Prüfbarkeit etc.) • Adaptierung von Prüfmethoden • Wiederverwendung von Mikroplastik im Bauwesen • Aufbau von Re-Use Datenbanken; Katalogisierung und Standards • Umsetzung eines Hauses aus Abfall: 100% Recycling/Re-Use Demonstrationsgebäude • Entwicklung von Technologien zur effektiven Trennung und Aufbereitung von Abfall- und Baumaterialien • Entwicklung von Verbindungs- und Befestigungssystemen, die eine einfache Demontage und Wiederverwendung ermöglichen • Nachweisverfahren der Baustoffe hinsichtlich Regionalität
F&E Thema	CO2-Reduktion Beton, Stahl und Ziegel
Innovationsziele	Die Reduktion von CO2-Emissionen im Baubereich ist ein wichtiges Ziel im Rahmen des Klimaschutzes. Beton und Stahl gehören zu den wichtigsten Baumaterialien in der Bauindustrie und sind verantwortlich für einen beträchtlichen Anteil der CO2-Emissionen.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Performanceorientierte Betone: Reduktion des Zementanteils im Beton durch den Einsatz von Zuschlagstoffen oder anderen Bindemitteln • Recarbonatisierung • Untersuchung der Dauerhaftigkeitseigenschaften neuer Bindemittel • optimierte Konstruktionen/moderne Bemessungen (digital) • Entwicklung von neuen Herstellungsmethoden mit geringerem Energieverbrauch und somit reduzierten CO2-Emissionen • Nutzung von erneuerbaren Energiequellen in der Produktion von Beton und Stahl • Verwendung von CO2 als Rohstoff in der Betonproduktion
F&E Thema	Nachwachsende Baustoffe und biogene Materialien
Innovationsziele	Die Verwendung nachwachsender Baustoffe und biogener Materialien im Bauwesen ist aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe und des wachsenden Bedarfs an nachhaltigen und klimafreundlichen Alternativen von großer Bedeutung.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung neuer nachhaltiger Baustoffe und Materialien aus biogenen Rohstoffen • Laubholzforschung und alternative Holzarten • Effiziente Nutzung von Koppelprodukten in der Hochbauindustrie • Biobasierte Bindemittel und Klebstoffe • Entwicklung von nachhaltigen Bauweisen und Konstruktionen mit nachwachsenden Baustoffen • Untersuchung und Optimierung von Produktions- und Verarbeitungsprozessen • Entwicklung von Ersatzstoffen für konventionelle Baustoffe wie Beton und Kunststoffe • Entwicklung von Hochleistungsdämmstoffen auf Basis von nachwachsenden Rohstoffen oder biogenen Abfällen • Untersuchungen über Langlebigkeit und Feuchtebeständigkeit
F&E Thema	Hochleistungswärmedämmung
Innovationsziele	Die Notwendigkeit von Hochleistungswärmedämmung ergibt sich aus dem Ziel der Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO2-Emissionen im Gebäudesektor.

Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Marktfähige Hochleistungswärmedämmungen • Dämmmaterialien und -systeme für die kostengünstige Sanierung von Altbauten (z.B. Dämmputze) • Erforschung von Dämmstoffen mit langer Lebensdauer und geringem Alterungsprozess • Entwicklung von Systemen zur Überwachung und Bewertung der Wärmedämmleistung von Gebäuden • Untersuchung der Langzeitbeständigkeit von Wärmedämmmaterialien • Entwicklung von neuen Konzepten zur Integration von Wärmedämmung in die Gebäudearchitektur • Entwicklung von Materialien mit geringerer Umweltbelastung bei der Produktion und Entsorgung • Erforschung neuer Technologien zur Verringerung der Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen
F&E Thema	Monolithische, hochwärmedämmende Wandsysteme
Innovationsziele	<p>Monolithische/einschalige Wandsysteme sind eine Besonderheit im Ziegel-Mauerwerksbau und ein Baustoff, der in einer Schicht alle Eigenschaften (Statik, Feuerwiderstand, Schallschutz, Feuchteschutz,...) integriert. Die Problemstellung besteht darin, effiziente und nachhaltige Wandsysteme zu entwickeln, die den heutigen Anforderungen an Energieeffizienz, Baugeschwindigkeit und ökologischer Verträglichkeit gerecht werden.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von faserverstärkten Verbundwerkstoffen für verbesserte Festigkeit und Haltbarkeit • Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften und Energieeffizienz monolithischer Wände • Untersuchung den bauphysikalischen (Schall- und Wärmeschutz) und statischen Eigenschaften neuer monolithischer Wandsysteme aus Dämmbeton, Holz oder Ziegel • Entwicklung von Methoden zur Integration von Versorgungsleitungen in einschalige Wände • Erarbeitung von bauphysikalisch geprüften Standarddetailösungen
F&E Thema	Smarte Verglasungen und Verschattungssysteme
Innovationsziele	<p>Herkömmliche Verschattungssysteme sind oft nicht flexibel genug, um sich an die wechselnden Bedingungen anzupassen. Es besteht ein Bedarf an innovativen Verschattungs- und Verglasungssystemen, die sich automatisch anpassen und gleichzeitig ästhetisch ansprechend sind. Entwicklung von intelligenten Verglasungen und Fenstern, die einen effektiven Wärme- und Sonnenschutz bieten und gleichzeitig die natürliche Beleuchtung und Belüftung von Innenräumen unterstützen.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von smarten Verglasungen, die sich automatisch anpassen können • Einsatz von Materialien mit hoher Reflektivität und Wärmereduktionseigenschaften für die Beschichtung der Verschattungssysteme. • Integration von Photovoltaikzellen in die Verschattungssysteme zur Stromerzeugung • Vorgefertigte Sanierfenster mit integrierter Technik • Entwicklung kostengünstiger Materialien mit U-Werten von 0,6 (W/m²K) oder darunter • Entwicklung elektrochromer Fenster • Entwicklung von kostengünstigen Folien zur Verbesserung der Verglasungsleistung inklusive optimiertem Herstellungsverfahren • Schaltbarkeit von Bauelementen wie Verglasungen und Dämmungen • IOT Integration in Verglasungen und Fenstersysteme zur Anpassungsfähigkeit in Fenster- und Verglasungssysteme, um auf sich ändernde Wetterbedingungen und Tageslichtverhältnisse zu reagieren • Untersuchung neuer Ansätze zur Integration von Photovoltaik- oder Solarzellentechnologie in Fenster- und Verglasungssysteme • Erforschung neuer Beschichtungen und Materialien, die die Schalldämmung von Fenstern verbessern und den Lärm in Innenräumen reduzieren können • Entwicklung von intelligenten Fenstern, die sich an die Präferenzen der Benutzer*innen anpassen und personalisierte Beleuchtungs- und Klimaeinstellungen bieten
F&E Thema	Nanotechnologie in Baumaterialien
Innovationsziele	<p>Nanotechnologie in Baumaterialien bietet die Möglichkeit, die Eigenschaften von Baumaterialien durch die gezielte Manipulation auf der Nanoskala zu verbessern. Dabei können Materialien geschaffen werden, die eine höhere Festigkeit, Haltbarkeit, Energieeffizienz und nachhaltigere Eigenschaften aufweisen. Die Problemstellung besteht darin, dass die meisten Baumaterialien in der heutigen Bauindustrie nicht nachhaltig sind und mit der Zeit degradieren oder sogar schädliche Emissionen freisetzen können. Die Nutzung von Nanotechnologie in Baumaterialien kann dazu beitragen, diese Probleme zu lösen und den Anforderungen an eine nachhaltige Bauindustrie gerecht zu werden.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von neuen Baumaterialien mit höherer Festigkeit und Haltbarkeit • Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch die Verwendung von Materialien mit besseren Isolationseigenschaften • Farbbeschichtungen (Glasuren, Engobe), die günstige Albedowerte haben, in Kombination mit Schadstoffreduktion (NO_x,...) • Entwicklung von Materialien mit selbstreinigenden und antibakteriellen Eigenschaften • Schaffung von Materialien, die sich selbst heilen können • Entwicklung von Materialien mit besseren optischen Eigenschaften, wie zum Beispiel hoher Transparenz oder Farbveränderungsfähigkeit • Entwicklung von Materialien mit sensorischen Eigenschaften zur Überwachung von Bauwerken, beispielsweise zur frühzeitigen Erkennung von Strukturschäden
F&E Thema	3D-Druck

Innovationsziele	Der 3D-Druck von Baumaterialien und Gebäuden ist eine innovative Technologie, die viele Potentiale in der Baubranche bietet.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von 3D-Druckern mit ausreichender Größe und Präzision für den Bau von Gebäuden • Erforschung von Materialien mit ausreichender Festigkeit, Haltbarkeit und Eignung für den 3D-Druck • Optimierung von Bauprozessen für den 3D-Druck von Gebäuden, einschließlich der Koordination zwischen Maschine und Bauplanung • Entwicklung von Software für die Erstellung von 3D-Modellen von Gebäuden und Bauwerken • Untersuchung von Kosten, Energieverbrauch und Umweltauswirkungen von 3D-gedruckten Gebäuden im Vergleich zu traditionellen Bautechnologien • Untersuchung von regulatorischen Anforderungen und Standards für den Einsatz von 3D-gedruckten Gebäuden im Baubereich
	
F&E Thema	Dämmstoffrecycling
Innovationsziele	Die Entsorgung und das Recycling von Dämmstoffen ist eine große Herausforderung, da sie oft aus synthetischen Materialien bestehen und nur begrenzt wiederverwertbar sind.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von neuen Materialien, die zu 100% recycelbar sind • Einsatz von natürlichen Materialien wie Holzfasern oder Hanf als Dämmstoffe • Technologien zur Trennung von verschiedenen Materialien in Dämmstoffen zur besseren Recyclingfähigkeit • Entwicklung von Verfahren zur Rückgewinnung von Rohstoffen aus gebrauchten Dämmstoffen
	
F&E Thema	Gesundheitsfördernde Baumaterialien und Innenraumhygiene
Innovationsziele	Gesundheitsfördernde Baumaterialien werden aufgrund ihrer positiven Auswirkungen auf die Innenraumluftqualität und das Wohlbefinden der Bewohner*innen immer wichtiger. Die Problemstellung besteht darin, dass herkömmliche Baumaterialien oft Schadstoffe abgeben und damit die Gesundheit beeinträchtigen können.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion von Schadstoffemissionen in Baumaterialien • Entwicklung von Materialien, die formaldehyd- die VOC-frei sind • Erforschung von antibakteriellen Materialien für medizinische Einrichtungen • Untersuchung von Materialien, die Feinstaub binden können • Entwicklung von Materialien, die für Menschen mit Allergien oder Asthma geeignet sind • Untersuchung von Materialien, die die Raumluftfeuchtigkeit regulieren können
	
F&E Thema	Low-Tech Lösungen am Bau
Innovationsziele	Die F&E Innovationsziele für Low-Tech Lösungen im Baubereich zielen darauf ab, den Einsatz von einfachen, kosteneffektiven und nachhaltigen Technologien und Materialien zu erhöhen, um den Energieverbrauch und den ökologischen Fußabdruck von Gebäuden und Infrastruktur zu reduzieren. Beispiele wären Low-Tech Entwurfs- und Konstruktionsgrundsätze für eine Breitenanwendung im Wohnbau
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Komplexität von Schichtaufbauten, Verbindungen und Hochbaudetails • Reduktion der Gebäudetechnik bei gleichbleibendem Komfort • Passive TGA ohne Hilfsenergie
	
F&E Thema	Thermoelektrische Materialien
Innovationsziele	Thermoelektrische Materialien wandeln Temperaturdifferenzen direkt in elektrische Energie um. Die derzeit verfügbaren thermoelektrischen Materialien sind nicht effektiv genug. Für die Nutzung in der Praxis, wird eine höhere Effizienz benötigt.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Effizienz von thermoelektrischen Materialien • Entwicklung von Materialien, die bei höheren Temperaturen arbeiten können • Verbesserung der thermischen Stabilität von Materialien • Reduzierung der Kosten für die Herstellung von thermoelektrischen Materialien • Integration von thermoelektrischen Materialien in Gebäudestrukturen und -systeme • Anpassung von thermoelektrischen Materialien an unterschiedliche klimatische Bedingungen
	

3.4 Sanierungstechnologien und -konzepte

Diese Forschungs- und Innovationsfelder bieten ein breites Spektrum an Möglichkeiten, zur nachhaltigen und energieeffizienten Sanierung des Gebäudebestands. Es gilt jedoch, Herausforderungen wie die Finanzierung, die Komplexität der Sanierungsprozesse und die Akzeptanz

bei den Gebäudeeigentümern zu überwinden, um die Umsetzung dieser Technologien und Konzepte erfolgreich voranzutreiben.

