



Fokusthemen im Kontext Prozess-Standardisierung bei der Quartiersentwicklung

Die Analysen im Rahmen des Projekts „Klimaneutrale Quartiere und Areale“ haben ergeben, dass sich sowohl die Quartiersentwicklung als auch der Planungs- und Umsetzungsprozess klimaneutraler Ansätze noch in der Pilotphase befinden. Gleichzeitig mangelt es an erprobten Betreibermodellen, Gesetze haben noch eine hemmende Wirkung und eine standardisierte Vorgehensweise, das heißt, dass Initiatoren, Investoren sowie Planer und Umsetzer auf standardisierte Prozesse und Instrumente zurückgreifen können, fehlt. Im Folgenden werden die herausgearbeiteten Stellschrauben im Überblick dargestellt. Eine Auswahl davon wird in eigenen Factsheets näher erläutert.

Die Praxisbeispiele zeigen eine Vielzahl von Einzelinitiativen. Wenn auch alle zumindest langfristig das Ziel Klimaneutralität anstreben, so wird dies in der Regel unterschiedlich angegangen. Das ist im Hinblick auf die verschiedenen lokalen Ausgangssituationen auch notwendig: Schließlich ergibt sich durch die unterschiedliche Zusammensetzung der lokalen Akteure und die variierenden vorhandenen energetischen Potenziale und Bedarfe ein großer Lösungsraum. Die Vielfalt der Konzepte begründet sich aber auch darin, dass die Nachweismethoden bzw. die Datenerfassung unterschiedlich sind. Auch wurden in Bezug auf die Betreibermodelle verschiedene Einzellösungen entwickelt, die spezifisch auf die lokalen Bedingungen abgestimmt sind. Projektspezifische Anpassungen sind stets nötig. Allerdings wäre es hier hilfreich, wenn auf Grundlagenmodelle zurückgegriffen werden könnte, die eine schnellere und effekti-

vere Skalierung der klimaneutralen Quartiere ermöglichen. Auf die grundlegend erforderliche Synchronisierung und Vereinfachung in Bezug auf den regulatorischen Rahmen (z. B. vernetzte Strom- und Wärmeversorgung) wird in den folgenden Factsheets nicht weiter eingegangen. Zweifellos sind aber beide wichtige Bausteine für die Skalierung.

Die Ressourcen im Projekt wurden genutzt, um zehn Fokusthemen zu identifizieren, die Potenziale für eine Standardisierung bieten bzw. die als wichtige Bausteine im Planungs- und Umsetzungsprozess angesehen werden. Sie lassen sich den Entwicklungsphasen zuordnen. Teilweise lassen sie sich auch auf die identifizierten Quartierstypen anwenden – teilweise sind sie aber auch allgemeingültig. Die Auswahl erfolgte auf Basis der Experteninterviews, die im Rahmen der Analyse durchgeführt wurden. Sie ist somit nicht als vollständig anzusehen, sondern stellt eine Auswahl als Ergebnis der qualitativen Befragung dar. Um eine Skalierung in der Breite anzureizen, sind vermutlich noch weitere Bausteine erforderlich.

Zunächst wurden die Prozesse rund um den Impuls zur Entwicklung von klimaneutralen Quartieren und Arealen betrachtet, die somit vornehmlich die Stadtplanungsämter bzw. bei Typ 1 und 2 die kaufmännischen Abteilungen der Wohnungswirtschaft im Rahmen des Portfoliomanagements betreffen. Hier werden wegweisende Entscheidungen getroffen und Zieldefinitionen für Sanierungen bzw. Neubauvorhaben festgelegt. In diesem Zusammenhang muss Klimaneutralität noch stärker thematisiert werden als bisher. In der Phase der Konzeptionierung werden die

Möglichkeiten der lokalen Umsetzungsebene als besonders wichtig erachtet. Wenn die genannten Institutionen eine Entwicklungsentscheidung getroffen haben, müssen den Planungsteams Stellgrößen bzw. eine Methodik zur Verfügung stehen, die die Konzepterstellung für ein klimaneutrales Quartier oder Areal erleichtern und im Hinblick auf Systemkompatibilität ermöglichen. Denn auch wenn Quartiere und Areale lokal umgesetzt werden, müssen sie nachhaltig auf das nationale Ziel Klimaneutralität 2045 einzahlen. Darauf aufbauend wird eine Methodik zur integrierten Sektorkopplung in der Konzeptphase als weiterer Baustein betrachtet. Ein weiterer Aspekt ist die Integration von Kriterien in die Wirtschaftlichkeitsberechnung, die langfristige Entwicklungen antizipieren. Denn nur so können die Vorteile von nachhaltigen erneuerbaren Versorgungsvarianten berücksichtigt werden. Aufbauend auf den Überlegungen zu den Stadtplanungsinstrumenten wird auf den Baustein der frühzeitigen Kopplung von Energie und Bauleitplanung eingegangen, was vor allem Typ 2 und 4 betrifft.

Für die Planungs- und Umsetzungsphase werden drei verschiedene Themen aufgeführt. Um die Synergien einer Quartiers- bzw. Arealentwicklung vollständig auszuschöpfen, bieten sich vernetzte Versorgungskonzepte an. Deshalb wird eine vernetzte Wärme- und Kälte- wie auch Stromversorgung als wichtiger Bestandteil angesehen. Gerade in der Wärmeversorgung ist

jedoch die konkrete technische Ausgestaltung stark von den lokalen Bedingungen abhängig. Zur Entwicklung integrierter, sektorgekoppelter Energiesysteme bedarf es verbesserter Planungswerkzeuge, die die Dynamik der lokalen Energiesysteme angemessen berücksichtigen. Die Digitalisierung ermöglicht es, den lokalen Planern künftig Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, mit denen sie die Lösungen für die lokalen Versorgungssysteme planen, bewerten und optimieren können. Die Anforderungen hierfür sind beschrieben. Ähnliches gilt für die vernetzte Stromversorgung, insbesondere für die Kundenanlagen. Ein weiterer wichtiger Baustein ist das technische Zusammenspiel der Komponenten von integrierten Energiekonzepten: Diesbezüglich sollen Hinweise zu Steuerungsoptionen und möglichen Organisationsformen gegeben werden. Um den Übergang in den klimaneutralen Betrieb erfolgreich zu gestalten, ist ein Energiemonitoring nötig. Dafür wurden in Form von Überlegungen zu notwendigen Key Performance Indicators (KPIs) Impulse für eine mögliche Ausgestaltung gesammelt.

In der Tabelle sind die behandelten Fokusthemen aufgelistet. Zusätzlich sind flankierende Maßnahmen und Dokumente aufgeführt, die im Rahmen der Experteninterviews als notwendig für eine Verstetigung von klimaneutralen Ansätzen gesehen wurden. Wie bereits beschrieben, ist diese Liste nicht abschließend, sondern stellt die Ergebnisse der Expertengespräche dar.

Tabelle: Phasenspezifische Bausteine für klimaneutrale Quartiere und Areale

| Phasenspezifische Bausteine für klimaneutrale Quartiere und Areale | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Weiterentwicklung von Stadtplanungsinstrumenten (Fokusthema 1) ■ Weiterentwicklung von Portfoliomangement-Betrachtungen (Fokusthema 2) ■ Bereitstellung von Best-Practice-Beispielen: Fokus auf der Darstellung von imagebildenden Maßnahmen und Argumentationshilfen für die Entscheidungsphase, Darstellung des Gesamtkonzepts; Adressat: politische Gremien, Geschäftsführungsebene, kaufmännische Abteilungen |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Definition und Bilanzierung von klimaneutralen Quartieren und Arealen zur Unterstützung der Zielsetzung und Konzeption (Fokusthema 3) ■ Grundlagen für die langfristige wirtschaftliche Betrachtung von klimaneutralen Maßnahmen (Fokusthema 4) ■ Prozessänderung: frühzeitige Kopplung von Energie- und Bauleitplanung (Fokusthema 5) ■ Grundlagen für eine Methodik zur integrierten Sektorkopplung in der Konzeptphase – Darstellung wichtiger Prozesse und Vorschlag für Standardprozesse (Fokusthema 6) ■ Nutzung bereits vorhandener Beteiligungsformate (für konkret vorhandene Endnutzerinnen und Endnutzer) ■ Gründung von Best-Practice-Netzwerken: Fokus auf der Integration von klimaneutralen Energiekonzepten und Fragestellungen in Planungsprozesse und Betreibermodelle; Adressat: verschiedene Umsetzungsteams (Wohnungs- und Energiewirtschaft, Mobilitätsanbieter etc.) |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Nutzung bereits vorhandener Beratungsformate ■ Instrument zur langfristigen Transformation im Bestand – Sanierungsfahrplan für Quartiere und Areale ■ Bundesweit harmonisierte Vorgaben im B-Plan (Fokusthema 1) ■ Bereitstellung von Best-Practice-Beispielen: Vertrauensbildende Maßnahmen mit Fokus auf der Darstellung der Vermarktbarkeit des Gesamtkonzepts; Adressat: Projektentwickler der zu verkaufenden Grundstücke, Banken |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Grundlagen für eine Methodik zur integrierten Sektorkopplung in der Planungsphase – technisches Zusammenspiel (Fokusthema 6) ■ Kooperationsmodelle für die vernetzte Wärmeversorgung (Fokusthema 7) ■ Kooperationsmodelle für die vernetzte Stromversorgung (Fokusthema 8) ■ Grundlagen für Handreichungen zur Genehmigungsplanung ■ Gründung von Best-Practice-Netzwerken: Erfahrungen mit Planungsmethodiken und technischer Ausgestaltung; Adressat: Planungsteams ■ Grundlagen zum technischen Zusammenspiel der Komponenten (Fokusthema 9) ■ Übergeordnete Beratungsstellen, die Wissen für Planer bündeln (bestehende Formate erweitern) |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Train the trainer-Programme für das Handwerk ■ Zusätzliche Nachweisverfahren für die Qualitätssicherung auf der Baustelle ■ Bereitstellung von Best-Practice-Beispielen, Leitfaden für eine klimaneutrale Baustelle |
|  | <ul style="list-style-type: none"> ■ Anreize aus dem Ordnungsrecht oder aus Förderprogrammen zum Monitoring (Fordern und Fördern) ■ Grundlagen für Monitoring von klimaneutralen Quartieren und Arealen (Fokusthema 10) ■ Gründung von Best-Practice-Netzwerken: Einstellung der Steuerungen der verschiedenen technischen Anlagen, Daten- und Schnittstellenmanagement; Adressat: Betreiber |



Fokusthema 1:

Kommunale Stadtplanungsinstrumente

Innerhalb der Kommunen nehmen die Stadtplanungsabteilungen im Rahmen der Quartiersentwicklung eine Schlüsselposition ein. Mit dem übergeordneten Blick auf das gesamte Stadtgebiet koordinieren sie in der Regel die strategische Entwicklung von Quartieren. Ihre prioritäre Aufgabe ist die Umsetzung städtebaulicher Zielsetzungen, wobei Klimaschutz- und andere Nebenziele berücksichtigt werden. Die Aufgaben und Einflussmöglichkeiten der Stadtplanungen unterscheiden sich stark zwischen neuen Baugebieten, die städtebaulich zu entwickeln und für deren Umsetzung weitgehende Anforderungen definiert werden können, und der Sanierung von Bestandsquartieren, bei der nur Impulse gegeben werden können und die Eingriffsmöglichkeiten der Kommune sehr begrenzt sind. Aufgrund der wachsenden Bedeutung des Klimaschutzes ist eine Weiterentwicklung der kommunalen Instrumente zur Quartiersentwicklung erforderlich.

Für das Verfahren der städtebaulichen Entwicklung eines Neubauquartiers oder -areals gibt die Bauleitplanung den Rahmen vor. Das formale bauplanungsrechtliche Verfahren ist im Baugesetzbuch (BauGB) als Bundesrecht geregelt. Im Bauordnungsrecht werden die baulich-technischen Anforderungen an die Bauvorhaben definiert, deren Erfüllung im Rahmen von Baugenehmigungsverfahren nachzuweisen ist. Das Bauordnungsrecht steht im Wesentlichen unter Länderhoheit und wird in den Landesbauordnungen geregelt. Diese basieren allerdings auf einer in der Bauministerkonferenz abgestimmten Musterbauordnung

(MBO), weshalb sie in Aufbau und Inhalt sehr ähnlich sind. Trotz der Bezeichnung „Bauordnung“ handelt es sich um Gesetze im formellen Sinn. Für die Sanierung von Quartieren und Arealen und deren Gebäuden gibt es städteplanerisch und bauordnungsrechtlich nur in einem sehr eingeschränkten Umfang Vorgaben und Eingriffsmöglichkeiten für die Kommunen.