Die Wärmewende im Bestand stellt eine große Herausforderung dar, da es darum geht, bestehende Gebäude energetisch zu sanieren und auf klimafreundliche Heizsysteme umzustellen. Um Bestandsgebäude sinnvoll mit regenerativen Energien zu versorgen, müssen umfassende Maßnahmen ergriffen werden. Insbesondere müssen Teile der Gebäudehülle verbessert werden, um die Wärme- und Kälteversorgung auf Niedertemperatur umzustellen. Nur mit Niedertemperatur-Wärme und -Kälte lässt sich erneuerbare Energie effizient in großem Maßstab nutzen, beispielsweise durch den Einsatz von Wärmepumpen in Kombination mit Erdsondenfeldern, Erdkollektoren oder Grundwasser.

Neue Sanierungsmethoden, wie das **Serielle Sanieren** ermöglichen die effiziente und standardisierte Sanierung großer Gebäudebestände durch standardisierte Abläufe und wiederholbare Prozesse. Die Entwicklung von "**Out of the box**" **Systemkonzepten** für bereits teilsanierte Gebäude eröffnet neue Möglichkeiten, um bereits sanierte Gebäude weiter zu optimieren und den Energieverbrauch zu reduzieren. Dazu braucht es weiters innovative Plug & Play Systeme für die **minimalinvasive Heizungsumstellung** bestehender Heizsysteme auf energieeffizientere Alternativen umstellen können, ohne dabei große bauliche Veränderungen vornehmen zu müssen. Beispielsweise bieten **fassadenintegrierte Haustechniksysteme oder vorgefertigte Gebäudetechnikmodule** eine Möglichkeit, Technologien wie Wärme- und Stromerzeugung in die Gebäudehülle zu integrieren und so Platz zu sparen. Bei der Energieversorgung spielt die Marktskalierung für die **Massenimplementierung von Wärmepumpen im Bestand** eine Herausforderung dar, da es darum geht, die Technologie breitflächig einzuführen, effiziente Quellen wie Erdreich und Wasser im urbanen und ländlichen Bereich kosteneffizient zu erschließen und die nötigen Infrastrukturen dafür bereitzustellen. Konzepte für **Bauteilaktivierung in der Sanierung mit intelligenter Regelung** ermöglichen die Nutzung von Bauteilen wie Böden oder Wänden zur Heizung oder Kühlung von Räumen und machen Bestandsgebäude als Wärmespeicher nutzbar. Das **Nachrüsten von non-invasiver Monitoring-Messtechnik** ermöglicht nach der Sanierung eine genaue Überwachung der erwarteten Effizienz von Gebäuden.




Das Portfoliomanagement spielt eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung großer Gebäudebestände. Dabei stellt auch die Bewältigung von Leerständen eine Herausforderung dar, die durch ein **intelligentes Leerstandsmanagement** den Wohnraummangel zu reduzieren kann. Neue Konzepte zur **Nachverdichtung und Umnutzung von bereits bebauten Flächen** eine wichtige Rolle. Bei all diesen Überlegungen sind Innovative Finanzierungskonzepte und Fördermodelle entscheidend, um die Sanierung und Modernisierung von Gebäuden wirtschaftlich umsetzbar zu machen.

Im Nachfolgenden werden die dazugehörigen F&E Themen mit Forschungsbedarf, sowie die dazugehörigen Innovationsziele und Anwendungsfelder, tabellarisch aufgelistet.

Forschungsbedarf und Innovationsziele

Tabelle 05: Sanierungstechnologien und -konzepte- F&E Themen

F&E Thema	Serielles Sanieren
Innovationsziele	Seriellen Sanierens zielt darauf ab, den Sanierungsprozess durch Standardisierung und Vorfertigung zu vereinfachen und beschleunigen. Die Problemstellung besteht darin, dass die meisten Sanierungsprojekte nach wie vor auf individuelle Anforderungen und Bedürfnisse zugeschnitten sind, was den Prozess zeitaufwendig und teuer macht. Es gibt jedoch auch eine steigende Nachfrage nach kosteneffizienten Lösungen, die schnell und einfach umsetzbar sind.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Vorgefertigte Sanierungskits (z.B. für Fassaden, Glas-/Metallfassaden, Dachstuhl, Nassräume) • Entwicklung standardisierter Bauelemente und -systeme für die Sanierung von Gebäuden • Entwicklung von Vorfertigungsverfahren für Bauteile (Fassade; Dach und erdberührte Bauteile) • Integration von digitalen Technologien in den Sanierungsprozess • Entwicklung von Schulungen und Zertifizierungen für Fachkräfte, die im Bereich des Seriellen Sanierens tätig sind • Kreislauffähigkeit der Konstruktion • Verwendung von Laserscanning-Technologie zur Erfassung von 3D-Daten und zur Erstellung von digitalen Modellen von Gebäuden
F&E Thema	Innovative Finanzierungskonzepte
Innovationsziele	Eine große Herausforderung ist die Finanzierung der energetischen Gebäudesanierung, da die Investitionskosten oft hoch sind und sich erst auf lange Sicht amortisieren. Hier braucht es weiterhin innovative Finanzierungskonzepte neue Lösungsansätze von staatlichen Förderprogrammen bis hin zu privaten Finanzierungsmodellen.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von neuen Finanzierungsinstrumenten und -produkten, die die Sanierung von Gebäuden attraktiver machen und zugleich die Risiken für die Investoren minimieren • Erstellung von Entscheidungshilfen und Tools, die Investoren bei der Auswahl von Finanzierungsoptionen und bei der Bewertung von Sanierungsprojekten unterstützen • Entwicklung von innovativen Geschäftsmodellen und Partnerschaften zwischen Investoren, Gebäudeeigentümern, Banken und anderen Akteur*innen, um die Finanzierung von Gebäudesanierungen zu erleichtern • Untersuchung von Erfolgsfaktoren und Best Practices bei der Finanzierung von Gebäudesanierungen, um diese auf andere Regionen und Länder übertragen zu können • Förderung der Zusammenarbeit zwischen öffentlichen und privaten Investoren sowie zwischen Finanzinstituten und Gebäudeeigentümern, um Synergien zu schaffen und die Effektivität der Finanzierungsinstrumente zu erhöhen • Integration von digitalen Technologien und Plattformen, um die Finanzierung von Gebäudesanierungen transparenter und effizienter zu gestalten. • Energiegemeinschaften (auch für Wärmeversorgung)
F&E Thema	Fassadenintegrierte Haustechniksysteme
Innovationsziele	Die Integration von Haustechniksystemen in die Gebäudefassade ermöglicht störungsfreiere Sanierungsabläufe, höhere Vorfertigungsgrade und besseren Nutzung des begrenzten Raums im Gebäudeinneren. Herkömmliche Haustechniksysteme können aufgrund ihrer Größe und Platzanforderungen oft nicht in die Gebäudehülle integriert werden, was die Gestaltungsmöglichkeiten der Fassade einschränkt und die Innenräume beeinträchtigen kann.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von fassadenintegrierten Heiz- und Kühlsystemen • Entwicklung von multifunktionalen fassadenintegrierten Systemen, die mehrere Funktionen erfüllen • Entwicklung von Systemen zur Regulierung der Luftqualität in Innenräumen durch fassadenintegrierte Lüftungssysteme • Entwicklung von fassadenintegrierten Energieerzeugungssystemen, z.B. Photovoltaik- oder Solarthermieranlagen • Kreislauffähigkeit der Systeme • Bauteilaktivierung in der Sanierung
F&E Thema	Nachverdichtung / Umnutzung

Innovationsziele	Neue Konzepte und Technologien für die effektive und ressourcenschonende Nachverdichtung von Gebäuden. Die Umnutzung kann dazu beitragen, den Bedarf an Neubauten zu reduzieren und somit Ressourcen zu schonen. Die Umnutzung von Bestandsgebäuden kann jedoch auch mit Herausforderungen verbunden sein, wie z.B. der Anpassung an neue Nutzungsanforderungen und der Erfüllung von energetischen Standards.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von innovativen Bautechnologien wie modularen Systemen zur effizienten und schnellen Errichtung von Wohngebäuden • Verdichtung von Wohngebieten durch Aufstockung von Bestandsgebäuden • Nutzung von brachliegenden Industrieflächen für den Wohnungsbau • Nachverdichtung von Gewerbegebieten durch Umnutzung zu gemischten Quartieren • Schaffung von zusätzlichem Wohnraum durch Anbau von Dachgeschossen
F&E Thema	Minimalinvasive Heizungsumstellung
Innovationsziele	Die Forschungs- und Entwicklungsziele für minimalinvasive Heizungsumstellung umfassen die Entwicklung von Technologien und Strategien, die eine Heizungsumstellung (Öl und Gas) ohne umfassende Renovierungsarbeiten ermöglichen.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Plug-and-Play-Heizungssystemen, die einfach und schnell zu installieren sind und eine minimale Unterbrechung für die Bewohner*innen darstellen • Optimierung von Wärmepumpen für minimalinvasiver Installation • Einsatz von Fernüberwachungssystemen und smarten Heizungsreglern • Anwendung der Geothermie in Bestandsgebäuden (Querschnittsthema FTI Roadmap Geothermie) • Erforschung von Methoden zur Reduzierung des Platzbedarfs für Geothermieanlagen und zur Integration in urbane Umgebungen • Erschließung von Speicherpotentiale z.B. von Bauteilmassen in Bestandsgebäude als thermische Speicher und derer Flexibilitätspotentiale (Einfürsen von Leitungen in Speicherwirksame Massen, aktivierter Innenputz zu nachträglichen Bauteilaktivierung, Wandheizung, außenliegende Bauteilaktivierung)
F&E Thema	Wärmewende im Bestand
Innovationsziele	Die Entwicklung und Umsetzung von effizienten Heizsystemen für Bestandsgebäude sowie die Integration von erneuerbaren Energien wie Solarthermie oder Geothermie.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Erdwärmepumpen in Kombination mit Flächenheizungen bei der Sanierung von Altbauten • Neue Ansätze zur Massenimplementierung von Wärmepumpen im Bestand • Entwicklung von Wärmepumpen-Systemen mit hoher Effizienz und geringem Platzbedarf, um den Einbau in Bestandsgebäuden zu erleichtern • Teilsanierungslösungen nach dem Pareto Prinzip: 80/20 Sanierungen • Integration von Wärmepumpen in bestehende Heizungsanlagen • Nutzung von Wärmepumpen mit einer höheren Temperaturanhebung • Integration von Wärmepumpen, die in Kombination mit thermischen Speichern betrieben werden können, um die Flexibilität des Systems zu erhöhen • Verwendung von netzdienlichen Wärmepumpen, die auf erneuerbare Energiequellen wie Windkraft und Photovoltaik angewiesen sind • Entwicklung von innovativen Biomasse-Heizsystemen • Innovative Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) • Entwicklung von der Nutzung von Brennstoffzellen für die Wärmewende • Nutzung der Abwärme von Abwasser / Abluft / aus Umgebung
F&E Thema	Thermische Sanierung der Gebäudehülle
Innovationsziele	Forschungs- und Entwicklungsziele sind die Entwicklung neuer Technologien und Verfahren zur energetischen Sanierung von Gebäuden sowie die Optimierung von bestehenden Technologien, um eine höhere Energieeffizienz und damit einhergehend auch eine Reduzierung von Emissionen zu erreichen. Zudem muss die Sanierung von Gebäuden auch ökonomisch attraktiver werden, um eine breitere Umsetzung zu ermöglichen.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Erforschung und Entwicklung von innovativen Dämmmaterialien und -technologien für eine effektive Wärmedämmung und Kreislauffähigkeit bei energetischen Sanierungen • Entwicklung von Systemkonzepten für teilsanierte Gebäude • Nutzung von ultraleichten und superdämmenden Materialien z.B. Aerogel; Vakuum-Isolationspaneele • Intelligente Fassaden, Fassadensysteme, die mit Sensoren und intelligenten Steuerungssystemen ausgestattet sind • High-Tech-Beschichtungen: Beschichtungen zur Verbesserung der thermischen Eigenschaften von Fassaden • Hybride Dämmstoffe • Elektrochromatische, Thermochromatische Verglasungen die Transparenz und Wärmedämmung verändern zur thermischen Sanierung von Gebäuden mit großen Fensterflächen

F&E Thema	Portfoliomanagement zur Dekarbonisierung großer Gebäudebestände
Innovationsziele	Forschungs- und Entwicklungsziele bestehen darin, geeignete Tools und Methoden zu entwickeln, um den Gebäudebestand zu analysieren und zu optimieren, sowie neue Geschäftsmodelle und Finanzierungsmechanismen zu erforschen, um den Umbau und die Sanierung von Gebäuden zu erleichtern und zu beschleunigen. Wichtig dabei ist auch eine gesamtheitliche Ressourcen- und Energieoptimierung.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Datenauswertung und Erforschung von Finanzierungsmechanismen wie Contracting-Modellen oder Green Bonds und Anwendung auf große Gebäudedatenbanken • Erforschung von Geschäftsmodellen wie Energie-Service- oder Gebäude-Performance-Contracting, um den Anreiz für Gebäudesanierungen zu erhöhen • Kooperationsmodelle zur Optimierung Planungsprozesse auf Auftraggeber:innenseite • Untersuchung von sozialen und politischen Faktoren, die die Sanierung von Gebäuden beeinflussen, wie z.B. Eigentümer:innenstrukturen, politische Rahmenbedingungen oder die Akzeptanz von technischen Innovationen • Entwicklung von neuen Planungs- und Projektmanagement-Tools, um den Umbau von Gebäudeportfolios effektiv und kosteneffizient zu gestalten
F&E Thema	Nachrüsten von non-invasiver Monitoring-Messtechnik
Innovationsziele	Das Nachrüsten von non-invasiver Monitoring-Messtechnik in Bestandsgebäuden wird immer wichtiger, um die Energieeffizienz und Nachhaltigkeit von Gebäuden zu verbessern. Es gibt jedoch einige Herausforderungen, wie z.B. die Notwendigkeit einer hohen Genauigkeit der Messungen und die Integration der Messtechnik in die bestehende Gebäudeinfrastruktur.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Implementierung von Sensornetzwerken zur Überwachung von Energieverbrauch und Raumklima (Crowdsensing; LoraWan) • Einsatz von Infrarot-Kameras zur Messung von Oberflächentemperaturen von Gebäuden • Einsatz von IoT- und Datenanalyse -Technologie zur Fernüberwachung und -steuerung von Gebäuden • Einsatz von Sensorik zur Erfassung von Luftqualität und CO2-Konzentration in Innenräumen
F&E Thema	Systemkonzepte für teilsanierte Gebäude
Innovationsziele	Technologieportfolio und aufeinander abgestimmte Lösungen basiert auf dezentralen (Geschoßweise, Wohnungsweise, Raumweise) Energiesystemen (z.B. Multisource-Micro-Wärmepumpen), mit vereinfachter Installation, erhöhtem Nutzer:innenkomfort, einfacher Skalier- und Übertragbarkeit auf eine große Anzahl verschiedener Gebäudesituationen.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Teilsanierungslösungen nach dem Pareto Prinzip 80/20 Sanierungen
F&E Thema	Leerstandsmanagement; Umnutzung
Innovationsziele	Das Leerstandsmanagement beschäftigt sich mit der Wiederbelebung und Nutzung von leerstehenden Gebäuden. Dies kann durch verschiedene Ansätze erfolgen, wie zum Beispiel durch Sanierung, Umnutzung oder Abriss.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von technologischen Lösungen für die nachhaltige Wiederbelebung leerstehender Gebäude • Identifikation und Bewertung leerstehender Gebäude • Baukulturelle Forschung • Erstellung von Konzepten für die Wiederbelebung und Nutzung von leerstehenden Gebäuden • Entwicklung von Finanzierungsmöglichkeiten für das Leerstandsmanagement • Integration von Leerstandsmanagement in die Stadtplanung • Förderung der sozialen Nachhaltigkeit durch die Schaffung von bezahlbarem Wohnraum in leerstehenden Gebäuden

3.5 Erneuerbare Energien und Gebäude-Netz-Interaktion

Diese Forschungs- und Innovationsfelder bieten spannende Möglichkeiten, um die Integration erneuerbarer Energien in Gebäude voranzutreiben und die Wechselwirkungen mit dem Energienetz zu optimieren. Dabei sind jedoch Herausforderungen zu bewältigen, wie beispielsweise die Entwicklung geeigneter Technologien, die Kostenoptimierung und die Schaffung eines rechtlichen und regulatorischen Rahmens, der die Integration und Interaktion von Gebäuden mit dem Energiesystem unterstützt. Erneuerbare Technologien werden in Gebäude integriert, zum Beispiel durch die Installation


von Solartechnologien oder die Nutzung von Geothermie für Heizung und Kühlung. Gleichzeitig stehen wir vor Herausforderungen im Zusammenhang mit der Integration und Skalierung solcher Technologien. Die **oberflächennahe Geothermienutzung** in Gebäuden nutzt die natürliche Wärmeenergie im Boden, um Gebäude zu heizen oder zu kühlen. Durch die Nutzung von Wärmepumpen kann die in der Erde gespeicherte Energie effizient genutzt werden. Es braucht neue innovative Technologien und Ansätze, welche die Effizienz und Rentabilität der oberflächennahen Geothermienutzung verbessern. Zusätzlich können Quellen wie **Grundwasserströme** als saisonaler Energiespeicher dienen, indem überschüssige Wärme oder Kälte in das Grundwasser geleitet wird und zu einem späteren Zeitpunkt wieder genutzt wird. Das volle Potential entfalten diese Systeme in Kombination mit **Anergienetzen**, innovativen Wärme- und Kältenetzwerken, die mehrere Gebäude miteinander verbinden und es ermöglichen, Energie noch effizienter zwischen den Gebäuden zu verteilen und zu nutzen.





Die **Energieflexibilität** von Gebäuden ermöglicht es, den Energieverbrauch an die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien anzupassen. Die dadurch erreichte **Netzdienlichkeit** von Gebäuden bezieht sich darauf, dass Gebäude aktiv zur Stabilität des Stromnetzes beitragen können. Ziel ist es die **thermische Speicherfähigkeit von Gebäuden, Vehicle-to-Building Anwendungen, Lastmanagement innovative Batterie und Stromspeicher** in das Gesamtenergiesystem einzubinden. Es fehlt noch an marktreifen intelligenten Steuerungssystemen die Gebäude flexibel auf Stromfluktuationen reagieren lassen und die Gebäude-Netzinteraktion optimieren. Durch die Bereitstellung von Regelenergie oder die Teilnahme an Lastmanagementprogrammen können Gebäude eine wichtige Rolle im Energiesystem spielen.



Im Nachfolgenden werden die dazugehörigen F&E Themen mit Forschungsbedarf, sowie die dazugehörigen Innovationsziele und Anwendungsfelder, tabellarisch aufgelistet.

Forschungsbedarf und Innovationsziele

Tabelle 06: Erneuerbare Energien und Gebäude-Netz-Interaktion- F&E Themen

F&E Thema	Oberflächennahe Geothermienutzung in Gebäuden
Innovationsziele	Die oberflächennahe Geothermienutzung in Gebäuden wird immer wichtiger, da sie eine nachhaltige und kosteneffiziente Möglichkeit bietet, Gebäude zu beheizen und zu kühlen. Die Forschungs- und Entwicklungsziele im Bereich der oberflächennahen Geothermienutzung in Gebäuden umfassen die Verbesserung der Technologie und deren Effizienz, die Erhöhung der Akzeptanz und des Verständnisses der Technologie, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle sowie die Erforschung neuer Anwendungsmöglichkeiten.
 Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung der Geothermie in Bestandsgebäuden (Querschnittsthema FTI Roadmap Geothermie) • Thermische Nutzung von Infrastrukturbauten, urbaner Flächen zur Gewinnung von solarer Überschusswärme mittels Flachkollektoren und geothermischer saisonaler Speicherung • Integratives thermisches Untergrundmanagement in urbanen Gebieten inkl. verbesserter Tools zur Bewertung von thermischen Summationseffekten für Behörden und Planer:innen (Querschnittsthema FTI Roadmap Geothermie) • Erhöhung der Effizienz von Niedertemperatur-Wärmespeichern durch verbesserte Planung, Materialien und Betriebsweisen (Querschnittsthema FTI Roadmap Geothermie) • Geothermische Klimatisierung: Die Entwicklung von Technologien zur Nutzung von geothermischen Ressourcen für die Klimatisierung von Gebäuden • Entwicklung von Sensoren und Algorithmen zur Überwachung und Optimierung der Leistung von Geothermieanlagen • Eignung von Erdspeichern für kurzfristige Leistungsspitzen; Energieflexibilität • Untersuchung der Langzeitwirkungen von Geothermieanlagen auf das Erdreich (Regeneration von EWS) und das Grundwasser • Entwicklung von Geschäftsmodellen für die Finanzierung von Geothermieanlagen in Gebäuden • Entwicklung von flexiblen Rohrsystemen für eine einfachere Installation von Geothermieanlagen in bestehenden Gebäuden