Der Handlungsrahmen in Bezug auf die bauliche Entwicklung der Kommune ist somit durch das BauGB definiert. Bei der Entstehung des BauGB hatte der Gesetzgeber vor allem die Regelung (städte-)baulicher Belange und nicht das Erreichen von Energie- bzw. Emissionseinsparungen im Sinn. Da diese jedoch zunehmend Auswirkungen auf die städtebauliche Planung haben, besteht der Bedarf für die Weiterentwicklung der Planungsverfahren.

Was genau im Rahmen der Bauleitplanung zum Beispiel in Bezug auf den Klimaschutz geregelt werden kann und wo genau die Kompetenzgrenzen zwischen Bund, Ländern und Kommunen liegen, ist vielfach nicht eindeutig und unterliegt auch einem Wandel. Insbesondere in Bezug auf den Klimaschutz sind aufgrund seiner stark steigenden Bedeutung heute deutlich weitergehende Regelungen und Eingriffe möglich, die in der Vergangenheit als nicht gesetzeskonform angesehen wurden. Ein Beispiel hierfür ist die Solarsatzung der Stadt Marburg. Mit ihrer Nutzungspflicht scheiterte die Stadt im Jahr 2010 vor dem Verwaltungsgericht, da sie aufgrund einer abschließenden Regelung

im damaligen Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) als unzulässig betrachtet wurde.¹

Vorhandene Instrumente auf kommunaler Ebene

Eine Gemeinde hat im Wesentlichen folgende Instrumente, die Entwicklung von Quartieren zu steuern:

1. Der Bebauungsplan wird im Rahmen der Bauleitplanung erstellt und bildet den Rechtsrahmen für die Bebauung des Quartiers. Die Inhalte, das heißt, welche Vorgaben die Gemeinde den Bauenden machen darf, sind im BauGB und in den Landesbauordnungen (LBO) geregelt.
2. Städtebauliche Verträge kann eine Gemeinde mit privaten Akteuren abschließen. Darin wird vereinbart, welche städtebaulichen Maßnahmen diese bei einer privaten Entwicklung umsetzen. Da es sich um eine freiwillige Übereinkunft handelt, können darin nur begrenzt Vorgaben gemacht werden.
3. Kaufverträge für Grundstücke, die von der Gemeinde an andere verkauft werden, sind privatrechtliche Verträge, somit kann die Gemeinde darin beliebige Auflagen für die Käuferinnen und Käufer machen. Allerdings reduzieren die Auflagen möglicherweise das Kaufinteresse.
4. Baubeschlüsse sind ein indirektes Instrument, Vorgaben für die Entwicklung von Grundstücken zu machen. Darin hält der Gemeinderat zum Beispiel fest, dass in allen Bauvorhaben eine Sozialraumquote oder eine energetische Anforderung zu erfüllen ist. Dies stellt dann den Auftrag an die Gemeindeverwaltung dar, diese Vorgaben in den Bebauungsplan sowie in mögliche städtebauliche Verträge oder Kaufverträge aufzunehmen.

Im Folgenden werden relevante Instrumente bei der Quartiersentwicklung aus Sicht von Expertinnen und Experten sowie auf Basis ihrer Erfahrungen geschildert. Als Ergebnis der Expertengespräche haben die Ausführungen keinen Anspruch auf Vollständigkeit und eine rechtlich umfassende Darstellung, sondern geben einen wichtigen Einblick in die Anwendungspraxis aus Sicht der Befragten.

Bauleitplanung

Aufgabe der Bauleitplanung ist es, die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde nach Maßgabe des BauGB vorzubereiten und zu leiten. Bauleitpläne sind der Flächennutzungsplan (vorbereitender Bauleitplan) und der Bebauungsplan (verbindlicher Bauleitplan) (§ 1 BauGB). Im Flächennutzungsplan ist für das ganze Gemeindegebiet die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung nach den voraussehbaren Bedürfnissen der Gemeinde in den Grundzügen darzustellen (§ 5 BauGB). Der Bebauungsplan enthält die rechtsverbindlichen Festsetzungen für die städtebauliche Ordnung. Er bildet die Grundlage für weitere, zum Vollzug des BauGB erforderliche Maßnahmen. Bebauungspläne sind aus dem Flächennutzungsplan zu entwickeln. Ein Flächennutzungsplan ist nicht erforderlich, wenn der Bebauungsplan ausreicht, um die städtebauliche Entwicklung zu regeln (§ 8 BauGB). Der Bebauungsplan ist somit das wichtigste Dokument bei der Entwicklung eines Neubauquartiers, in dem

eine Gemeinde alle relevanten quartierspezifischen Aspekte, die bei der Bebauung zu beachten sind, festlegt.

Im BauGB ist das Verfahren zur Erstellung des Bebauungsplans geregelt. Auch wenn dieser vor allem städtebauliche Aspekte berührt, sind unter anderem auch Umwelt- und Klimaschutzauflagen relevant. So sind bei der Aufstellung der Bauleitpläne unter anderem die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege, sowie insbesondere die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie zu berücksichtigen (§ 1 Abs.6 Ziffer 7f) BauGB). Weiter soll den Erfordernissen des Klimaschutzes sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden (§ 1a Abs. 5 BauGB). Die Regelungen zeigen die wachsende Bedeutung, die der Klimaschutz für die Bauleitplanung hat.

In der Praxis stellt sich allerdings die Frage, wie weit die Befugnis der Gemeinden geht, im Bebauungsplan Vorschriften in Bezug auf den Klimaschutz und die Energieversorgung zu machen. Beispielsweise gibt es unterschiedliche Einschätzungen, ob die Pflicht zur Nutzung von Solarenergie in einen Bebauungsplan aufgenommen werden kann. Die Stadt Kaiserslautern hat im Jahr 2020 erstmals eine Solarpflicht in einen Bebauungsplan aufgenommen und dies ausführlich begründet.² Die Stadt Waiblingen nimmt bereits seit dem Jahr 2006 eine Solarpflicht für Neubauten in ihre Bebauungspläne auf Basis des § 9 Abs. 1 Ziffer 23 b) BauGB auf.³ Allerdings bewertet sie die Festsetzung bislang nicht als rechtlich abschließend sicher und macht die Vorgabe nur für Grundstücke, die von der Gemeinde verkauft werden, und nimmt die Solarpflicht zusätzlich noch in die privatrechtlichen Grundstückskaufverträge auf. Den gleichen Weg hat auch Tübingen eingeschlagen. Auch die Stadt Amberg hat im Jahr 2019 beschlossen, künftig in alle Bebauungspläne eine Photovoltaik-Pflicht aufzunehmen, konkrete Umsetzungserfahrungen sind noch nicht bekannt.⁴ Ebenso hat Hamburg und Berlin ab 2023 eine Solarpflicht, allerdings steht diesen als Bundesländern der Weg offen, Gesetze zu erlassen.

Bislang gibt es keine Rechtsprechung zur Solarpflicht in Bebauungsplänen, da noch nicht dagegen geklagt wurde. Das bedeutet, dass es keine abschließende Sicherheit gibt, ob die Kommunen tatsächlich dazu berechtigt sind, eine Solarpflicht in die Bebauungspläne aufzunehmen. Allerdings stützen alle neueren Gesetzgebungen wie das Bundesklimaschutzgesetz oder auch die Solarpflicht in den Bundesländern Hamburg, Baden-Württemberg und Berlin entsprechende Festsetzungen, sodass das Risiko für die Gemeinden, dass die Regelungen keinen Bestand haben, kontinuierlich sinkt.

Eine Erweiterung der kommunalen Handlungsspielräume ergibt sich aber auch durch weitere Gesetzgebungen. So gibt das im November 2020 in Kraft getretene Gebäudeenergiegesetz (GEG) vor, dass die Gemeinden und Gemeindeverbände von einer Bestimmung nach Landesrecht, die sie zur Begründung eines Anschluss- und Benutzungszwangs für ein Netz der öffentlichen Fernwärme- oder Fernkälteversorgung ermächtigt, auch zum Zwecke des Klima- und Ressourcenschutzes Gebrauch machen können (§ 109 GEG). Dies stärkt die Rechtsposition der

¹ VG Gießen (ZUR 2010, 375).

² <https://www.nachrichten-kl.de/2020/05/29/enstadtppfaff-innovatives-energie-und-mobilitaetskonzept-mit-bundesweiter-strahlkraft/>

³ <https://www.waiblingen.de/ceasy/resource/?id=13924&download=1>

⁴ https://www.sfv.de/artikel/bestimmungen_zur_pv-pflicht_in_amberg

Kommunen bei der Aufnahme eines Anschluss- und Benutzungszwangs in ihre Bebauungspläne.

Das Verfahren der Erstellung des Bebauungsplans und die zu regelnden Inhalte werden vom BauGB vorgegeben. Für die Belange des Umweltschutzes ist eine Umweltprüfung durchzuführen, in der die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ermittelt werden. Sie sind in einem Umweltbericht zu beschreiben und zu bewerten (§ 2 Abs. 4 BauGB). Auch die Öffentlichkeit ist zu beteiligen. Sie soll möglichst frühzeitig über die allgemeinen Ziele und Zwecke der Planung, sich wesentlich unterscheidende Lösungen, die für die Neugestaltung oder Entwicklung eines Gebiets in Betracht kommen, und die voraussichtlichen Auswirkungen der Planung öffentlich unterrichtet werden. Ihr ist Gelegenheit zur Äußerung und Erörterung zu geben. Es wird explizit darauf hingewiesen, dass auch Kinder und Jugendliche Teil der Öffentlichkeit in diesem Sinne sind und somit auch beteiligt werden müssen (§ 3 BauGB). Darüber hinaus ermöglicht das BauGB den Ländern, dass auf Landesrecht beruhende Regelungen in den Bebauungsplan als Festsetzungen aufgenommen werden können (§ 9 Abs. 4 BauGB).

Städtebauliche Verträge

Eine Gemeinde kann bei der Entwicklung von Quartieren auch mit privaten Akteuren zusammenarbeiten und mit ihnen städtebauliche Verträge abschließen (§ 11 BauGB). Gegenstände eines städtebaulichen Vertrags können insbesondere sein:

- Vorbereitung oder Durchführung städtebaulicher Maßnahmen durch den Vertragspartner auf eigene Kosten
 - Neuordnung der Grundstücksverhältnisse, die Bodensanierung und sonstige vorbereitende Maßnahmen
 - Förderung und Sicherung der mit der Bauleitplanung verfolgten Ziele, insbesondere die Grundstücksnutzung, zum Beispiel auch bezüglich baukultureller Belange, oder die Deckung des Wohnbedarfs von Bevölkerungsgruppen mit besonderen Wohnraumversorgungsproblemen
 - Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung
 - Anforderungen an die energetische Qualität von Gebäuden
- Konkret bedeutet dies, dass erhöhte Anforderungen an die Gebäudeeffizienz oder andere Klimaziele vereinbart werden können.