F&E Thema	Anergienetze
Innovationsziele	Forschungs- und Entwicklungsziele für Anergienetze umfassen die Optimierung von Netzwerkkonfigurationen, die Entwicklung von Systemen zur Steuerung und Überwachung, die Integration von Speichertechnologien sowie die Berücksichtigung der Nutzer:innenbedürfnisse und des Nutzer:innenverhaltens.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von intelligenten Steuerungssystemen zur effektiven Nutzung von Abwärme in Anergienetzen • Integration von Energiespeichersystemen in Anergienetze zur Verbesserung der Netzstabilität und Energieversorgungssicherheit • Nutzung von Erdwärme und Sonnenenergie zur Energieversorgung von Anergienetzen • Entwicklung von modularen und skalierbaren Anergienetzwerken für städtische Gebiete • Integration von Anergienetzen in intelligente Stadtnetze zur verbesserten Energieverteilung und -effizienz • Einbindung von Abwärmepotentialen in Anergienetze
F&E Thema	Innovative Gebäudeenergiespeicher
Innovationsziele	Innovative Gebäudeenergiespeicher können einen wichtigen Beitrag leisten, um die Energieflexibilität zu erhöhen und überschüssige Energie zu speichern. Die Problemstellung besteht in der Entwicklung von Speichersystemen, die kostengünstig, langlebig, effizient und umweltfreundlich sind.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Erprobung intelligenter Speicherlösungen zur baulichen und systemtechnischen Integration in bestehenden Anlagen • Die Erforschung und Entwicklung von Technologien zur Speicherung von thermischer Energie in chemischen Reaktionen, um Gebäude energieeffizienter zu gestalten • Phase Change Materials (PCMs) zur Speicherung von thermischer Energie • Weiterentwicklung und Optimierung von Warmwasserspeichern • Batteriespeicher mit neuer Generation von Lithium-Ionen-Batterien • Thermal Energy Storage (TES) mit neuartigen Materialien wie Salzhydraten oder Metallen • Wasserstoff als Energieträger und Speichermedium • Die Untersuchung von Technologien zur Speicherung von potentieller Energie durch das Anheben von Gewichten in Gebäuden • Nachträgliche Aktivierung von Gebäudemasse als thermischer Speicher • Thermal Energy Storage (TES) mit neuartigen Materialien • Untersuchung von Wärmespeichermedien hinsichtlich ihres optimalen Einsatzbereichs, ihrer Kosten, (Betriebs-)Sicherheit sowie Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit
F&E Thema	Integrales Quartiersmanagement und Sektorkopplung
Innovationsziele	Das integrale Quartiersmanagement und die Sektorkopplung im Quartier als komplexe Systeme, in denen verschiedene Sektoren wie Energie, Mobilität, Wohnen und Versorgung miteinander interagieren, indem Ressourcen optimal genutzt, Emissionen reduziert und Synergien zwischen den verschiedenen Sektoren geschaffen werden.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung ganzheitlicher Planungsansätze und Methoden für eine nachhaltige Quartiersentwicklung • Demonstration und Etablierung von Strom- und Wärmeenergiegemeinschaften • Integration erneuerbarer Energien und effizienter Energiesysteme auf Quartiersebene • Demonstration von Elektromobilität und intelligenten Verkehrskonzepten im Quartier • Demonstration von Quartierskonzepten zur dezentralen Energieerzeugung und -speicherung • Schaffung von nachhaltigen Wohn- und Arbeitsumfeldern mit einem Fokus auf soziale Integration und Partizipation • Entwicklung von Technologien und Konzepten für die Abfall- und Wassermanagement im Quartier • Erforschung und Umsetzung von digitalen Plattformen und intelligenten Infrastrukturen zur Vernetzung und Steuerung der Quartiersressourcen
F&E Thema	Integration solarer Technologien
Innovationsziele	Die Integration von PV-Technologien in Gebäudehüllen, Fahrzeuge und Fahrwege sowie in Agrar- und Wasserflächen erschließt ein riesiges Flächenpotenzial für die Solarstromerzeugung. Ziel der Forschung und Entwicklung ist es Synergiepotenziale für Photovoltaik in der bebauten Umwelt zu entwickeln, die effizient und wirtschaftlich sind und somit eine Alternative zu herkömmlichen Energiequellen darstellen.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Transparente Solarzellen, die in Fenstern oder Glasfassaden integriert werden • Farbige Solarzellen, die in die Gestaltung von Gebäudefassaden integriert werden • Flexibles Design von Solarzellen die auf verschiedenen Oberflächen aufgebracht werden können • Solarthermie + PVT, Verschränkung mit Erdsondenfeldern • PVT Kollektoren, die die Vorteile der Solarthermie und der Photovoltaik in einem Kollektor vereinigen • Nutzung von BIPV-Technologie: Die Nutzung von Building Integrated Photovoltaics (BIPV) ermöglicht die Integration von Solarzellen in die Architektur von Gebäuden • Weiterentwicklung und Einsatz von Soptionskollektoren

F&E Thema	Netzdienlichkeit von Gebäuden
Innovationsziele	<p>Netzdienliche Gebäude sind Gebäude, die aktiv an der Stabilisierung des Stromnetzes durch die Bereitstellung von Regelernergie oder die Optimierung des Eigenverbrauchs von erneuerbaren Energien beteiligt sind. Die Forschungs- und Entwicklungsziele in diesem Bereich konzentrieren sich auf die Entwicklung von Technologien und Konzepten zur effektiven Integration von Gebäuden in das Energiesystem, einschließlich der Integration von Energiemanagement-Systemen und der Verwendung von Echtzeitdaten, um das Energieverhalten von Gebäuden zu er machen.</p>
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Grid-Interactive Efficient Buildings, die in der Lage sind, mit dem Stromnetz zu kommunizieren und Energiebedarf und -angebot in Echtzeit anzupassen • Virtuelle Kraftwerke, die Energie von mehreren Gebäuden bündeln, um netzdienliche Dienstleistungen bereitzustellen (Stromnetze-Stabilisierung) • Energiemanagement-Systeme, die auf Echtzeitdaten zur Steuerung von Gebäuden basieren und die Stromversorgung effektiver und effizienter machen • Netzdienlichkeitspotentiale in Fernwärmenetzen zur Spitzenlastreduktion • Entwicklung von typischen Netzdienlichkeitsmodellen für wesentliche Netztypen • Bewertungsmethoden netzdienlicher Gebäude in laufenden Betrieb
F&E Thema	Grundwasserstrom als saisonaler Energiespeicher
Innovationsziele	<p>Im städtischen Raum wird das verfügbare Grundwasser gezielt und projektspezifisch zur Wärme- und Kälteversorgung genutzt. Die Untersuchung erfolgt auf einzelnen Grundstücken, in der Nähe von Quell- und Schluckbrunnen.</p> <p>Unsere Hypothese besagt, dass sich der Grundwasserstrom nicht allzu schnell bewegt, was insbesondere durch die Grundwasserneubildung unterstützt wird. Daher stellt sich die Frage, ob dieser Grundwasserstrom, der in den Sommermonaten zur Kühlung genutzt wird und sich dadurch erwärmt, zeitverzögert weiter flussabwärts für die Beheizung anderer Projekte genutzt werden kann, um dann in der Folge erneut flussabwärts zur Kühlung verwendet zu werden. Diese Überlegungen könnten weitere Möglichkeiten zur Nutzung des Grundwassers für Energiezwecke eröffnen und sollten genauer untersucht werden.</p>
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Konzepterstellung unter welchen (technisch/physikalischen) Rahmenbedingungen es denkbar ist, den Grundwasserstrom als saisonalen Energiespeicher zu nutzen • Entwicklung effizienter Pump- und Verteilsysteme für die gezielte Nutzung des Grundwasserstroms als saisonaler Energiespeicher • Einsatz von Sensortechnologien zur Überwachung und Optimierung des Grundwasserstroms • Entwicklung von Modellen und Simulationswerkzeugen zur Vorhersage des Verhaltens des Grundwasserstroms über längere Zeiträume • Nutzung von Geoinformationssystemen zur Identifizierung optimaler Standorte für die Grundwassernutzung • Nutzung von Oberflächengewässer als thermische Energiequelle
F&E Thema	Energieflexibilität
Innovationsziele	<p>Die meisten Gebäude sind noch immer statische Energieverbraucher , die wenig Flexibilität bieten. Forschungs- und Entwicklungsziele sind daher die Entwicklung neuer Technologien und Systeme, die eine flexible und intelligente Steuerung der Energieversorgung in Gebäuden ermöglichen.</p>
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Ganzheitliche Energiekonzepte für Gebäude, die durch Lastmanagement und unter Ausnutzung lokaler Speicher eine hohe Kompatibilität zum zukünftigen Netzstrom aufweisen (Netzreaktive Gebäude) • Quantifizierung von Energieflexibilität typischer Gebäude auf Basis von Lastverschiebung und Speicherkapazität sowie Zeitraum. Hierbei gilt es folgende Herausforderungen zu berücksichtigen: (1) Kurzzeitspeicher (2) große Mengen konstant über einen längeren Zeitpunkt abgeben (3) Überbrückung von Zeiten (Nacht, Windstill, ...) • Thermischer Komfort in ergieflexiblen Gebäuden mit hoher Nutzer:innenakzeptanz
	
F&E Thema	Vehicle-to-building
Innovationsziele	<p>Die Verknüpfung von Gebäuden mit Elektromobilität kann genutzt werden, um Schwankungen im Stromnetz auszugleichen. Forschungs- und Entwicklungsziele in diesem Bereich umfassen die Optimierung der Ladeinfrastruktur, die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch die Integration von Elektromobilität sowie die Integration von Gebäuden in ein intelligentes Stromnetz.</p>
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Lösungen für die Vernetzung von Elektrofahrzeugen und Gebäuden • Elektrische Energieversorgung von Gebäuden durch bidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen • Integration von E-Fahrzeugen in Gebäudeenergiemanagementsysteme zur Optimierung des Energieverbrauchs und der -kosten • Einsatz von induktiver Ladetechnologie, um den Ladevorgang zu vereinfachen • Einführung von Elektrofahrzeug-Flottenmanagement-Systemen, um den Einsatz von Elektrofahrzeugen in Gebäuden zu optimieren • Einsatz von künstlicher Intelligenz zur Vorhersage des Ladebedarfs von E-Fahrzeugen und zur Steuerung der Ladeinfrastruktur • Interaktion mit der Netzinfrastruktur
	

3.6 Technologien für Heizen und Kühlen

Die Bedeutung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen für Heiz- und Kühlzwecke nimmt kontinuierlich zu. Dies kann entweder in monovalenten Systemen erfolgen oder zunehmend in intelligenten Kombinationen mehrerer Technologien, die als Hybridsysteme bezeichnet werden. Darüber hinaus spielen Querschnittstechnologien und Infrastrukturen eine wichtige Rolle, um die Effizienz der Nutzung erneuerbarer Energien zu erhöhen und ihre Verfügbarkeit durch Speicherung zu verbessern oder auszugleichen. Dazu gehören beispielsweise fortschrittliche Wärmepumpen, die die Wärme aus der Umgebung oder dem Erdreich nutzen, oder innovative Systeme zur Wärmerückgewinnung und -speicherung. Gleichzeitig stehen wir vor Herausforderungen, die mit der Integration und Skalierung solcher Technologien verbunden sind. Die Entwicklung und Implementierung effizienter Heiz- und Kühllösungen erfordert fundierte Kenntnisse in den Bereichen Technik, Materialien, Bauwesen und Energieeffizienz. Es ist notwendig, diese verschiedenen Aspekte zu berücksichtigen und integrierte Lösungen zu entwickeln, die sowohl technisch als auch wirtschaftlich tragfähig sind.




Energieaktive Fassadenelemente bieten beispielsweise das Potenzial, Gebäude sowohl zu heizen als auch zu kühlen und somit den Energieverbrauch zu optimieren. Die Nutzung von **Fassadenelementen als Wärmequelle für Wärmepumpen** ermöglicht eine effiziente Wärmeversorgung. Die Weiterentwicklung von **Niedertemperatur Wärme- und Kälteabgabesystemen** für die Sanierung ermöglicht eine effiziente Nutzung erneuerbarer Energien wie Wärmepumpen und die Integration von Speichern in Gebäuden. Die **Bauteilaktivierung** eröffnet neue Möglichkeiten, um Heiz- und Kühlsysteme in die Gebäudestruktur zu integrieren. Modulare **Plug-and-Play Haustechniksystemkonzepte** bieten die Flexibilität, verschiedene Technologien effizient zu kombinieren. **Dezentrale Kleinstwärmepumpen** ermöglichen eine effiziente Beheizung und Kühlung von einzelnen Räumen. Neue Konzepte für die **Nutzung von Abwärme und die Energierückgewinnung** tragen zur Effizienzsteigerung bei. Auch die Integration von Energieaktiven Infrastrukturelementen und urbanen Freiflächen außerhalb von Gebäuden bieten derzeit wenig genutzte Möglichkeiten zur Energieerzeugung und -nutzung im städtischen Umfeld. Die Verwendung von **Wasserstoff als Energieträger** eröffnet neue Perspektiven für emissionsfreie Heiz- und Kühlsysteme. Die Entwicklung **effizienter Lüftungssysteme** und die Berücksichtigung von Infiltration spielen eine wichtige Rolle für den Komfort und die Energieeffizienz von Gebäuden. Weiters braucht es vermehrt **Feldtests und Monitoring von Wärmepumpen** in Bestandsgebäuden und Quartieren, die wichtige Erkenntnisse über deren Effizienz und Leistung liefern.

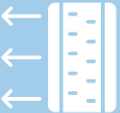



Im Nachfolgenden werden die dazugehörigen F&E Themen mit Forschungsbedarf, sowie die dazugehörigen Innovationsziele und Anwendungsfelder, tabellarisch aufgelistet.

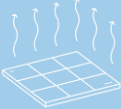



Forschungsbedarf und Innovationsziele




Tabelle 07: Technologien für Heizen und Kühlen - F&E Themen

F&E Thema	Wärmepumpen in Gebäuden
Innovationsziele	Wärmepumpen sind eine der vielversprechendsten Technologien, um den Energieverbrauch von Gebäuden zu reduzieren und die CO ₂ -Emissionen zu senken.

Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von dezentralen Kleinstwärmepumpen • Feldtests/ Monitoring von Wärmepumpen im Bestandsgebäuden und Quartieren • Wärmepumpenanwendungen für teilsanierte Gebäude • Effizienzsteigerung von Wärmepumpen durch verbesserte Technologien, z.B. durch den Einsatz von CO2 als Kältemittel • Weiterentwicklung von Wärmepumpen mit Schwerpunkt auf neuen Temperaturniveaus, weiteren Effizienzsteigerungen und Kostensenkung (insbesondere durch verbesserte Produktionsprozesse) • Integration von Wärmepumpen in intelligente Energieversorgungssysteme und intelligentes Lastmanagement (Smart Grids) • Entwicklung von Wärmepumpen, die auch bei niedrigen Temperaturen effizient arbeiten • Lösungen für Wärmepumpen Pooling • Erhöhung der Lebensdauer von Wärmepumpen durch die Verwendung langlebiger Komponenten • Weiterentwicklung von Wärmepumpen, die mit unterschiedlichen Wärmequellen betrieben werden können, z.B. Abwärme aus Industrieprozessen oder solarthermische Energie • Erforschung von Möglichkeiten zur Reduzierung des Geräuschpegels von Wärmepumpen, um die Akzeptanz in Wohngebieten zu erhöhen
F&E Thema	Energieaktive Fassadenelemente
Innovationsziele	Energieaktive Fassadenelemente spielen eine wichtige Rolle bei der Energieeffizienz von Gebäuden. Durch die Integration von Technologien wie Photovoltaik und Wärmerückgewinnung in Fassadenelemente können Gebäude effektiver mit Energie umgehen und den Bedarf an externen Energiequellen reduzieren.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Fassadenelementen, die sowohl als passive als auch als aktive Energiequellen genutzt werden können • Fassadenelemente als Wärmequelle für Wärmepumpen • Entwicklung von Fassadenelementen mit integrierten Wärmerückgewinnungssystemen zur Reduzierung des Heizbedarfs • Erforschung von Möglichkeiten zur Steigerung der Effektivität von Fassadenelementen bei der Wärmeregulierung • Entwicklung von Fassadenelementen mit integrierten Sensorsystemen zur automatisierten Steuerung der Raumtemperatur und -beleuchtung • Erforschung von Möglichkeiten zur Integration von Energiespeicherung in Fassadenelemente zur Erhöhung der Energieautarkie von Gebäuden
F&E Thema	Energieaktive Infrastrukturelemente und urbane Freiflächen
Innovationsziele	Die Notwendigkeit für energieaktive Infrastrukturelemente und urbane Freiflächen in Gebäuden liegt darin, dass sie dazu beitragen können, den Energieverbrauch zu reduzieren und die Versorgung mit erneuerbaren Energien zu verbessern. Gleichzeitig können sie zur Erhöhung der Lebensqualität und zur Erreichung von Klimaschutzziele beitragen.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Großflächige Photovoltaikintegration in Verkehrsinfrastruktur (Autobahnen; Bahntrassen;...) • Nutzung von Geothermie-Systemen zur Energieversorgung von Gebäuden und städtischen Freiflächen (Autobahnen; Bahntrassen;...) • Einsatz von Straßen- und Platzoberflächen zur Energieerzeugung (z.B. Kollektorintegration in Straßen; Photovoltaik in Straßenbelägen;...) • Entwicklung von neuen Energieinfrastruktursystemen für den Transport von Wärme und Kälte zwischen Gebäuden und städtischen Freiflächen • Verwendung von grünen Dächern und Fassaden zur Reduzierung des Energieverbrauchs von Gebäuden durch Schattierung und Kühlungseffekte • Einsatz von intelligenten Straßenlaternen
F&E Thema	Niedertemperatur Wärme- Kälteabgabesysteme
Innovationsziele	Die Effizienz von Heiz- und Kühlsystemen in Gebäuden hängt maßgeblich von der Art und Weise ab, wie die Wärme- und Kälteabgabe im Innenraum erfolgt. Wärme-Kälteabgabesysteme in Gebäuden umfassen die Entwicklung energieeffizienter, Entwicklung von kostengünstigen und umweltfreundlichen Technologien zur Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Niedertemperatur-Wärme und Kälte im Gebäudebereich. Dabei müssen vor allem auch die Nutzer:innenbedürfnisse und der Komfort berücksichtigt werden.

Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Forschung an der Integration von Niedertemperatur Heiz- und Kühltechnologien in Decken- Fußboden- und Wandkonstruktionen in Neubau und Sanierung • Optimierung von Changeover-Systemen bei der Bereitstellung von Warmwasser, Kühlung und Heizung für Niedertemperaturanwendungen unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten • Entwicklung von dynamischen Wärmeverteilssystemen, die sich an die Bedürfnisse und Aktivitäten der Nutzer:innen anpassen können • Forschung an der Nutzung von Phase-Change-Materialien zur effektiven Speicherung und Freisetzung von Wärme und Kälte • Messungen Auswirkungen von Materialien, Farben und Texturen auf die Wärme- und Kälteabgabe im Innenraum und thermischen Komfort • Entwicklung von Heiz- und Kühlelementen, die sich in Baukonstruktionen und Einrichtungsgegenständen integrieren lassen • Strategien zur Verminderung der Temperaturniveaus der Versorgungstechnik im Gebäude entsprechend der tatsächlichen Nutzer:innenanforderungen (Niedertemperaturheizsysteme, aktive Einzelraumregelung, aktive Berücksichtigung solarer Gewinne durch Prognosetools und prädiktive Regler, aktiv kontrollierte Be- und Entlüftung)
F&E Thema	Energierückgewinnung und Abwärmenutzung
Innovationsziele	Die Energierückgewinnung ist ein wichtiger Aspekt bei der Energieeffizienz von Gebäuden, da sie es ermöglicht, Wärme- oder Kälteenergie, die bei der Belüftung oder Klimatisierung von Räumen entsteht, wiederzuverwenden.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von effizienten Wärmerückgewinnungssystemen für Lüftungsanlagen • Optimierung von Wärmetauschern für die Wärmerückgewinnung in Heiz- und Kühlsystemen • Entwicklung von Technologien zur Rückgewinnung von Abwärme und Kälteenergie in Gebäuden • Einsatz von thermoelektrischen Generatoren zur Umwandlung von Abwärme in Strom • Nutzung von Erdwärmetauschern zur Wärmerückgewinnung in Geothermie-Heizsysteme • Entwicklung von Technologien zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser und Grauwasser • Technologien zur weitgehend vollständigen Wärmerückgewinnung und Kaskadennutzung der Energie (Abwasser, Abluft, Abwärme von Kühlgeräten)
F&E Thema	Speicherintegration in Gebäuden
Innovationsziele	Die Speicherung von Energie in Gebäuden wird immer wichtiger, um die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energiequellen effizient zu gestalten und den Energieverbrauch zu optimieren. Forschungs- und Entwicklungsziele umfassen unter anderem die Erhöhung der Speicherkapazität, die Steigerung der Effizienz und die Integration von Speichertechnologien in das Energiemanagement von Gebäuden.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Systemeinbindung, Regelungskonzepte (Energieflexibilität; Netzdienlichkeit) • Weiterentwicklung von Speichertechnologien wie: Eisspeicher; Batteriespeicher; thermische Speicher; Druckluftspeicherung; Power-to-Gas-Speicherung; Power to Heat, Salzwasserbatterien; Kryogene Speicherung; Latentwärmespeicherung • thermische Bauteilaktivierung als Speicher • Optimierung der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik für Gebäudespeicher
F&E Thema	Dimensionierung von Niedertemperatur Heiz- und Kühlsystemen
Innovationsziele	Eine Überdimensionierung von Niedertemperatur Heiz- und Kühlsystemen führt zu einem erhöhten Energieverbrauch, da z.B. Wärmepumpen effizient arbeiten. Dies führt nicht nur zu einem höheren Energieverbrauch, sondern auch zu höheren Investitions- und Betriebskosten.
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von optimierten Dimensionierungsverfahren und -algorithmen als Ergänzung zur Normauslegung • Benchmarks für Quartiersenergieversorgung, tatsächliche Heiz und Kühlleistungen vs. Normberechnung • Untersuchung von Lastprofilen und -bedarfen in Gebäuden • Einsatz von innovativen Regelungskonzepten und -strategien • Integration von erneuerbaren Energien und Speichern • Einsatz von adaptiven Systemen, die sich an den aktuellen Bedarf anpassen können • Entwicklung von Modellen zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpensystemen
F&E Thema	Bauteilaktivierung
Innovationsziele	Die Bauteilaktivierung, ist ein innovatives System zur Konditionierung/Temperierung von Gebäuden, bei dem Wasser durch Rohre in die Betonbauteile geleitet wird, um Heiz- oder Kühlenergie zu transportieren.

Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Simulationstools zur Optimierung der Bauteilaktivierung im Hinblick auf Energieeffizienz und Komfort • Verwendung von speziellen Betonrezepturen • Integration von erneuerbaren Energiequellen wie Photovoltaik oder Geothermie zur Versorgung der Bauteilaktivierung mit Energie • Einsatz von intelligenten Steuerungssystemen, die auf Sensordaten und Wettervorhersagen basieren, um eine optimale Temperierung zu gewährleisten • Verwendung von alternativen Materialien und neuen Lösungen für die Bauteilaktivierung im Bestand • Entwicklung von hybriden Systemen, die Bauteilaktivierung mit anderen Klimatisierungstechnologien wie Strahlungsheizung oder Lüftung kombinieren • Kreislauffähigkeit von Bauteilaktivierung
F&E Thema	Tageslichtsysteme und effiziente Beleuchtung
Innovationsziele	<p>Die Nutzung von Tageslicht und einer energieeffizienten Beleuchtung in Gebäuden sind von großer Bedeutung, um den Energieverbrauch von Gebäuden zu reduzieren und gleichzeitig eine angenehme Arbeits- und Wohnatmosphäre zu schaffen. Beleuchtungssysteme sind oft überdimensioniert, das Tageslichtpotenzial wird nicht vollständig ausgenutzt und es besteht ein hoher Bedarf an intelligenten Steuerungssystemen.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von intelligenten Tageslicht- und Beleuchtungssystemen zur bedarfsgerechten Steuerung und Regelung der Beleuchtung und zur optimalen Nutzung von Tageslicht • Untersuchung des Nutzer:innenverhaltens und Entwicklung von Konzepten zur Nutzer:innenbeteiligung und Sensibilisierung für eine energieeffiziente Beleuchtung • Entwicklung von energieeffizienten Leuchten und Leuchtmitteln, die eine hohe Farbwiedergabe und Lichtqualität bieten • Untersuchung des Einflusses von Licht auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Gebäudenutzer:innen und Entwicklung von Konzepten zur Verbesserung der Lichtqualität
F&E Thema	Aktive und passive Gebäudekühlung
Innovationsziele	<p>Die Gebäudekühlung wird in Zukunft immer wichtiger, da der Klimawandel zu immer höheren Temperaturen führt und somit eine höhere Nachfrage nach Kühlsystemen in Gebäuden global und auch in Österreich entsteht. Es braucht dabei Lösungen für die Gebäudekühlung, die den Energiebedarf und die Kohlenstoffemissionen trotz steigender Nachfrage reduzieren.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologien zur Gestaltung von Gebäuden, die eine natürliche Kühlung ohne den Einsatz von Klimaanlage ermöglichen • Niedrighubkältemaschinen • Einsatz von erneuerbaren Energiequellen zur Kühlung, wie z.B. Geothermie, Solarenergie oder Abwärme • Hybrides Kühlen beschränkt auf räumliche Zonen und auf "zeitliche" Zonen • Erhöhung der Effizienz und Leistungsfähigkeit von Kühlsystemen • Entwicklung von Kältemittelalternativen mit geringem GWP (Global Warming Potential) • Free-Cooling Lösungen • Entwicklung von innovativen Kühltechnologien wie Verdunstungskühlung oder Thermische Aktivierung von Bauteilen (TABs) • Möglichkeit für Kühlung in denkmalgeschützten Gebäuden • Verwendung von intelligenten Materialien und Beschichtungen zur Reduktion der solaren Wärmeeinträge • Nature Based Solutions (Bäume als Klimaanlage) • Kühlung durch transformiertem Straßenraum; Lösen von Nutzungskonflikten
F&E Thema	Modulare Plug and Play Haustechniksystemkonzepte
Innovationsziele	<p>Modularen Plug and Play Haustechniksystemkonzepte können sich flexibel an veränderte Nutzer:innenbedürfnisse anpassen und bieten Synergieeffekten durch die gewerksübergreifende Vernetzung der Haustechnik.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Schnittstellensystemen, die ein einfaches technisches und regelungstechnisches Ändern der Haustechnik erlauben (Plug-and-Run) • Entwicklung standardisierter Schnittstellen für eine einfache Integration verschiedener Komponenten • Einsatz von modularen und flexiblen Systemen zur Anpassung an unterschiedliche Gebäudegrößen und -typen • Einführung von intelligenten Steuerungssystemen zur Optimierung des Energieverbrauchs und zur Erhöhung des Nutzer:innenkomforts; Betriebsführung & Monitoring • Entwicklung von effizienten Wartungs- und Instandhaltungskonzepten zur Reduzierung von Ausfallzeiten und Reparaturkosten
F&E Thema	Hybride Heiz- und Kühlsysteme
Innovationsziele	<p>Hybride Heiz- und Kühlsysteme sind Systeme, die sowohl zur Wärmeerzeugung als auch zur Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden können. Dabei wird eine Kombination aus verschiedenen Technologien genutzt, um ein möglichst effizientes und nachhaltiges System zu schaffen.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Kosten-Nutzen-Aspekten für hybride Heiz- und Kühlsysteme im Vergleich zu herkömmlichen Systemen • Entwicklung von Systemen, die sowohl für Heiz- als auch für Kühlbetrieb geeignet sind • Integration von erneuerbaren Energien wie Solarenergie oder Geothermie in hybride Heiz- und Kühlsysteme • Entwicklung von intelligenten Steuerungs- und Regelungssystemen für hybride Heiz- und Kühlsysteme • Leistungsfähigere Regelung und automatisierte Anpassung unter Berücksichtigung von Wetter und Nutzer:innenverhalten/ -wünschen
F&E Thema	Lüftungssysteme in Gebäuden
Innovationsziele	<p>Lüftungssysteme in Gebäuden spielen eine entscheidende Rolle bei der Aufrechterhaltung der Innenraumluftqualität und der Energieeffizienz. Ein unzureichender Luftwechsel kann zu einer Ansammlung von Schadstoffen führen, während ein übermäßiger Luftwechsel zu einem hohen Energieverbrauch führt. Um diese Probleme zu lösen, konzentriert sich die Forschung und Entwicklung auf die Integration von intelligenten und energieeffizienten Lüftungssystemen in Gebäuden.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von adaptiven Lüftungssystemen, die sich an die tatsächliche Nutzung und Besetzung von Räumen anpassen • Einsatz von innovativen Filtertechnologien • Untersuchung der Auswirkungen von Luftströmungen auf die Raumtemperatur und Energieeffizienz • Entwicklung von dezentralen Lüftungssystemen mit geringem Energiebedarf • Intelligenten Steuerungssystemen und Sensorik zur Optimierung des Luftwechsels und Energieverbrauchs • Verbesserung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen bei gleichzeitiger Erhöhung der Luftqualität in Innenräumen
F&E Thema	Warmwasserbereitung / Trinkwassererwärmungsanlagen
Innovationsziele	<p>Die Forschungs- und Entwicklungsziele konzentrieren sich auf Entwicklungen, um den Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung zu reduzieren, die Hygiene zu gewährleisten und den Einsatz erneuerbarer Energien zu fördern. Dabei sollen auch Aspekte wie die Integration intelligenter Steuerungssysteme, Legionellenschutz und die Nutzung von Abwärme berücksichtigt werden.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Innovative Methoden um das Wachstum von Legionellen und anderen Keimen bei Niedertemperatursystemen zu verhindern • Integration von Solarthermie und Brauchwasserwärmepumpen zur Warmwasserbereitung • Nutzung von Abwärme aus anderen Prozessen zur Trinkwassererwärmung • Einsatz von Wärmerückgewinnungstechnologien in Trinkwassersystemen • Entwicklung von Systemen zur Desinfektion und Aufrechterhaltung der Wasserqualität • Einbindung von effizienten Speicherlösungen für die Warmwasserversorgung

3.7 Robustheit und Resilienz

Zunehmende Extremwetterereignisse erfordern einen klimaangepassten Gebäudebestand. Es gilt, die Resilienz von Gebäuden, insbesondere deren Robustheit gegenüber Naturkatastrophen, zu stärken. Synergieeffekte zwischen Maßnahmen zur Klimaanpassung und zum Klimaschutz sind weiter zu erforschen. Forschung, Technologie und Innovation spielen eine wichtige Rolle bei der Weiterentwicklung von Gebäudeökosystemen. Die Einbindung von **Carbon Capture-Technologien in Gebäuden** ermöglicht, CO₂-Emissionen aus der Atmosphäre zu absorbieren und zu binden. Durch den Einsatz und die Entwicklung innovativer Technologien wie **Wasserrückgewinnungssysteme, Grauwassernutzung und Regenwassermanagement** sollen Wasserverbrauch und Abwassermengen drastisch reduziert werden. Innovationen im Bereich des **bauliche Legionellenschutzes** zielen darauf ab, die Ausbreitung von Legionellen-Bakterien in Wassersystemen von Gebäuden zu verhindern. Hierbei spielen strenge Hygiene- und Wartungsmaßnahmen sowie innovative Technologien zur Wasseraufbereitung eine entscheidende Rolle.

Darüber hinaus sind **neue biobasierte Aufbaumaterialien**, wie genadelte Platten und NAWAROS als Trägersubstanz, um nachhaltige Baulösungen zu entwickeln, ein wichtiges Thema.

Die **Auswirkungen von Fassadenbegrünungen auf die Biodiversität** ist wichtig, um Erkenntnisse über die positiven Effekte verschiedener Begrünungstypen auf die Tier- und Insektenwelt zu gewinnen. Es werden weiters **alternative Versiegelungsmöglichkeiten** gesucht, um die Auswirkungen der Versiegelung zu minimieren. Der Zusammenhang zwischen Gebäudebegrünung und Vogelschlag, insbesondere das Verhältnis von Glas- und begrünten Flächen, da PV-Anlagen Vögel anziehen können, benötigt eine genaue Betrachtung.

Auch die **Lebensmittelproduktion auf Dächern** gewinnt an Bedeutung, um eine nachhaltige und lokale Nahrungsversorgung zu fördern. Dabei sollten Aspekte des Klimas, der Biodiversität und der Gesundheit im Sinne des One-Health-Ansatzes berücksichtigt werden.


Die **Widerstandsfähigkeit von Gebäuden gegenüber Extremwetterereignissen** wie Hagel braucht Gebäudehüllen, die den zukünftigen Herausforderungen standhalten können. Die **Baubotanik**, die die **Integration von lebenden Pflanzen in die Gebäudestruktur** umfasst, eröffnet ebenfalls neue Möglichkeiten für die Entwicklung von nachhaltigen Gebäudeökosystemen. Auch Anwendungen der Europäischen Raumfahrtagentur (ESA) finden im Kontext von Gebäudeökosystemen Verwendung, beispielsweise bei der Nutzung von **Satellitendaten für Umwelt- und Klimaüberwachung** von Stadtteilen. Schließlich braucht es auch mehr Wissen über die gesundheitlichen Aspekte in Bezug auf Gebäude und Innenräume zu untersuchen.