Grundstückskaufverträge

Üblicherweise versuchen die Gemeinden zu Beginn der Entwicklung eines Neubauquartiers, die Grundstücksflächen zu erwerben, wenn sich diese noch nicht in ihrem Eigentum befinden, und nach Konzeption des Quartiers und Erstellung des Bebauungsplans die baureifen Grundstücke zu verkaufen. Dies hat nicht nur den Vorteil, dass die Erlöse aus der Wertsteigerung des Baulandes zur Deckung der Kosten für die Infrastruktur im Quartier genutzt werden können (dies bezieht sich zum Beispiel auch auf den Bau von Kindergärten und Schulen), sondern dass in die Grundstückskaufverträge auch spezifische Anforderungen für die Bebauung aufgenommen werden können, die der Bebauungsplan möglicherweise nicht zulässt. Da es sich um privatrechtliche Verträge handelt, gibt es keine gesetzlichen Einschränkungen für die Anforderungen, die die Gemeinde stellt. Eine Untersuchung des Deutschen Instituts für Urbanistik (difu) ergab, dass die untersuchten Gemeinden unter anderem folgende energetische Anforderungen in die Kaufverträge aufgenommen haben:

- Anschluss an ein bestehendes Wärmenetz
- Erreichung eines die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) übersteigenden energetischen Gebäudestandards, orientiert an den Energieeffizienzhaus-Standards der KfW-Förderprogramme einschließlich entsprechender Nachweispflichten
- Bindungen in Bezug auf die Deckung des Restwärmebedarfs (z. B. Heizsysteme, deren Emissionswerte nicht höher sind als die von Gasbrennwertanlagen)
- Einbau von solarthermischen Anlagen
- Nutzung von Dachflächen zur Stromerzeugung aus solarer Strahlungsenergie entweder im Eigenbetrieb oder auf der Basis von Contracting-Modellen⁵

Klimaschutzgesetze der Länder

Zusätzlich zu den Landesbauordnungen nutzen die Länder auch die Möglichkeit, in Landesklimaschutzgesetzen Regelungen zum kommunalen Klimaschutz zu erlassen. Momentan haben in Deutschland elf der 16 Bundesländer ein Klimaschutzgesetz verabschiedet. Darin sind konkrete Klimaschutzziele sowie Mittel und Verfahren verankert, mit denen die Ziele erreicht werden sollen. Folglich geht es um die Planung des Klimaschutzes, die Vorbildwirkung der öffentlichen Hand und das regelmäßige Monitoring der Effektivität der Maßnahmen für die Erreichung der gesetzten Ziele. Die Klimaschutzgesetze sind handlungsleitend für die jeweilige Landesregierung und ihre Verwaltung. Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen können grundsätzlich erst durch weitere gesetzliche Maßnahmen verpflichtet werden, zum Erreichen der Klimaschutzziele in einzelnen Bereichen beizutragen. Die Vorgaben sind je nach Ausgestaltung der Klimaschutzgesetze auf den Bestand und/oder den Neubau anzuwenden. Allerdings überwiegen diejenigen für den Neubau. Durch die länderspezifischen Bauordnungen und Klimaschutzgesetze ergibt sich aus deutschlandweiter Perspektive ein Flickenteppich unterschiedlicher Vorgaben für nachhaltige Versorgungskonzepte.

Informelle Pläne

Eine weitere Möglichkeit, kommunale Klimaziele im Bebauungsplan zu integrieren, sind informelle Entwicklungspläne. Nach § 1 Abs. 6 Ziffer 11 BauGB sind bei der Aufstellung der Bauleitpläne die Ergebnisse eines von der Gemeinde beschlossenen städtebaulichen Entwicklungskonzepts oder einer von ihr beschlossenen sonstigen städtebaulichen Planung zu berücksichtigen. Wenn diese Entwicklungskonzepte (beispielsweise Mobilitätskonzept, Regenrückhaltekonzept, Energienutzungsplan) Vorgaben enthalten, die über die üblichen Regelungsmöglichkeiten des Bebauungsplans hinausgehen, stellt dieser Weg eine Alternative dar.

Regelungen für Sanierungsgebiete

Unter dem Begriff des „Besonderen Städtebaurechts“ regelt das BauGB den Umgang mit Bestandsquartieren, der teilweise auch Klimaschutzaspekte umfasst. Damit erhalten die Kommunen die Möglichkeit, auf spezifische städtebauliche Herausforderungen zu reagieren. Dazu zählen insbesondere Defizite im städtebaulichen Bestand, die häufig ganze Quartiere betreffen, die nachhaltig stabilisiert und aufgewertet werden müssen

⁵ Bunzel, A.; v. Bodelschwingh, F.; Michalski, D. (2017): Klimaschutz in der verbindlichen Bauleitplanung, Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, Berlin.

Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen sind Maßnahmen, durch die ein Gebiet zur Behebung städtebaulicher Missstände wesentlich verbessert oder umgestaltet wird. Städtebauliche Missstände liegen vor, wenn das Gebiet nach seiner vorhandenen Bebauung oder nach seiner sonstigen Beschaffenheit den allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse oder an die Sicherheit der in ihm wohnenden oder arbeitenden Menschen nicht entspricht, das gilt auch im Hinblick auf Klimaschutz und Klimaanpassung (§ 136 Abs. 2 Ziffer 1 BauGB). Energetische Missstände können Auslöser für die Ausweisung eines Sanierungsgebiets sein, jedoch muss noch ein weiterer Missstand hinzukommen, zum Beispiel städtebaulich oder sozialräumlich. Klimaschutz und Klimaanpassung sind ein Treiber für die Sanierung. So sollen städtebauliche Sanierungsmaßnahmen dazu beitragen, dass die bauliche Struktur im Bundesgebiet nach den allgemeinen Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung sowie nach den sozialen, hygienischen, wirtschaftlichen und kulturellen Erfordernissen entwickelt wird (§ 136 Abs. 4 Ziffer 1 BauGB). Es können auch energetische Quartierskonzepte Grundlage für die Ausweisung von Sanierungsgebieten sein. Die förmliche Festlegung des Sanierungsgebiets erfolgt durch die Sanierungssatzung nach § 142 BauGB. Die Sanierungsmaßnahmen sind in der Regel mit Mitteln der Städtebauförderung verbunden.

Stadtumbaumaßnahmen sind Maßnahmen, durch die in von erheblichen städtebaulichen Funktionsverlusten betroffenen Gebieten Anpassungen zur Herstellung nachhaltiger städtebaulicher Strukturen vorgenommen werden. Erhebliche städtebauliche Funktionsverluste liegen unter anderem vor, wenn die Anforderungen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung nicht erfüllt werden (§ 171a Abs. 2 BauGB). Die Stadtumbaumaßnahmen werden auf Grundlage eines von der Gemeinde aufzustellenden städtebaulichen Entwicklungskonzepts beschlossen (§ 171b Abs. 2 BauGB).

Nutzung der aktuell verfügbaren Instrumente

Die Beschreibung der Stadtplanungsinstrumente zeigt, dass die Kommunen Instrumente haben, um den Klimaschutz in die Stadtplanung zu integrieren. Allerdings unterscheiden sich die Gestaltungsmöglichkeiten von Bundesland zu Bundesland und der Gestaltungsraum ist nicht klar vorgegeben und kann von den jeweiligen Stadtplanungsämtern unterschiedlich ausgelegt werden. Ambitioniertere Klimaschutzmaßnahmen, wie eine Solarpflicht in die Bauleitplanung zu integrieren, bedürfen des persönlichen Engagements, aber auch der fachlichen Unterstützung, um die rechtlichen und technischen Herausforderungen zu meistern. Darüber hinaus müssen die politischen Entscheidungs-

träger davon überzeugt werden, die Maßnahmen zu unterstützen. Bislang schrecken die meisten Kommunen davor noch zurück. Die Experteninterviews und Praxisbeispiele haben gezeigt, dass Stadtplanungsinstrumente unterschiedlich genutzt wurden. Bei einigen wurde eine sehr umfangreiche Anwendung beschrieben. Zudem wurden große Unterschiede zwischen Bestands- und Neubautwicklungen identifiziert. Gerade in Gesprächen mit kommunalen Vertreterinnen und Vertretern wurde deutlich, dass eine wichtige Grundlage für klimaneutrale Impulse aus der Stadtplanung die Verbindung von spezifischen, kommunalpolitisch festgelegten Emissionseinsparzielen, einer gesamtheitlichen strategischen Energieleitplanung und den genannten Instrumenten darstellt.

Fazit

Die systematische Integration des Klimaschutzes in die Stadtplanung ist unerlässlich, um die bundesweiten Klimaschutzziele zu erreichen. Die bisherigen Handlungsmöglichkeiten der lokalen Akteure sind allerdings begrenzt und die Ausschöpfung des Handlungsrahmens erfordert ein hohes Engagement und Risikobereitschaft. Sinnvoll wäre deshalb, sowohl die bestehenden Erfahrungen mit der umfassenden Nutzung von Klimaschutzmaßnahmen in der Stadtplanung auszuwerten und den Kommunen als Empfehlung an die Hand zu geben, als auch den gesetzlichen Rahmen weiter auszubauen. Darüber hinaus wäre es hilfreich, den Kommunen Unterstützung und Finanzmittel zum Aufbau von Know-how und Kapazitäten in den Stadtplanungsämtern zur Verfügung zu stellen, um die Integration von Energie- und Klimaschutzplanung in die Stadtplanung aktiv voranzutreiben. Zu untersuchen wäre hier, inwiefern die Aktivitäten im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative unterstützt werden können.

Wenn die Richtschnur eingehalten werden soll, dass ab 2025 bzw. spätestens 2030 bei allen Sanierungs- bzw. Neubauhäusern Klimaneutralität bis 2045 als Ziel (auch durch einen aufgezeigten systemkompatiblen Transformationspfad) hinterlegt sein muss, dann sollten die Akteure in den Stadtplanungsämtern bzw. Energie- und Klimaschutzstabstellen schnell mit zielführenden Instrumenten ausgestattet werden. Denn der momentan nötige Aufwand (personell und finanziell, beispielsweise für Rechtsberatung) auf kommunaler Ebene kann in der Regel schwer gestemmt werden bzw. die Gestaltungsräume stellen sich für Kommunen als zu komplex heraus. Dabei wäre es hilfreich, die gesetzlichen Rahmenbedingungen für die städtebauliche Planung um Elemente des Klimaschutzes zu ergänzen, z. B. durch die gezielte Erweiterung des Festsetzungskatalogs des § 9 BauGB um Elemente, die die Klimaneutralität ermöglichen.



Fokusthema 2:

Portfoliomanagement

Rund 40 Prozent der vermieteten Wohneinheiten in Deutschland sind im Eigentum kommerzieller, genossenschaftlicher oder öffentlicher Träger und Unternehmen.¹ Gerade diesen Akteuren kommt eine besondere Rolle bei der Entwicklung von klimaneutralen Quartieren zu: Sie denken strategisch und entwickeln ihr Portfolio und damit ihre Immobilien beständig weiter – baulich wie infrastrukturell. Oft besitzen die Akteure mehr als nur eine Immobilie oder Wohnung innerhalb eines Quartiers. Ein guter Ansatzpunkt also, um Klimaneutralität und Synergien im Quartier zu fördern und zu verankern.

Vor diesem Hintergrund hat sich das Denken in Quartieren bereits in den letzten Jahren in der Wohnungswirtschaft verbreitet. Auch im Quartiersmanagement selbst hat sich eine Akzentverschiebung der Inhalte ergeben: Wurde Quartiersmanagement noch bis vor ungefähr fünf bis zehn Jahren nahezu ausschließlich aus einer sozialplanerischen Perspektive betrieben, gibt es heute deutlich mehr Aufgabenstellungen, mit denen man sich befasst, zum Beispiel mit der Infrastruktur im Quartier oder Aspekten von Klimaschutz und Klimaanpassung. Für die meisten Wohnungs- und Immobilienunternehmen ist es mittlerweile Standard geworden, bei der Bewirtschaftung der Bestände und der Aufwertung oder Modernisierung von Wohnungsbeständen eine Quartiersperspektive einzunehmen. Allerdings gibt es keine einheit-

liche Auffassung darüber, wie ein Quartier abzugrenzen ist. Einige Wohnungsunternehmen gehen von einer engen Quartiersdefinition aus und beschränken ihre Betrachtung nur auf Wohnungen oder Gebäude, die sich in räumlicher Nähe zu ihrem eigenen Bestand befinden, auch wenn es sinnvoll wäre, weitere Wohnungsbestände mit einzubeziehen, weil Wirkbezüge bestehen.

Das Portfoliomanagement bildet vor allem für die im Projekt „Klimaneutrale Quartiere und Areale“ identifizierten Gebiete, die Typ 1 „Transformation zur Klimaneutralität aus einer Hand“ und Typ 2 „Klimaneutralität aus einer Hand“ entsprechen, eine wichtige Grundlage im Entwicklungsimpuls. Im Portfoliomanagement werden die Entwicklungsgrundlagen bzw. die Ziele des jeweiligen Vorhabens definiert. Es ist als kontinuierlicher Prozess zu verstehen, der mithilfe (digitaler) Tools entlang standardisierter Abläufe und übergeordneter Ziele zur Optimierung des eigenen Immobilienportfolios betrieben wird. Dem Begriff „Immobilienportfolio“ liegt dabei – mehr als bei Verwendung des Begriffs „Immobilienbestand“ – der Gedanke der Optimierung unter Berücksichtigung des Renditerisikos sowie der Bewirtschaftung zugrunde. Der Fokus liegt stark auf bereits bestehenden Wohnungen, auch wenn Abriss und/oder Neubau konkrete (Norm)Strategien darstellen, um das eigene Portfolio aufzuwerten.