Im Nachfolgenden werden die dazugehörigen F&E Themen mit Forschungsbedarf, sowie die dazugehörigen Innovationsziele und Anwendungsfelder, tabellarisch aufgelistet.

Forschungsbedarf und Innovationsziele

Tabelle 08: Robustheit und Resilienz- F&E Themen

F&E Thema	Robustheit
Innovationsziele	Angesichts der zunehmenden Häufigkeit und Schwere von klimabedingten Ereignissen kann sich die Gebäudeforschung auf die Entwicklung widerstandsfähiger Gebäude konzentrieren, die extremen Wetterereignissen oder Nutzer:innenverhalten standhalten.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Bau- Gebäudetechnik sowie der Energieversorgung von Gebäuden in Bezug auf ihre Robustheit und Resilienz • Entwicklung von Simulationstechnologien zur Vorhersage von Schäden und zur Optimierung der Reparatur- und Wiederherstellungsprozesse • Verwendung von grünen und nachhaltigen Technologien, um Gebäude widerstandsfähiger gegen Naturkatastrophen und Klimawandel zu machen • Entwicklung von neuen Konzepten für den schnellen Wiederaufbau von Gebäuden nach Katastrophen, z.B. durch die Verwendung von modularen Gebäudestrukturen und vorgefertigten Bauteilen • Geprüfte Konstruktionen zum Schutz vor Hagel und Extremwetterereignissen
F&E Thema	Nature Based Solutions
Innovationsziele	Die Notwendigkeit der Integration von Nature Based Solutions (NBS) in Gebäuden ergibt sich aus dem Bedürfnis nach nachhaltigen und umweltfreundlichen Lösungen, die zur Klimaanpassung, Energieeffizienz und dem Wohlbefinden der Bewohner:innen beitragen.
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Erforschung von Möglichkeiten zur Integration von Pflanzen und Grünflächen in die Gebäudearchitektur, um die Luftqualität zu verbessern und das Mikroklima zu regulieren • Bioreaktive Beschichtungen, die organische Materialien nutzen, um Schadstoffe aus der Luft zu entfernen und den Sauerstoffgehalt zu erhöhen • Integrierte Hydrokulturen, die Pflanzen in das Design des Gebäudes einbeziehen, um das Raumklima zu verbessern und gleichzeitig den Energiebedarf zu senken • Wände aus Algen, die Kohlendioxid absorbieren und Sauerstoff freisetzen, um die Luftqualität im Inneren zu verbessern • Urban Farming-Konzepte, die den Anbau von Lebensmitteln in und um Gebäude herum ermöglichen und so die Nachhaltigkeit fördern • Untersuchung der Auswirkungen von NBS auf das Wohlbefinden und die Produktivität der Gebäudenutzer:innen
F&E Thema	Begrünte Gebäudehüllen
Innovationsziele	Begrünte Gebäudehüllen bieten zahlreiche Vorteile wie verbesserte Luftqualität, Reduzierung des Stadtklimaeffekts, Regenwasserrückhaltung und ästhetische Aufwertung von Gebäuden. Ziel ist die Schaffung von Grünflächen im urbanen Umfeld und die Bewirtschaftung der begrünten Gebäudehüllen.

Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Technologische Entwicklung begrünter Fassaden und Dächer, die als natürliche Klimaanlage fungieren und das Mikroklima in der Umgebung verbessern • Biodiversitätseffekte von verschiedenen Fassadenbegrünungen • Neue biobasierte Aufbaumaterialien (z.B. genadelte Platten und Co, NAWAROS als Trägersubstanz) • Entwicklung von innovativen und nachhaltigen Substraten für die Begrünung von Fassaden und Dächern • Untersuchung der Pflanzenauswahl und Anpassung an verschiedene klimatische Bedingungen und Gebäudetypen • Integration von intelligenten Bewässerungssystemen und Sensortechnologien zur Optimierung der Wasserressourcen • Untersuchung der Auswirkungen von begrünten Gebäudehüllen auf die Energieeffizienz von Gebäuden • Erforschung von vertikaler Landwirtschaft und urbanem Gartenbau auf begrünten Gebäudehüllen • Möglichkeiten zur Integration von erneuerbarer Energieerzeugung wie Solarmodulen in begrünten Gebäudehüllen • Analyse der sozialen und gesundheitlichen Auswirkungen von begrünten Gebäudehüllen auf die Bewohner:innen und Nutzer:innen
F&E Thema	Wasserkreislauf im Gebäude
Innovationsziele	<p>Eine wichtige Problemstellung hierbei ist die Vermeidung von Wasserverschwendung, Grauwassernutzung und die Rückgewinnung von Abwasser. Das Ziel der Forschung und Entwicklung in diesem Bereich ist die Entwicklung von Systemen und Technologien, die eine effektive Nutzung von Wasser in Gebäuden ermöglichen und gleichzeitig die Wasserqualität und -sicherheit gewährleisten.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Grauwassernutzung: Recycling von abfließendem Wasser aus Duschen und Waschbecken zur Bewässerung von Pflanzen oder zur Toilettenspülung (Wasseraufbereitung auf natürlicher/pflanzlicher Basis) • Regenwassernutzung: Nutzung von Regenwasser zur Bewässerung, Reinigung und Toilettenspülung • Wasserrecycling-Systeme: Systeme zur Wiederverwendung von Wasser in Kühl- und Heizsystemen • Wasserrückgewinnungssysteme: Systeme zur Rückgewinnung von Abwasser zur Wiederverwendung in industriellen Prozessen oder zur Bewässerung von Grünflächen • Sensorbasierte Wasserlecksuche: Einsatz von Sensoren, um Lecks in Wasserleitungen frühzeitig zu erkennen und Wasserverschwendung zu minimieren • Wassereinsparung durch innovative Sanitärsysteme
F&E Thema	Carbon Capture in Gebäuden
Innovationsziele	<p>Kohlenstoffabscheidung und -speicherung in Gebäuden kann dazu beitragen, diese Emissionen zu reduzieren und die Umweltbelastung zu minimieren. Die Forschung und Entwicklung von Technologien und Methoden zur Kohlenstoffabscheidung und -speicherung in Gebäuden zielt darauf ab, diese Technologien in bestehenden und neuen Gebäuden einzuführen.</p>
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Kohlenstoffabscheidensystemen, die in Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage eingebaut werden können • Entwicklung von Baumaterialien, die Kohlenstoff absorbieren und speichern können • Entwicklung von Kohlenstoffabscheidetechnologien, die auch in städtischen Umgebungen angewendet werden können • Entwicklung von Materialien wie Zement und Beton, die Kohlenstoff absorbieren und langfristig speichern können • Verwendung von Algen zur Kohlenstoffabscheidung und -speicherung in Gebäuden
F&E Thema	Biodiversität, Animal Aided Design
Innovationsziele	<p>Identifizierung und Umsetzung von Maßnahmen zur Erhöhung der Biodiversität in Gebäuden, die Entwicklung innovativer Technologien und Strategien zur Schaffung von ökologischen Lebensräumen und die Integration von Naturschutzaspekten in das Design von Gebäuden und Raumplanung</p>

Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung biodiversitätsfördernder Dachgärten oder Gründächer zur Schaffung von Lebensräumen für Pflanzen und Tiere • Einbau von Nisthilfen; Vogel- und Fledermauskästen in Gebäuden • Systematischer Vergleich von Begrünungstypen auf Tier und Insektenwelt • Untersuchung der Auswirkungen von Vogelschlag auf die Gebäudebegrünungsart (Wahl des Verhältnisses Glas/Begrünung) • Einbau von vertikalen Gärten in Innenräumen zur Schaffung von Lebensräumen • Nutzung von Regenwasser und natürlicher Bewässerungssysteme zur Schaffung von ökologischen Lebensräumen und zur Reduzierung des Wasserverbrauchs • Schaffung von urbanen Biotopen auf Balkonen und Terrassen, die die biologische Vielfalt in der Stadt erhöhen
F&E Thema	Baulicher Legionellenschutz
Innovationsziele	<p>Die derzeitige Norm für den Legionellenschutz in Gebäuden führt zu unnötig hohen Investitions- und Energiekosten für die Warmwasseraufbereitung und -verteilung. Zudem kann der Legionellenschutz nur dann gewährleistet werden, wenn die Nutzer:innen über entsprechendes Wissen und Verständnis verfügen und sich entsprechend verhalten. Infolgedessen steigt auch das Risiko für Legionellen in Kaltwassersystemen, für das die aktuelle Norm keine Lösungen bietet.</p>
Anwendungsfelder 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines richtungsweisenden Standards zum Thema Legionellenschutz, abweichend vom derzeitigen „baulichen Legionellenschutz“ • Entwicklung von intelligenten Legionellenschutzsystemen mit automatischer Überwachung und Regelung • Einsatz von Sensortechnologien zur kontinuierlichen Messung und Überwachung von Wasserqualität und Temperatur • Überwachung und Regelung • Entwicklung von effizienten Desinfektionsverfahren, z.B. durch den Einsatz von UV-Licht oder ionisiertem Wasser • Entwicklung von intelligenten Wasserzählern mit Legionellen-Detektionsfunktion
F&E Thema	Entsiegelte Oberflächen
Innovationsziele	<p>Herausforderungen, die mit versiegelten Flächen einhergehen, wie beispielsweise Überflutungen, reduzierte Wasserdurchlässigkeit, Hitzeinseln und eingeschränkte ökologische Funktionen. Die Problemstellung besteht darin, wie man Entsiegelungsmaßnahmen effektiv umsetzen kann, um die Auswirkungen der Versiegelung zu reduzieren und die natürlichen Funktionen von Böden und Oberflächen wiederherzustellen.</p>
Anwendungsfelder	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Einsatz innovativer Materialien und Technologien zur Entsiegelung von Straßen, Parkplätzen und anderen versiegelten Flächen • Untersuchung der Auswirkungen der Entsiegelung auf die Wasserdurchlässigkeit, die Regenwasserbewirtschaftung und den Hochwasserschutz • Erforschung von Methoden zur Reduzierung von Hitzeinseln und Verbesserung des Mikroklimas in städtischen Gebieten • Integration von Entsiegelungsmaßnahmen in die städtebauliche Planung und das Flächenmanagement • Untersuchung der Auswirkungen der Entsiegelung auf die Bodenqualität, die Grundwasserneubildung und die Nährstoffkreisläufe • Entwicklung von Leitlinien und Best Practices für die Umsetzung und den langfristigen Erhalt entsiegelter Oberflächen • Demonstration von Retentionsmaßnahmen - Wasserrückhalt statt Retentionsbecken • Messung von Reinigungsleistung und versickerungsoffener Böden
F&E Thema	Mikroklima
Innovationsziele	<p>Stadtbewohner:innen sind Hitzeinseln, begrenzten Grünflächen, Luftverschmutzung und unzureichender Belüftung ausgesetzt. Dazu braucht es innovative Lösungen wie das Stadtklima und die Aufenthaltsqualität in urbanen Gebieten optimieren kann, um das Wohlbefinden der Menschen zu verbessern und die negativen Auswirkungen des städtischen Umfelds zu verringern</p>

Anwendungsfelder

- Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung von Hitzeinseln durch geeignete Stadtplanung, Baustoffe und -technologien
 - Messungen der Auswirkungen von Grünflächen und Vegetation auf das Mikroklima und die Luftqualität in städtischen Gebieten
 - Umsetzung von Möglichkeiten zur Förderung der natürlichen Belüftung und Luftzirkulation in dicht besiedelten Stadtgebieten
 - Untersuchung der Auswirkungen von Gebäude- und Straßenoberflächen auf das Mikroklima und die Temperatur in städtischen Umgebungen
 - Integration von klimatischen Aspekten in städtebauliche Planungen, um eine effiziente Nutzung von Wind- und Schattenverhältnissen zu ermöglichen
 - Entwicklung von intelligenten Technologien zur Überwachung und Bewertung des Mikroklimas in Echtzeit
 - Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung der sozialen Interaktion und Aufenthaltsqualität in städtischen Räumen, z.B. durch kulturelle Veranstaltungen und gemeinschaftliche Nutzung von Freiflächen
-

4 Innovationsradar

Im letzten Abschnitt des Berichts wird ein Innovationsradar präsentiert, das eine umfassende Übersicht über 65 F&E-Themenfelder bietet. Der Radar zeigt neben den Themenfeldern auch den dazugehörigen Innovationsgrad (Darstellung in den Ringen) und die Effektmaximierung (Gering, Mittel, Hoch) aus den Stakeholderkonsultationprozessen nach Forschungsthema grafisch zusammengefasst. Die Bewertung basiert, ebenso wie die Themenfindung, auf den Ergebnissen der Expert:innenkonsultationen.