Entscheidend für das Verständnis des heutigen Managementprozesses ist eine historische Einordnung seiner Entstehung. Die Art der Bewirtschaftung von Immobilien seit 1945 kann in drei Zeitblöcke eingeteilt werden: In der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg

¹ Spars, Guido (09.07.2018): Die Etablierung großer Wohnkonzerne und deren Folgen für die Stadtentwicklung. Beitrag auf der Website der Bundeszentrale für politische Bildung, verfügbar online unter: <https://www.bpb.de/politik/innenpolitik/stadt-und-gesellschaft/216870/etablierung-grosser-wohnkonzerne>

bis weit in die 1970er Jahre hinein war es das vorrangige Ziel, zerstörte Wohnungsbestände wieder aufzubauen oder durch neue zu ersetzen, um damit für die wachsende Bevölkerung in einer prosperierenden Bundesrepublik Deutschland ausreichend Wohnraum zur Verfügung zu stellen. Vor allem der Neubau erwies sich als wichtiges Geschäft. In der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) lag der Fokus fast ausschließlich auf dem Neubau. Birgit Sander schreibt hierzu: „Ziel der Wohnungspolitik war es, der gesamten Bevölkerung eine ausreichende Wohnraumversorgung zu niedrigen Preisen zu gewährleisten. Die Wohnungsbaupolitik war ausgerichtet auf eine ‚systematische Verjüngung‘ der Wohnsubstanz: Der Neubau erhielt Priorität und wurde weitgehend zu Lasten der Bestandspflege betrieben; Maßnahmen zur Instandhaltung und Instandsetzung wurden nur in geringem Umfang, grundlegende Sanierungen fast gar nicht durchgeführt. Trotzdem war die Wohnungsbautätigkeit seit Mitte der achtziger Jahre stark rückläufig [...]“²

Insbesondere ab 1990 wurde dann in der wiedervereinigten Bundesrepublik der Fokus auf die Sanierung des vorhandenen Bestands gelegt. Ab der Jahrtausendwende sorgten die Privatisierung³ kommunaler Bestände und die Effekte der Globalisierung dafür, dass neue Instrumente zur Optimierung von Unternehmen genutzt wurden: Insbesondere Entscheidungen über Wohnungsbestände sollten besser fundiert und Risiken minimiert werden. Zu diesen Entscheidungen gehören insbesondere:

- die Art der Bewirtschaftung
- die Durchführung von Modernisierungen, insbesondere deren Gegenstand und Umfang
- die Veräußerung von Beständen und/oder deren Abriss
- der Erwerb und/oder der Neubau von Beständen

Die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft orientierte sich im Zuge der oben genannten Entwicklungen an zwei Theorien: einerseits an der finanzwirtschaftlich geprägten Theorie der Portfolio Selection, die einen Risiko-Rendite-Ausgleich innerhalb des Portfolios anstrebt, aber mehr noch am Marktanteils- und Marktwachstums-Portfolio der Boston Consulting Group. Inspiriert durch diese betriebswirtschaftlichen Theorien und Modelle hat sich eine auf Wohnungsbestände zugeschnittene Theorie des Portfoliomanagements entwickelt, die sich über die Jahre weiterentwickelt und verbessert hat.⁴

Die Bewertung des Portfolios und die daraus folgenden Handlungen können als wichtige Impulse für größere Neubau- und

mehr noch Sanierungsvorhaben gelten. Quartiere bilden hier einen besonderen Ansatzpunkt, insofern die Eigentümerschaft sich homogen gestaltet, etwa wenn das jeweilige Unternehmen über mehrere lokale Liegenschaften verfügt, die zusammen als Quartier betrachtet werden können. Des Weiteren betreffen Entscheidungen der Akteure im Rahmen des Portfoliomanagements bedeutende Wirtschaftszweige: Bauwirtschaft, Handwerk und Forschung knüpfen hier an. Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen wird es als wichtig betrachtet, die Entstehung, die Weiterentwicklung und die Anwendung von Portfoliomanagement und die Ableitung von Entscheidungen in einem Portfolioprozess im Kontext Klimaneutralität näher zu beleuchten. Dargestellt werden soll hier zunächst der theoretisch-abstrahierte Prozess, der die äußerst heterogenen Strukturen und Unternehmen auf wichtige Eckpfeiler des Portfoliomanagements reduziert. Dies betrifft insbesondere die jeweiligen Rahmenbedingungen, die nicht nur etwa von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedliche Faktoren beinhalten, sondern auch bis hin zur kommunalen Ebene konkrete Anforderungen stellen, die sich im Portfoliomanagement niederschlagen.

Status quo

Tools und Programme

Durch den fortschreitenden technischen Wandel stehen den Akteuren digitale Tools zur Verfügung, die dabei helfen, die oben genannten Geschäftsmodelle der Maximierung etwa von Unternehmens- oder Gebäudewerten umzusetzen. Ziel ist es, die Objekte, über die eine Entscheidung herbeizuführen ist, in einer zwei-, drei- oder mehrdimensionalen Portfoliomatrix nach sinnvollen Bewertungsaspekten zusammenzuführen und darzustellen. Durch die Lage der einzelnen Objekte innerhalb der Portfoliomatrix lassen sich Gruppen identifizieren, deren Merkmale vergleichbar bewertet werden und auf die ähnliche Strategien (sogenannte Normstrategien) angewandt werden können. Dazu existieren verschiedene Arten der Portfolioanalyse, die auf Aspekten wie etwa Marktattraktivität oder Wettbewerbsstärke fußen. Seit der Jahrtausendwende sind daher mehrere Analysemodelle entstanden, die sich hinsichtlich der Dimensionen, mit denen die Achsen besetzt werden, und auch hinsichtlich ihrer Detailgenauigkeit und Komplexität unterscheiden. Im Kern werden die beiden Hauptachsen mit der Attraktivität des Objekts und des Standorts beschriftet. Objektattraktivität erfasst sämtliche Merkmale der Ausstattung und Beschaffenheit, Standortattraktivität erfasst alle Aspekte, die mit der Lage des Objekts zusammenhängen. Nach jetzigem Stand sind in Portfoliomanagement-Tools überwiegend Gebäude und Wohnungen als Basisobjekte abgebildet. Zwar werden über Datenverknüpfungen vorhandene Quartiersdefinitionen als Beschreibungs- und Unterscheidungsmerkmale hinzugefügt, aber Auswertungen und die Ableitung von Normstrategien erfolgen überwiegend gebäudeorientiert. Hier wären quartiersorientierte Ansätze sinnvoll, die das Quartierskonzept auf einer analytischen Betrachtungsebene einbeziehen, allerdings muss man solche Konzepte IT-technisch noch als herausfordernd ansehen. Insbesondere die Verknüpfung von Infrastrukturen oder quartierseigenen, etwa energetischen, Potenzialen und ihre Darstellung in EDV-Systeme

² Sander, Birgit (1994): Anpassungsprozesse in der ostdeutschen Wohnungswirtschaft: Analyse und Bewertung, Kieler Diskussionsbeiträge, No. 224/225, ISBN 3894560657, Institut für Weltwirtschaft (IfW), Kiel, S. 7.

³ Hierzu etwa die Ausarbeitung des Wissenschaftlichen Dienstes des Bundestages; Wissenschaftliche Dienste, Ausarbeitung WD 5 – 3000 - 009/13 Se, 2012, verfügbar online unter: <https://www.bundestag.de/resource/blob/407466/37572862ca3f8cb0bb878530da3e94f3/WD-5-009-13-pdf-data.pdf>

⁴ Vgl. hierzu: Mändle, Eduard (1997): Portfolio-Analyse in der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, S. 651, in: Mändle, Eduard; Galonska, Jürgen (Hrsg.): Wohnungs- und Immobilien-Lexikon, Nürtingen/Bochum, 1997, S. 651–653. Eichener, Volker; Schauerte, Martin; Klein, Kerstin (2002): Zukunft des Wohnens. Perspektiven für die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Rheinland und Westfalen, Bochum, Februar 2002, S. 182, in: Schriftenreihe „Zukunft des Wohnens“ des Verbandes der Wohnungswirtschaft Rheinland Westfalen e.V., Band 1. Neitzel, Michael (2003): Leitfaden Portfolio-Management. Portfolio-Management zur Strukturierung des Wohnungsbestandes und zur Erarbeitung von Handlungsstrategien, Bochum, 28. Oktober 2003, S. 3 f. (entstanden im Projekt „Niedrigenergiehaus im Bestand“ im Auftrag der Deutschen Energie-Agentur GmbH, dena).

men könnten Synergien zwischen einzelnen Gebäudeteilen besser abbilden und damit zu konkretem Handeln bewegen.

Aktueller Managementprozess

Eine wichtige Rolle spielen auch die rechtlichen, technischen, ökologischen, sozialen und unternehmensinternen Rahmenbedingungen, da diese einen Einfluss auf die im Prozess ausgewählten Handlungsoptionen haben. Dabei ist zu unterscheiden zwischen explizit einzuhaltenden, etwa rechtlichen, Rahmenbedingungen und solchen, aus denen keine verbindlichen Vorgaben resultieren. Zusammen mit einer Analyse der Ausgangsbedingungen, die zumeist Markt, Standort und Gebäude selbst betreffen, kann mit einer Voranalyse zum Portfolio begonnen werden. Je nach Regelungsintensität kann die Wahlfreiheit für die späteren Normstrategien dann sehr eingeschränkt oder sehr weit sein. Somit bietet sich hier in der praktischen Anwendung ein breiter, lokal spezifischer Ergebnisraum. Die Analyse von Marktbedingungen und Standorteigenschaften zeigt auf, wie sich Märkte und die Standorte entwickeln und wie sich die eigenen Immobilien in den nächsten Jahren positionieren lassen. Eine Rolle spielen demografische, ökonomische, gesellschaftliche und soziale Aspekte. Im Vordergrund stehen dabei die Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung in unterschiedlichen Regionen sowie die Entwicklung der Wohnkraft in Abhängigkeit von der Nachfrage- und Einkommensentwicklung. Anzumerken ist, dass die zeitliche Dimension der Bewertung hier nicht unbedingt abgebildet wird. Wie genau welche Faktoren gewertet werden, ist abhängig von den oben genannten Rahmenbedingungen und von der Gewichtung der jeweiligen Faktoren in der Analyse durch die Akteure. Die Analyse der Markt- und Standortbedingungen sowie der gebäudebezogenen Faktoren stellt zunächst nur eine Datenermittlung dar. Die Ergebnisse der Ermittlung fließen später in die Portfolioanalyse zur Strukturierung des Gebäudeportfolios ein.

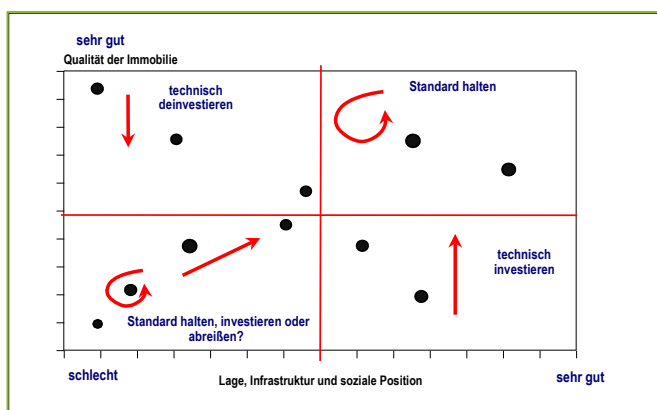


Abbildung 1: Einfaches Analysemodell und daraus resultierende Normstrategien (Quelle: Michael Neitzel, InWis)

Abgeleitet aus der Lage der Wohnungen oder Gebäude innerhalb eines der mehrdimensionalen Koordinatensysteme und unter Zuhilfenahme der beschriebenen Rahmenbedingungen lassen sich verschiedene Norm- oder Basisstrategien ableiten. Diese werden hier komplexitätsreduziert mit den oben beschriebenen zwei Achsen der Attraktivität von Standort und Objekt wiedergegeben. Damit soll der Prozess zur Entscheidung über die Be-

Energetische Potenziale innerhalb eines Quartiers sind nicht die dominierende Zielgröße, sondern wirken im Zusammenspiel mit anderen Zielsetzungen und Rahmenbedingungen, um die (nachhaltige) Bewirtschaftung sicherzustellen.

handlung von Wohnungsbeständen deutlich vereinfacht werden. Eine Darstellung der Normstrategien findet sich Abbildung 1.