Im Nachfolgenden werden die Kategorien und deren Bewertungsstufen des Radars erläutert:

Innovationsgrad

Um den Innovationsgrad des F&E Themas zu identifizieren, wurden folgende Fragen beantwortet:

- Wie neu und originell ist die Innovation?
- Ist sie eine Weiterentwicklung bestehender Ideen oder ein völlig neues Konzept?

Als Antwortmöglichkeit standen „Hoch“, „Mittel“ und „Gering“ zur Verfügung, die wie folgt im Radar dargestellt wurden:

- Hoch (äußerer Ring)
- Mittel (mittlerer Ring)
- Gering (innerer Ring)

Effektmaximierung

Mit der Effektmaximierung wurde ersichtlich werden welchen Einfluss das F&E Thema, weshalb in dieser Kategorie die nachfolgenden Fragen behandelt wurden:

- Wie wichtig ist die Innovation für die Forschung oder für die Anwendung in der Praxis?
- Hat sie das Potenzial, sich auf andere Branchen, Disziplinen oder Anwendungen auszuwirken?
- Hat sie das Potenzial, einen großen Einfluss auf die Gesellschaft oder die Wissenschaft zu haben?

Auch hier stand wieder die Antwortmöglichkeiten „Hoch“, „Mittel“ und „Gering“ zur Verfügung. Damit beide Kriterien parallel im Radar darstellbar sind, flossen diese wie folgt in den Radar ein:

- Hoch (Buchstabe „H“ im Kreis)
- Mittel (Buchstabe „M“ im Kreis)
- Gering (Buchstabe „G“ im Kreis)

Bautechnologie-Report (FTI-Bedarfe und FTI-Themen)

Digitale Technologien

- 1 Künstliche Intelligenz (KI)
- 2 Digitaler Materialkatalog; materieller Gebäudepass
- 3 Generative Design
- 4 Intelligentes Energiemanagement im digitalen Zwilling
- 5 Digitale Stadträume
- 6 Digitale Baubehörde
- 7 Digitale Baubehörde
- 8 BIM - Einheitliche Standards; Datenbanken
- 9 Digitale Beschaffungsplattformen/ Digitaler Marktplatz
- 10 Blockchain/ Peer to peer Energiehandel
- 11 Prädikative Wartung und Fault Detection

Baumaterialien und Baustoffe

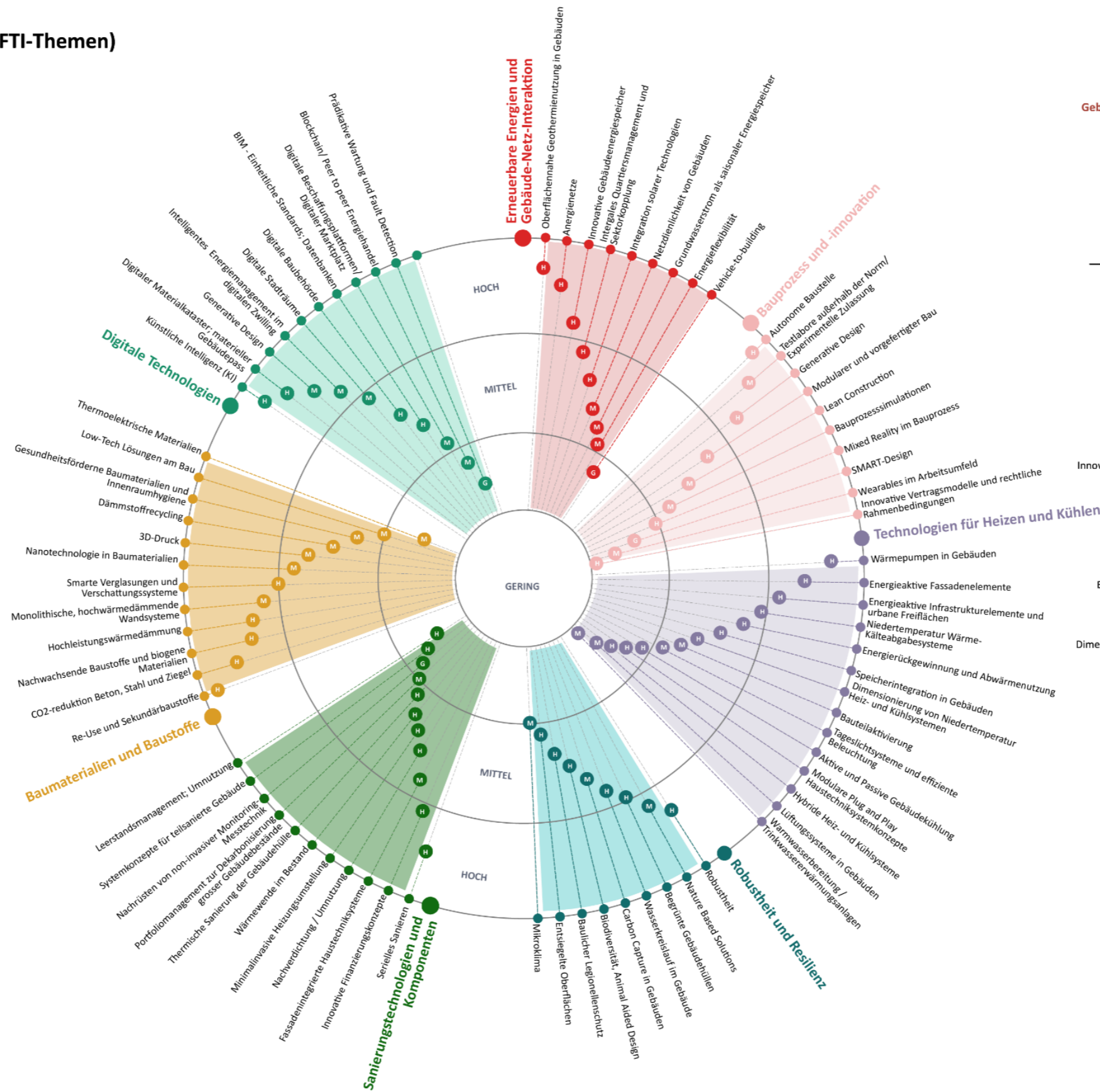
- 1 Re-Use und Sekundärbaustoffe
- 2 CO2-reduktion Beton, Stahl und Ziegel
- 3 Nachwachsende Baustoffe und biogene Materialien
- 4 Hochleistungswärmedämmung
- 5 Monolithische, hochwärmedämmende Wandsysteme
- 6 smarte Verglasungen und Verschattungssysteme
- 7 Nanotechnologie in Baumaterialien
- 8 3D-Druck
- 9 Dämmstoffrecycling
- 10 Gesundheitsfördernde Baumaterialien und Innenraumhygiene
- 11 Low-Tech Lösungen am Bau
- 12 Thermoelektrische Materialien

Sanierungstechnologien und Konstruktionen

- 1 Serielles Sanieren
- 2 Innovative Finanzierungsmodelle
- 3 Fassadenintegrierte Haustechniksysteme
- 4 Nachverdichtung / Umnutzung
- 5 Minimalinvasive Heizungsumstellung
- 6 Wärmewende im Bestand
- 7 Thermische Sanierung der Gebäudehülle
- 8 Portfoliomanagement zur Dekarbonisierung grosser Gebäudebestände
- 9 Nachrüsten von non-invasiver Monitoring-Messtechnik
- 10 Systemkonzepte für teilsanierte Gebäude
- 11 Leerstandsmanagement; Umnutzung

Gebäudeökosysteme

- 1 Robustheit
- 2 Nature Based Solutions
- 3 Begrünte Gebäudehüllen
- 4 Wasserkreislauf im Gebäude
- 5 Carbon capture in Gebäuden
- 6 Biodiversität, Animal Aided Design
- 7 Baulicher Legionellenschutz
- 8 Entsiegelte Oberflächen
- 9 Mikroklima



Bauforschung 2024-2027

Gebäudeintegrierte, erneuerbare Energien und Netzinteraktion

- 1 Oberflächennahe Geothermienutzung in Gebäuden
- 2 Anergienetze
- 3 Innovative Gebäudeenergiespeicher
- 4 Intergales Quartiersmanagement und Sektorkopplung
- 5 Integration solarer Technologien
- 6 Netzdienlichkeit von Gebäuden
- 7 Grundwasserstrom als saisonaler Energiespeicher
- 8 Energieflexibilität
- 9 Vehicle-to-building

Bauprozess und -innovation

- 1 Autome Baustelle
- 2 Testlabore außerhalb der No... - Sandboxes
- 3 Generative Design
- 4 Modularer und vorgefertigter Bau
- 5 Lean Construction
- 6 Bauprozesssimulationen
- 7 Mixed Reality im Bauprozess
- 8 SMART-Design
- 9 Wearables im Arbeitsumfeld
- 10 Innovative Vertragsmodelle und rechtliche Rahmenbedingungen

Technologien für Heizen und Kühlen

- 1 Wärmepumpen... in Gebäuden
- 2 Energieaktive Fassadenelemente
- 3 Energieaktive Infrastrukturelemente und urbane Freiflächen
- 4 Niedertemperatur Wärme- Kälteabgabesysteme
- 5 Energierückgewinnung und Abwärmenutzung
- 6 Speicherintegration in Gebäuden
- 7 Dimensionierung von Niedertemperatur Heiz- und Kühlsystemen
- 8 Bauteilaktivierung
- 9 Tageslichtsysteme und effiziente Beleuchtung
- 10 Aktive und Passive Gebäudekühlung
- 11 Modulare Plug and Play Haustechniksystemkonzepte
- 12 Hybride Heiz- und Kühlsysteme
- 13 Lüftungssysteme in Gebäuden
- 14 Warmwasserbereitung / Trinkwassererwärmungsanlagen

Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, innovation und Technologie