Versteht man Portfoliomanagement vorrangig als Konzept und sieht die Ergebnisse aus IT-Systemen als eine analytische Grundlage, dann finden Quartiersbetrachtungen im Anschluss an den Einsatz von Portfolioanalyse und Klassifizierungen statt. Dies muss man sich so vorstellen, dass die aus einem Portfoliomanagement-System für ein Gebäude ermittelte Bewertung in einem Geografischen Informationssystem (GIS) als Markierung angeheftet wird, quartiersbezogene Rahmendaten ergänzend betrachtet werden und dann in einem händischen Planungsverfahren ein optimaler Maßnahmenkatalog für die Weiterentwicklung der Wohnungsbestände erarbeitet wird. Die Integration einer quartiersbezogenen Betrachtung findet insofern eher selten direkt in Portfoliomanagement-Tools statt, sondern erfolgt im (Portfolio-)Entscheidungsprozess in einem nachgelagerten Arbeitsschritt. Man muss diesen Arbeitsschritt bzw. die Phase nach der Portfolioanalyse bis hin zur Entscheidung als diskursiven Prozess begreifen, in dem verschiedene Abteilungen von Wohnungsunternehmen zusammenwirken, um sämtliche finanzwirtschaftlichen, baulich-technischen, ökologischen und sozialen Rahmenbedingungen – also alle relevanten Nachhaltigkeitsdimensionen – unter Berücksichtigung der Unternehmensziele in Einklang zu bringen und dann die geeignete Maßnahmenkombination zu wählen.

Quartiersansatz ermöglichen

Für die Umstellung der Energieversorgung auf höhere Anteile erneuerbarer Energien ist es sinnvoll, das Quartier als Bezugsrahmen zu setzen und nicht nur die Bereitstellung von Wärme und Warmwasser zu betrachten, sondern im Rahmen der Sektorenkopplung die Stromversorgung und E-Mobilität einschließlich der erforderlichen Ladeinfrastruktur mitzudenken. So können integrierte, sektorübergreifende Strom-, Wärme- und Mobilitätskonzepte entwickelt werden. Diese Maßnahme erfordert bereits größeren Planungs- und investiven Aufwand. Monika Fontaine-Kretschmer schreibt im Forum „Wohnen und Stadtentwicklung“ zur konkreten Ausgestaltung im Rahmen von Quartieren: „Bei der energetischen Modernisierung eines Quartiers ist eine ganzheitliche Herangehensweise unumgänglich: Sie deckt alle städtebaulichen, sozialen, ökonomischen und ökologischen Aspekte ab. Tenor: Weg von der Einzelgebäude-, hin zur Quartiersbetrachtung.“⁵ An selber Stelle wird hier ein Quartiersleitfaden

⁵ Fontaine-Kretschmer, M.: Nachhaltiger Klimaschutz im Bestand. Neue EU-Klimaziele erhöhen den Handlungsdruck, in: Forum Wohnen und Stadtentwicklung, 2020, Heft 6, November – Dezember 2020, G 3937 D, verfügbar online unter: https://www.iw2050.de/wp-content/uploads/2020/12/vhw_Nachhaltiger_Klimaschutz_Im_Bestand.pdf

erwähnt, der durch die Unternehmensgruppe Nassauische Heimstätte entwickelt wurde. Für sektorübergreifende Konzepte gibt es momentan allerdings noch sehr viele Hemmnisse für die Wohnungswirtschaft – fehlende Klarheit bezüglich der Definition von Kundenanlagen, gewerbesteuerliche Hemmnisse bei Wohnungsunternehmen sowie hohe Komplexität bei Steuern, Abgaben und Meldepflichten –, für deren Behebung etwa verbesserte, zielgerichtete Rahmenbedingungen nötig sind.⁶ Auch die Kostenneutralitätsbetrachtung im Rahmen der Wärmelieferverordnung sowie ungünstige Rahmenbedingungen für Mieterstrom tragen zu einem schwierigen Investitionsumfeld bei.⁷

Das Portfoliomanagement der Immobilienwirtschaft bietet keine systemischen Ansatzpunkte für die Umsetzung der Klimaneutralität im Quartier, insbesondere da die Klimaneutralität sehr heterogene Anforderungen mit sich bringt.

Grundsätzlich ist es aus heutiger Sicht und im Quartierskontext sinnvoll, relevante Akteure frühzeitig in den Prozess zur Entscheidung über die Weiterentwicklung von Quartieren und/oder von Wohnungsbeständen mit einzubinden. Dies kann und sollte regelmäßig geschehen, wenn nach der Portfolioanalyse unterschiedliche Maßnahmenalternativen für die Weiterentwicklung von Wohnungsbeständen erarbeitet werden. Hier können Betreiber beispielsweise von Heizungsanlagen oder Verteilnetzen oder Versorger ihr Know-how einbringen.

Klimaneutralität als Transformationsprozess

Zu der Frage der Klimaneutralität und dem Erreichen von Klimaschutzziele, die für das Jahr 2045 formuliert worden sind, setzt derzeit ein Bewusstseinswandel in der Wohnungswirtschaft ein. Unter anderem hat die Zielsetzung in der Energieeinsparverordnung (EnEV) und im Gebäudeenergiegesetz (GEG) einer deutlich verstärkten Vermeidung von Treibhausgasemissionen dazu geführt, sich mit der Frage der Klimaneutralität intensiver zu beschäftigen. Dies geschieht sowohl auf Ebene der wohnungswirtschaftlichen Verbände als auch auf Unternehmensebene, wie das Beispiel der Initiative „Wohnen 2050“ zeigt. Hier wird unter anderem versucht, Klimaneutralität mithilfe von digitalen Tools in Prozesse des Portfoliomanagements einfließen zu lassen: „Zehn Monate nach dem Start hat die IW.2050 nun schon das dritte praxisnahe Excel-Werkzeug bereitgestellt, um einen klimaneutralen Wohnungsbestand bis zum Jahr 2050 zu realisieren. Das neue Finanzierungswerkzeug komplettiert das Anfang 2020 erstellte CO₂-Bilanzierungswerkzeug sowie das zur Jahresmitte entstandene Technik-Werkzeug. Alle drei stehen den Partnern uneingeschränkt zur Verfügung, damit diese eine

eigene Klimastrategie für ihr Unternehmen aufbauen können. Zudem helfen sie auch, die Auswirkungen auf die jeweiligen Liegenschaften sowie auf die betriebswirtschaftlichen Bilanzen zu analysieren und zu bewerten.“⁸ Dies sind wichtige Werkzeuge im Hinblick auf eine standardisierte Integration der Zielgröße CO₂.

Auch angesichts der öffentlichen Diskussion über die Klimaziele erfahren Maßnahmen, die dem Klimaschutz und der Klimaanpassung dienen, eine stärkere Gewichtung, weil davon auszugehen ist, dass Mieterhaushalte ihre Entscheidung über die Anmietung einer Wohnung auch unter solchen Aspekten treffen. In (sehr) angespannten Märkten werden Haushalte solche Entscheidungskriterien geringer gewichten, weil es im Vordergrund steht, überhaupt eine Wohnung zu einem angemessenen Preis zu finden. Dennoch ist es für Wohnungsunternehmen zentral, dass Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Erreichen der Klimaneutralität wirtschaftlich realisiert werden können. Typische Entscheidungsmodelle der Wohnungswirtschaft setzen einen Betrachtungszeitraum von 20, oft auch 30 Jahren an. Diese Zeiträume sind ausreichend, damit sich auch umfangreichere Investitionen amortisieren, wenn nach einer Modernisierungsmaßnahme die Nettokaltmiete – für eine notwendige Mindestrendite angemessen – erhöht werden kann. Maßnahmen zur Erreichung des Ziels der Klimaneutralität werden oft nicht aufgrund der technischen Komplexität oder anderer genannter Parameter nicht umgesetzt, sondern weil die Rahmenbedingungen aus Sicht der Unternehmen keine ausreichende Wirtschaftlichkeit sicherstellen.

Die Wohnungswirtschaft setzt im momentanen regulatorischen Umfeld vermehrt auf den Einsatz erneuerbarer Energien, da so Klimaneutralität kostengünstiger erreicht werden kann als über steigende energetische Anforderungen an die Gebäudehülle.⁹ Eine Hocheffizienzsanierung wird als Kostentreiber angesehen und kann die Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen gefährden. Bezüglich der Gebäudehülle soll so weit gegangen werden, dass eine Niedertemperaturbeheizung möglich wird.

Fazit

Angesichts des derzeitigen Entwicklungsstands von Portfoliomanagement-Systemen erscheint der Zeitpunkt der Entwicklung von konkreten Standardansätzen, wie etwa der stetigen Erschließung von energetischen Potenzialen im Quartierskontext, als geeignet, um die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung hin zu einem klimaneutralen Quartier zu erhöhen. Die Umsetzbarkeit von Quartierslösungen könnte durch eine bessere Abbildung der technischen Möglichkeiten der Verknüpfung von Potenzialen in Portfoliomanagement-Programmen gesteigert werden. Analog zu den anderen Factsheets stellt sich hier die Frage des konkreten Beitrags des Portfoliomanagements zum Klimaneutralitätsziel 2045. Sie ist nicht leicht zu beantworten: Es gibt seitens der Wohnungswirtschaft den Bedarf, speziell mit Blick auf Klimaneu

⁶ Etwa: GdW-Position: Ein klimaneutraler Gebäudebestand benötigt eine neue Klimapolitik 4.0 mit klarer sozialer Komponente, 2019: 8-11, verfügbar online unter: https://www.gdw.de/media/2020/06/19_02_07_position_klima.pdf

⁷ ebd.

⁸ Brockert, A., 2021: 58 in: Die Wohnungswirtschaft 01 / 2021, (74), 58–59, verfügbar online unter: https://www.iw2050.de/wp-content/uploads/2021/01/DW_01_2021_Jetzt_das_Richtige_tun.pdf

⁹ GdW Position - Ein klimaneutraler Gebäudebestand benötigt eine neue Klimapolitik 4.0 mit klarer sozialer Komponente, 2019: 8-11, online unter: https://www.gdw.de/media/2020/06/19_02_07_position_klima.pdf

tralität gute Beispiele zu entwickeln, die unter den in einem lokalen Markt und einem speziellen Quartier vorgegebenen Rahmenbedingungen wirtschaftlich umsetzbar sind und eine nachhaltige Bewirtschaftung gewährleisten. Standardisierungsansätze ließen sich etwa durch ein stärker energetisch oder an Klimaneutralität orientiertes Portfoliomanagement schaffen. Die Einbeziehung dieser Komponenten ergibt sich auch aus den Rahmenbedingungen und dabei vor allem aus den Anforderungen, die an die Eigentümer gestellt werden.

Ein weiterer Impuls zu Klimaneutralität und zu Quartiersansätzen könnte deshalb aus der CO₂-Bepreisung im Gebäudesektor kommen, konkret aus der Wärme: „Seit dem 01.01.2021 läuft die Einführungsphase für den CO₂-Emissionshandel im Wärmebereich, die für die fossilen Brennstoffe Gas und Öl ansteigende CO₂-Preise von zunächst 25 Euro je Tonne vorsieht. Durch den CO₂-Preisanteil an den Brennstoffkosten sollen Investitionsanreize für energetische Maßnahmen im Gebäudebereich geschaffen werden.“¹⁰ Die dena hat hierzu bereits ein Positionspapier herausgegeben, das neben dem Status quo und in der Öffentlichkeit diskutierten Meinungen auch einen eigenen Vorschlag beinhaltet. Dieser soll neben den Mieterinnen und Mietern auch die Vermieter an der neuen Abgabe beteiligen, insofern die vermietete Immobilie gemäß Energie-/Verbrauchsausweis eine unterdurchschnittliche Energiebilanz aufweist. „Kern des dena-Vorschlags ist eine an der Effizienzklasse des Energieausweises orientierte anteilige Kostenbeteiligung von Mietenden und Vermietenden. Der Vorschlag vereint die klimapolitischen Zielsetzungen mit sozialpolitischen Aspekten des Mieterschutzes und wirtschaftspolitischen Belangen der Investitionssicherheit für Vermietende.“¹¹ Dies könnte sich rückwirkend auch auf das Portfoliomanagement der Wohnungswirtschaft auswirken: Zwar wird hier kein dezidiert energetisches Portfoliomanagement vorgenommen, aber die stärkere Gewichtung könnte Normstrategien anregen die die durch energetische Sanierung entstehenden finanziellen Mehrbelastungen für Unternehmen (durch ausbleibende Mieterinnen und Mieter oder Beteiligung am CO₂-Preis) ausgleichen könnten. Daneben sind auch der Ausbau der erneuerbaren Energien im Rahmen lokaler Potenziale und ihre Verknüpfung evident wichtig.

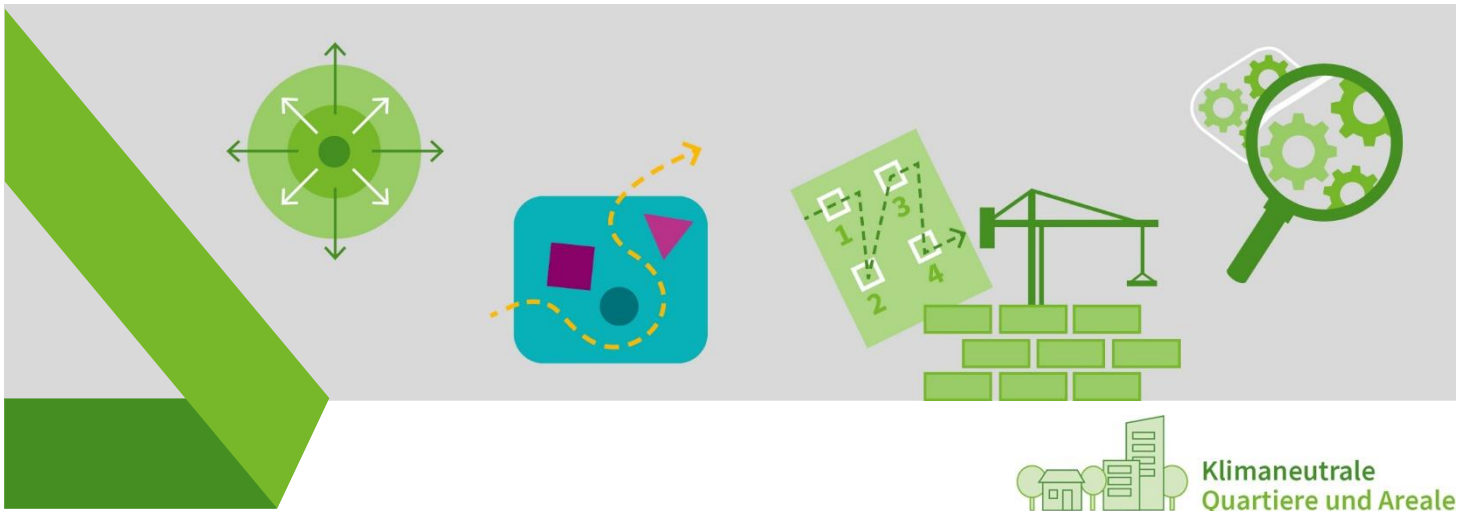
Neu: die EU-Taxonomie für nachhaltige Investitionen

Wichtig werden könnten auch die Regelungen der Europäischen Union zur Taxonomie von nachhaltigen Investitionen: Die Website der Union Investment vermittelt in einem Interview mit dem konzerneigenen Head of Sustainability einen Eindruck von den Auswirkungen auf Investments im Immobiliensektor: „Was bedeutet die Taxonomie für Immobilien? „Zunächst einmal ist wichtig festzustellen, dass die Anwendung der Taxonomie freiwillig ist, wenn die Investments nicht ausdrücklich als nachhaltig ausgewiesen werden. Allerdings dürfte durchaus ein Wettbewerbsnachteil entstehen und die Investorennachfrage sinken, wenn man sich als einer der wenigen Marktteilnehmer nicht an die neuen Standards anpasst und den Nachhaltigkeitsgrad eines Objektes oder eines Portfolios angibt“, so Jan von Mallinckrodt, Head of Sustainability bei der Union Investment Real Estate GmbH. Was sieht das Klassifizierungssystem im Immobilienbereich vor? „Die TEG [Technical Expert Group der Europäischen Union, Anm. der Autoren] hat sich hier vor allem auf die Bereiche Neubau, Renovierung, Kauf und Bestand sowie individuelle Maßnahmen konzentriert. Ziel ist, künftig nur noch energiesparende und ressourceneffiziente Gebäude als zulässige, also nachhaltige, Investments zu klassifizieren“, erklärt von Mallinckrodt.“

(Zitat aus: Union Investment, ohne Datum, Taxonomie: Die neue Messlatte für Klimaschutz, verfügbar online unter: <https://realestate.union-investment.com/de/im-fokus/nachhaltigkeit/taxonomie.html>)

¹⁰ Stolte, C. (2021): Begrenzte Umlage der BEHG-Kosten – Investitionsanreize stärken, dena-Positionspapier, verfügbar online unter: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/dena-POSITIONSPAPIER_Begrenzte_Umlage_der_BEHG-Kosten_-_Investitionsanreize_staerken.pdf

¹¹ ebd.



Fokusthema 3:

Definition und Bilanzierung von klimaneutralen Quartieren und Arealen

Durch die Novellierung des Klimaschutzgesetz (KSG) muss in Deutschland eine verbindliche Treibhausgasneutralität bis 2045 erreicht werden. Da Quartiere und Areale mit ihren Gebäuden und Infrastrukturen lange Lebens- und Nutzungsdauern sowie lange Modernisierungszyklen aufweisen, müssten eigentlich alle Projekte, die künftig realisiert werden, bereits die Zielsetzung für das Jahr 2045 erfüllen und damit klimaneutral konzipiert sein. Viele Akteure auf der Umsetzungsebene leisten deshalb bereits heute über die Vorgaben hinaus einen Beitrag. Allerdings gibt es noch Unsicherheiten im Hinblick auf die konkreten Anforderungen, Methoden und planerischen Stellgrößen.

Das global, europäisch und national definierte Klimaziel kann nur erreicht werden, wenn auch die lokale Ebene, das heißt Städte und ihre Quartiere, klimaneutral wird. Hierbei ist sowohl auf nationaler als auch auf lokaler Ebene die Klimaneutralität auch durch limitierte und wohldefinierte Austauschmechanismen möglich, zum Beispiel durch den Import von grünem Strom und grünen Gasen aus Ländern mit einem Überschuss an erneuerbaren Energien nach Deutschland oder durch den Austausch von erneuerbaren Energien zwischen Städten oder Quartieren mit temporären Solarstromüberschüssen und ländlichen Regionen mit Überschüssen an Windenergie und Biomasse.

Quartiere werden somit als Handlungsfelder verstanden, die in ihren Grenzen auf die Bedarfe der verschiedenen Gebäude und sonstigen Verbraucher (zum Beispiel Industrie und Mobilität) sowie auf die Energieversorgungsstrukturen und -quellen so Einfluss nehmen, dass eine klimaneutrale Versorgung möglich wird.

Bei dieser Betrachtung ergibt sich eine Fülle von Fragen für die verschiedenen Sektoren in den Quartieren und ihre Abgrenzung: So sind die Emissionen, die im Gebäude selbst durch Energieerzeugung und Energieverbrauch entstehen, dem Gebäudesektor zuzuordnen. Betrachtet man Gebäude in ihrem gesamten Lebenszyklus, so entstehen über die Bauprodukte (Gebäudehülle und Technik), die zur Errichtung bzw. Sanierung verwendet werden, Verbindungen zu den anderen Sektoren. Im Falle von Baustoffen ist dies die Industrie, aber auch die Landwirtschaft (nachwachsende Rohstoffe). Im Falle des Rückbaus ist dies das Handlungsfeld Abfall. Werden Gebäude mit Fernwärme versorgt, so werden damit verbundene Emissionen ähnlich wie beim Energieträger Strom dem Sektor Energiewirtschaft zugeschrieben. Nicht zuletzt ist auch Mobilität ein weiterer wichtiger Energieverbrauchssektor. Um für klimaneutrale Quartiere und Areale Konzepte und Lösungsvorschläge entwickeln und bewerten zu können, muss deshalb klar definiert werden, welche Sektoren betrachtet werden und wo die entsprechenden Bilanzgrenzen gezogen werden.

Tabelle 1: Übersicht Emissionen und Sektoren

| | Emissionen | Sektoren (mit THG-Budget Deutschland) |
|----------------|---|---------------------------------------|
| Quartiersebene | Gebäudeintegrierte Energieerzeugung (im Betrieb) | Gebäude |
| | Strombezug, Netz der allgemeinen Versorgung / Fernwärme | Energie |
| | Herstellung der Baustoffe | Industrie |
| | Baustelle, Mobilitätsbedürfnisse der Bewohnerinnen und Bewohner | Verkehr |
| | Bauphase und Rückbau | Abfall |
| | Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen | Landwirtschaft |

Die Umsetzung von klimaneutralen Quartieren und Arealen bedarf somit integrierter Konzepte über alle Sektoren hinweg. Dies ist allerdings auf lokaler Ebene bei der Konzeptionierung und Planung bislang nicht üblich. Es wird vielmehr ein Bottom-up-Ansatz verfolgt. Im Rahmen der Konzeptentwicklung stellt sich für die Akteure die Frage nach der konkreten Konzeptionierung des Designs des quartiersbezogenen Energiesystems (inklusive möglicher Vorgaben für die Gebäudeeffizienz) unter dem Aspekt der Emissionseinsparung, aber auch der Versorgungssicherheit und der methodischen Vorgehensweise zur Erreichung des Ziels Klimaneutralität. Neben der Frage, welche Emissionen über den Lebenszyklus des Quartiers in die Bilanzierung einbezogen werden, ist auch zu definieren, welche Sektoren und damit verbundenen Energieverbräuche berücksichtigt und wie die Energiemengen bilanziert werden. Dafür braucht es konkrete Stellgrößen innerhalb der definierten Bilanzgrenzen, die in den konkreten Planungsinstrumenten Anwendung finden.

Welche Sektoren sinnvollerweise in ein Konzept eingebunden werden, hängt stark von den im Projekt involvierten Akteuren und ihren Einflussmöglichkeiten auf die Stellgrößen ab. Die momentan gängigen Regelwerke wie das Gebäudeenergiegesetz (GEG) geben diesbezüglich nur unzureichend Antworten. Deshalb werden die Festlegungen, was klimaneutral ist und wie bilanziert wird, momentan noch projektspezifisch getroffen. Allerdings lässt sich dadurch nicht ableiten, wie groß der konkrete Beitrag zum übergeordneten Klimaneutralitätsziel genau ist, und die verschiedenen Quartiere lassen sich auch nur schwer vergleichen. Somit fehlt für die Umsetzungsebene die definierte Regelgröße bei der Entwicklung von klimaneutralen Konzepten.

Neben den Bewertungsgrößen für das lokale Energiesystem braucht das Planungsteam zusätzlich Kriterien, die Rückschlüsse auf die Kompatibilität mit dem Gesamtsystem und die Integrierbarkeit des Quartiers in das Gesamtsystem erlauben. Dies ist vor allem aus Sicht des Gesamtsystemdesigns wichtig, da eine Skalierung von Quartiers- bzw. Areallösungen nicht zu einer Belastung der zentralen Infrastrukturen führen darf. Im Idealfall sollte die lokale Ebene durch Lastanpassung vor Ort, Technologien für Kurz- und Langzeitspeicher und die Bereitstellung von Flexibilität durch intelligente Steuerung das Gesamtsystem sogar entlasten. Methoden und Kriterien zur Bewertung dieser Interaktionen stehen allerdings für die lokalen Planungsteams von Quartieren und Arealen nicht zur Verfügung, sodass dieser Aspekt bislang nicht berücksichtigt werden kann. Künftig müssen hier durch Anreize und Vorgaben Möglichkeiten entwickelt werden, damit diese Kriterien in die Planungen Eingang finden.

Konzeption auf lokaler Ebene im „Business as usual“-Prozess (BAU-Prozess)

Gesetzliche Vorgaben beziehen sich bislang nicht auf die Quartiers-, sondern vor allem auf die Gebäudeebene. Das GEG stellt Anforderungen an die Energieeffizienz bei der Errichtung und Sanierung eines Gebäudes. Diese Anforderungen betreffen speziell den Primärenergiebedarf und die Transmissionswärmeverluste der Gebäudehülle. Für die Gebäudehülle muss der gesetzliche Mindeststandard erreicht werden. Er bildet zusammen mit dem Bedarf an Wärme, Kälte und Strom (Lüftung, Beleuchtung und Hilfsstrom) den Primärenergiebedarf, der einen bestimmten Wert nicht überschreiten darf. Der Fokus liegt noch sehr stark auf der Energieeffizienz. Die Integration von erneuerbaren Energien oder Abwärme wird lediglich im Neubau und bei umfassenden Sanierungen von Gebäuden der öffentlichen Hand gefordert. In Summe schiebt das GEG die Verantwortung für die Erreichung des Klimaneutralitätsziels 2045 zu großen Teilen auf die zentrale Bereitstellung klimaneutraler Energieträger (Strom, Gas, Brennstoffe) und macht keine Vorgaben für integrierte Quartierslösungen.

Konzeption mit klimaneutraler Zielsetzung

Verfolgen die Planer und Umsetzer das Ziel der Klimaneutralität für das Quartier oder Areal, so ist der oben beschriebene BAU-Ansatz nicht ausreichend. Das Planungsteam muss die konkreten Bilanzgrenzen festlegen, in denen Klimaneutralität erreicht werden soll, und eine Methodik zur Bilanzierung der Klimaneutralität bestimmen. Dies erfordert zusätzliche Ressourcen und einen höheren Aufwand, der im Projektalltag von den Akteuren durchaus als Mehrbelastung angesehen wird. Klimaneutralität ist zunächst eine Herausforderung für die Konzeption und Planung von Gebäuden und Infrastruktur. Darüber hinaus muss sich das Ziel Klimaneutralität dann aber auch in der Nutzungsphase beweisen, das heißt, dass der Betrieb des Quartiers, ein Monitoring und die Optimierung des Betriebs integrale Bestandteile eines Quartiersprojekts sein sollten. Dabei spielt auch das individuelle Verhalten der Nutzerinnen und Nutzer im Quartier oder Areal eine wichtige Rolle, das entsprechend mit berücksichtigt werden muss.

Der grundlegende Unterschied zwischen einer Planung mit dem Ziel der Klimaneutralität des Quartiers oder Areals und einer Planung nach momentan geltenden Mindestanforderungen für die Gebäude besteht darin, dass bei Ersterer das Gesamtsystem betrachtet wird und alle Treibhausgasemissionen ausgeglichen werden müssen. Das Ziel ist deshalb, den Energiebedarf mit der (innerhalb oder außerhalb des Quartiers oder Areals) klimaneutral erzeugten Energie zu decken. Es ist also eine optimale Balance zwischen Erzeugung und Bedarf sowie interner Erzeu-

gung und möglicherweise dem Import von klimaneutraler Energie zu finden und hierfür die entsprechende Infrastruktur bereitzustellen.

Im Hinblick auf die Kompatibilität mit dem Gesamtsystem gibt es in der Praxis bei Planungs- und Umsetzungsteams teilweise Überlegungen, die noch übrig bleibenden Emissionen durch Emissionsgutschriften auszugleichen. Für eine systematische Transformation des gesamten Energiesystems kann dies aber nicht zielführend sein. Vielmehr sollte es einen Transformationspfad für den Umgang mit verbleibenden Emissionen geben. Für die Nutzung von Fernwärme könnte dies unter anderem anhand von Transformationsplänen geschehen, die im (geplanten) Förderprogramm „Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BEW)“ gefördert werden könnten. Wenn in deren Konzeption und Erstellung Stellgrößen beispielsweise in 5-Jahres-Schritten aufgeführt würden, die in den Planungsinstrumenten Anwendung finden, so könnte daraus auch ein Transformationsplan für Quartiere und Areale abgeleitet werden. Dabei kann eine rein statische Betrachtung von Primärenergie- und Emissionsfaktoren nicht zielführend sein, genauso wie heute nicht schon von einer vollumfänglichen Erfüllung des klimaneutralen Zustands ausgegangen werden kann. Planungsteams brauchen für die energetischen Kennwerte (z. B. Primärenergiefaktoren) der zentralen Infrastrukturen (z. B. in Bezug auf den Import von Fernwärme) Entwicklungskorridore. Sonst könnte man, um bereits heute klimaneutral zu sein, nur auf Biomasse setzen, was wenig nachhaltig wäre.

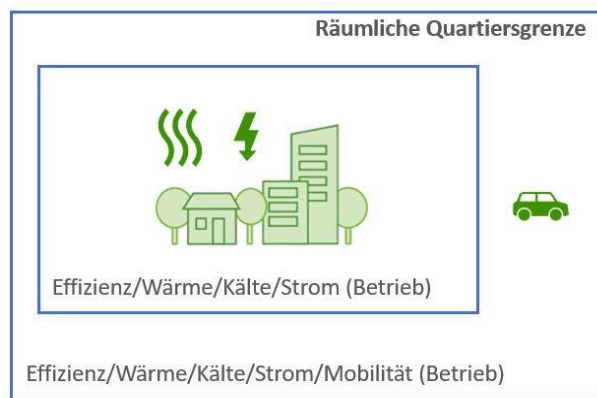
Mögliche Bilanzräume

Im Folgenden werden die möglichen Bilanzgrenzen bzw. Bilanzierungsräume beschrieben. Die Einbettung der genutzten Bilanzräume in das Gesamtkonzept Klimaneutralität ist im Projektbericht erläutert. Die Analyse der Praxis hat gezeigt, dass jedes Projekt die Auswahl der Bilanzräume momentan selbst vornimmt. Der Aufwand wird im Projektalltag durchaus als Hemmnis für die Zielgröße Klimaneutralität gesehen. Künftig ist eine strukturierte bzw. standardisierte Vorgehensweise bei der Definition der Bilanzräume erforderlich, um die lokalen Planer zu unterstützen und die Quartiersprojekte vergleichbar zu machen.

Energieverbrauch in den Handlungsfeldern

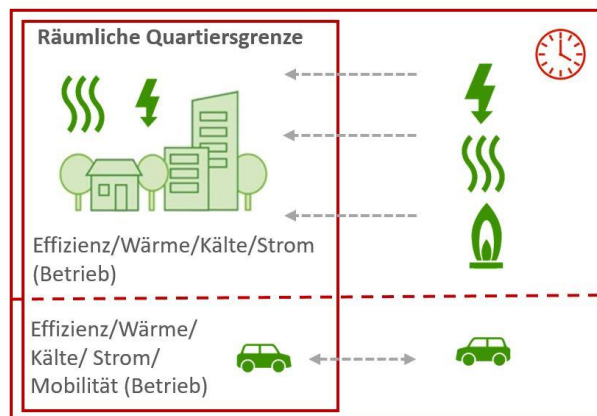
Welche Emissionen in den Bilanzraum des jeweiligen Quartiers oder Areals einbezogen werden, hängt stark vom Einfluss des Planungsteams auf Emissionsminderungen innerhalb der jeweiligen Umsetzungsfelder Effizienzsteigerung, Wärme/Kälte, Strom und Mobilität ab. In Tabelle 2 sind die Einflussmöglichkeiten zusammengefasst. Dabei bietet der Neubau durch die komplette Errichtung der städtebaulichen Strukturen mehr Optionen für zielführende Maßnahmen als die Sanierung von Bestandsquartieren und der Einfluss auf die Energiebedarfe ist bei Quartieren, in denen die Initiatoren auch Investoren sind (Typ 1 und 2, z. B. Wohnungsbaugesellschaften) wesentlich größer als bei der Planung durch die Kommune. Die Analyse der Praxisbeispiele hat gezeigt, dass die Projekte meist die in Bilanzgrenze 1 (vgl. Abbildung 1) angegebenen Handlungsfelder berücksichtigen. Beispiele für eine zusätzliche Betrachtung der Mobilitätsaktivitäten (Bilanzgrenze 2, vgl. Abbildung 2) gibt es bisher nur wenige. Dennoch ist es bezüglich einer standardisierten Methodik wichtig, dass es in allen Handlungsfeldern konkret anwendbare Stellgrößen für die Akteure auf Umsetzungsebene gibt. Sie bieten ihnen bereits während der Konzeption und bei der darauffolgenden konkreten Planung Orientie-

rung. Zusätzlich zu der sektoralen Betrachtung stellt sich die Frage nach räumlichen und zeitlichen Bilanzgrenzen, dargestellt als Bilanzgrenze 3 (vgl. Abbildung 3). Um diesbezüglich Antworten zu kommen, die dann im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung des Gesamtsystems skalierbar sind, müssen die beiden Aspekte miteinander in Zusammenhang gesetzt werden, was in Tabelle 3 aufgeführt ist. Hier zeigt sich, dass im Hinblick auf die Planung des Energiesystems von klimaneutralen Quartieren und Arealen eine zeitlich hochaufgelöste Betrachtung (z. B. in Stundenwerten) und hierfür weiterentwickelte Planungswerkzeuge notwendig sind. Auch erscheint der räumliche Bilanzraum, der sich nur auf Energiequellen bezieht, die sich innerhalb des Quartiers befinden, zu eng. Er birgt die Gefahr, dass unausgewogene Energiesysteme konzipiert werden, da in den meisten Quartieren fast ausschließlich Solarenergie als klimaneutrale Energiequelle zur Verfügung steht, und viele Quartiere die Klimaneutralität nicht erreichen können, da sie eine hohe Energiebedarfsdichte aufweisen.



Bilanzgrenze 1

Abbildung 1: Räumliche Quartiersbegrenzung ohne Berücksichtigung der Mobilität (Quelle: dena)



Bilanzgrenze 2

Abbildung 2: Räumliche Quartiersbegrenzung unter Berücksichtigung der Mobilität (Quelle: dena)

Am zielführendsten im Hinblick auf eine Skalierung erweist sich somit der Bilanzraum 3. Da dabei aber auch die Nutzung regionaler Ressourcen benötigt wird, bedarf es der Setzung von übergeordneten Regeln, was den Zugriff auf solche klimaneutralen Energiequellen (z. B. Windenergie und Biomasse im ländlichen Raum) angeht. Beispielsweise können die erneuerbaren Energiequellen im ländlichen Raum einer Region oder eines Bundeslandes bevölkerungsproportional den Kommunen oder ihren Quartieren in der Region oder im Bundesland zugeordnet werden. Bezüglich der räumlichen Bilanzierung ist auch zu defi-

nieren, ob die Mobilität nach dem Territorialprinzip (es werden nur die Fahrwege berücksichtigt, die innerhalb des Quartiersgebiets zurückgelegt werden, egal von wem) oder nach dem Ver-

ursacherprinzip (es werden alle Fahrwege berücksichtigt, die die Bewohnerinnen und Bewohner des Quartiers zurücklegen) einbezogen wird.

Tabelle 2: Einflussmöglichkeiten der Planer auf Energiebedarfe/-verbräuche in Abhängigkeit von den Umsetzungsfeldern

| Umsetzungsfelder | Einfluss des Planungsteams auf emissionsmindernde Maßnahmen | Mögliche Emissionen, die nicht oder nur indirekt durch die Planer beeinflusst werden können |
|---------------------------|--|---|
| Effizienz/ Wärme/Kälte | Der Einfluss auf den Heizwärme- bzw. Kältebedarf über den gesetzlichen Mindeststandard hinaus ist dann hoch, wenn das Planungsteam den Hüllstandard festlegen kann, entweder weil die Gebäude im Eigentum der Initiatoren sind oder weil in den Grundstückskaufverträgen erhöhte Gebäudeeffizienzstandards aufgenommen werden können. | Der Wärme-/Kälteverbrauch in der Nutzungsphase ist abhängig vom Nutzungsverhalten (allerdings gibt es einen direkten Bezug zur Qualität der Gebäudehülle) und der Einstellung der Anlagen. Er kann durch Information, Appelle oder Anreizmechanismen (Nudging) indirekt beeinflusst werden. |
| Strom | Der Einfluss auf die lokale Stromerzeugung ist dann hoch, wenn in Bezug auf die Solarstromerzeugung die Gebäude den Initiatoren gehören oder zum Beispiel durch eine Solarpflicht im Bebauungsplan die Solarenergienutzung vorgeschrieben werden kann. In Bezug auf die Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit Biomasse kann dann Einfluss genommen werden, wenn die Gebäude den Initiatoren gehören oder ein Anschluss- und Benutzungszwang für die Nahwärme erlassen werden kann und diese eine biomassebasierte KWK vorsieht. | Der Stromverbrauch in der Nutzungsphase ist abhängig vom Nutzungsverhalten. Er kann durch Information, Appelle oder Anreizmechanismen (Nudging) indirekt beeinflusst werden. Energieverbrauchsrelevante Produkte außerhalb der Energiebilanz werden über die Ökodesignrichtlinie gesteuert. |
| Mobilität | Einfluss vor allem über stadtplanerische Maßnahmen (z. B. Anbindung an ÖPNV und Nahversorgung, Bebauungsdichte, Stellplatzschlüssel) oder Ladesäulen für E-Mobilität | Kommune (Planungsvorgaben) und kommunale Unternehmen (ÖPNV) können hier Angebote schaffen. Anreize für das Verbraucherverhalten sollten auch von Bundesebene beispielsweise per Brennstoffemissions-handelsgesetz kommen. |

Tabelle 3: Mögliche Definitionen der Bilanzräume in Abhängigkeit von dem berücksichtigten Bezugsraum für die Energiequellen und der betrachteten zeitlichen Auflösung

| Zeitliche und räumliche Dimension | Die Energiequellen zur Versorgung des Quartiers/Areals können sich im Gebiet oder in einer zu definierenden Region um das Gebiet befinden und zentrale Infrastrukturen einbeziehen. | Das Quartier/Areal deckt seinen Energiebedarf vollständig mit Energiequellen, die sich innerhalb des Gebiets befinden. |
|---|--|---|
| Der Energiebedarf eines Jahres wird durch die klimaneutrale Energieerzeugung des Jahres gedeckt. | Im Bilanzraum 1 greift die Quartiers-/Arealversorgung auf interne und externe (regionale) Ressourcen zurück. Die jahresbilanzielle Betrachtung führt dazu, dass das Energiesystem ohne Berücksichtigung der Belastungen für das übergelagerte Energiesystem optimiert wird. Bilanzraum 1 ist zur Bilanzierung der Klimaneutralität sinnvoll, aber nicht zur Optimierung des Energiesystems. | Bilanzraum 2 erlaubt eine Energieversorgung nur aus internen Energiequellen, allerdings ist ein temporärer Austausch mit dem übergelagerten Energiesystem (z. B. Export von Solarstrom im Sommerhalbjahr und Import von Strom im Winterhalbjahr) möglich. Bei dieser Definition können viele urbane Quartiere mit einer hohen Energiebedarfsdichte nicht klimaneutral werden, da ihr klimaneutrales Energiepotenzial nicht ausreicht, den Bedarf zu decken (z. B. bei Mehrfamilienhäusern mit vier oder mehr Stockwerken oder bei Gewerbe- und Industriegebieten). |
| Der Energiebedarf wird in jeder Stunde des Jahres durch die klimaneutrale Energieerzeugung gedeckt. | Im Bilanzraum 3 konzipierte Projekte bieten eine sichere Energieversorgung. Sie werden als vollständig skalierbare Option hin zur Klimaneutralität betrachtet, da auch urbane Quartiere ausreichend auf klimaneutrale Energiequellen zugreifen können. Dies verlangt aber ein Zusammenspiel der lokalen (städtischen) mit der regionalen (ländlichen) Ebene. | Bilanzraum 4 setzt auf vollständige Autarkie der Quartiere und Areale, was gerade in urbanen, dicht besiedelten Gebieten nicht möglich und generell aufgrund der Vernetzung der Energiesysteme volkswirtschaftlich nicht sinnvoll ist. |

Erfasste Quartierslebensphase (Lebenszyklus)

Diese zeitliche Bilanzgrenze bezieht sich auf die berücksichtigten Lebensphasen eines Quartiers, das heißt, ob die Energiebedarfe nur für die Nutzungsphase (Betriebsphase) oder für den gesamten Lebenszyklus der Gebäude, Infrastrukturen und Anlagen des Quartiers berücksichtigt werden. Für das Planungsteam stellt sich folglich die Frage, ob die Emissionen, die bei der Herstellung der Materialien sowie in der Errichtungs-, der Betriebs- und letzt-

lich auch der Rückbauphase entstehen, mit in den Bilanzraum einbezogen werden. Sie werden innerhalb der Bilanzgrenze 3 dargestellt. Eine Betrachtung der sogenannten grauen Emissionen ist in der momentanen Planungspraxis nicht üblich, ist aber in Bezug auf die immer wichtigere Rolle der Kreislaufwirtschaft von zunehmender Bedeutung. Eine vollumfängliche Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus stellt Planungsteams mit den heute verfügbaren Indikatoren, nutzbaren Datenquellen und

Berechnungsmethoden vor besondere Herausforderungen. Entlehnt werden Methoden aus den Nachhaltigkeitszertifizierungssystemen (u. a. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, DGNB). Eine Methodik zur Standardisierung vor allem auf Gebäudeebene wird in Wissenschaft und Politik bereits intensiv diskutiert. Schließlich besteht mit Blick auf die bereits erreichten Einsparungen eine Dringlichkeit zur Vorgabe von gesetzlichen Anforderungen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen im Lebenszyklus, mit denen am Ende Hersteller, Planer und Investoren arbeiten können.

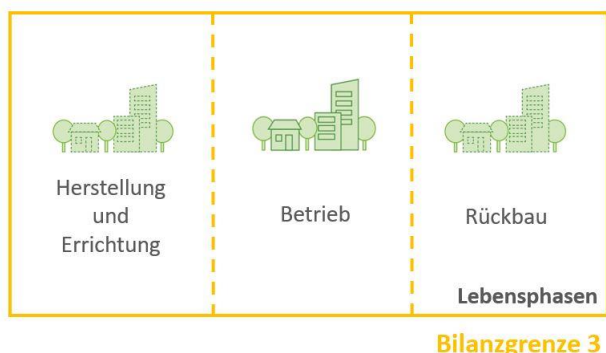


Abbildung 3: Zeitliche Bilanzgrenze (Quelle: dena)

Die Analyse der Praxisbeispiele hat gezeigt, dass das Thema graue Emissionen in den Baustoffen vor allem im Neubau adressiert wird. Ein Großteil der grauen Emissionen während der Her-

stellung steckt in der konventionellen Gebäudebauweise, die von Stahl und Stahlbeton dominiert wird. Um dem entgegenzuwirken, setzen Projekte mit dem Ziel der Klimaneutralität zunehmend auf Holzbau. Die grauen Emissionen, die sich in Erzeugungsanlagen wie Photovoltaik-Anlagen befinden, werden meist noch nicht adressiert.

Fazit

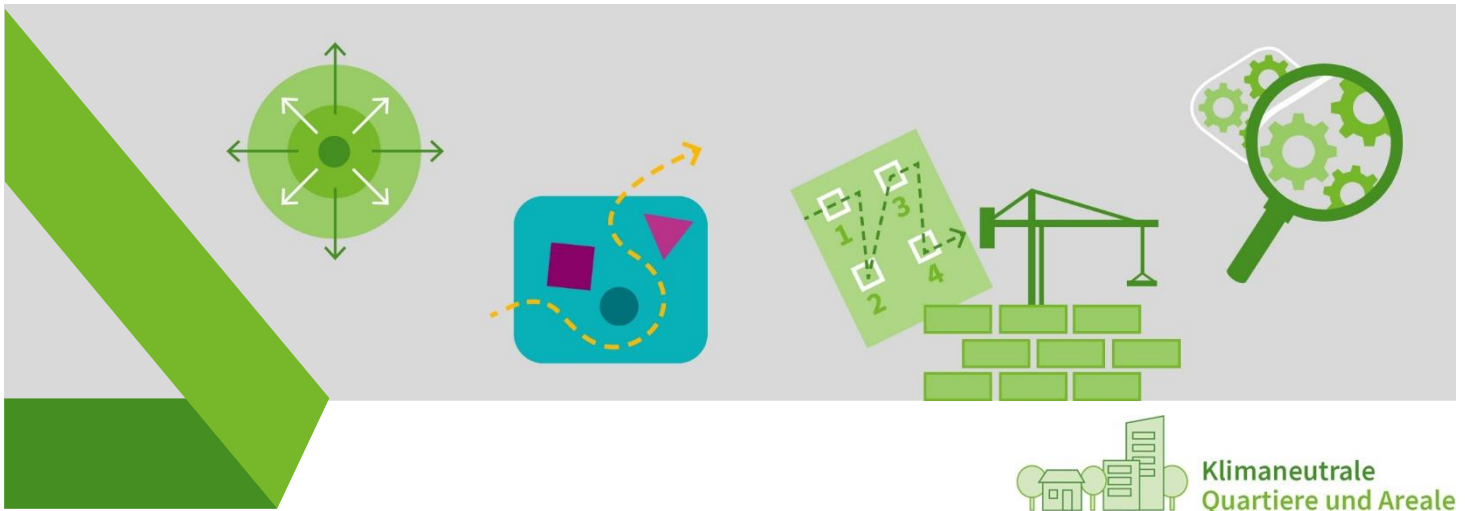
Im Projekt „Klimaneutrale Quartiere und Areale“ wurden für die Analyse der Praxisbeispiele sowohl qualitative als auch quantitative Indikatoren bestimmt. Die quantitativen Indikatoren mit energetischem Bezug sind in Tabelle 4 gelistet. In der praktischen Analyse der Projekte hatten sie sich jedoch als wenig anwendbar herausgestellt, da in den Projekten die nötigen Daten nicht in der Breite verfügbar waren.

Eine möglichst einheitliche Berechnung und Erhebung, die auf bereits von Planern genutzten Regelwerken aufbaut, ist somit dringend notwendig – zum einen, um den Planern Orientierung zu verschaffen und die Planungsprozesse mit Zielsetzung Klimaneutralität zu vereinfachen, und zum anderen für die Bewertung von Projektansätzen, die eine Vergleichbarkeit ermöglicht. Um das zu erreichen, wäre ein gemeinschaftliches Vorgehen von Wissenschaft, Politik und Praxis wünschenswert.

Tabelle 4: Quantitative Indikatoren mit energetischem Bezug

| Indikator | Verursachte Emissionen: |
|--|---|
| <p>CO₂¹-Neutralität</p> <p>CO₂-Emissionen tragen direkt zum Treibhauseffekt und somit zur Erderwärmung bei. Der Betrieb eines Systems ist CO₂-neutral, wenn durch ihn keine CO₂-Emissionen entstehen oder wenn zum Beispiel die durch Energieimporte verursachten CO₂-Emissionen durch den Export von emissionsfreier Energie kompensiert werden.</p> | <p>Verursachte Emissionen:</p> <p>pro Jahr: [t CO₂/Pers*a], pro Jahr und m² Gebäudenutzfläche: [t CO₂/m²a] (alternativ pro Jahr, m² und Person) Sektoren Strom, Wärme/Kälte</p> <p>Vergleichsgröße:</p> <p>Prozentuale Einsparung gegenüber den CO₂-Emissionen im Bundesdurchschnitt</p> |
| <p>Energieeffizienz und Endenergiebedarf</p> <p>Der Energiebedarf eines Quartiers/Areals ist unter anderem von der Nutzungsart abhängig (Wohnen, Gewerbe, Industrie). Die Emissionen als Ergebnis der Effizienz des Quartiers sollten deshalb für dieselben Nutzungsarten verglichen werden. Die Ansätze und Konzepte sind auf eine Erhöhung der Energieeffizienz und somit auf die Reduzierung des Endenergiebedarfs auszurichten. Eine Senkung des Endenergiebedarfs kann sowohl durch effizienzsteigernde Maßnahmen und Verbesserungen bezüglich der eingesetzten Technologien und Prozesse als auch durch Veränderung des Nutzerverhaltens erreicht werden.</p> | <p>Vergleichsgröße:</p> <p>Deutschlandweiter durchschnittlicher Endenergieverbrauch von Quartieren/Arealen ähnlicher Nutzung</p> <p>Zusätzlich kann bei Bestandssanierungen auch ein Vergleich zum Verbrauch vor Umsetzung der Maßnahme herangezogen werden.</p> |
| <p>Nutzung von lokalen Erneuerbare-Energien-Potenzialen und Abwärme/-kälte</p> <p>Die im Quartier/Areal vorhandenen Potenziale von erneuerbaren Energien sollten im Hinblick auf den Verbrauch möglichst voll ausgeschöpft werden.</p> | <p>Anteil im Quartier/Areal erzeugter erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch [%]</p> <p>Optional aufgeführt nach Sektoren: Strom und Wärme/Kälte EE-Erzeugung pro m² (gesamte Quartiers-/Arealfläche)</p> <p>Anteil Abwärme am Wärmeverbrauch im Quartier/Areal aus Quellen, die sich im Quartier/Areal oder in unmittelbarer Nähe befinden [%] Anteil Abkälte am Kälteverbrauch im Quartier/Areal aus Quellen, die sich im Quartier/Areal oder in unmittelbarer Nähe befinden [%]</p> |

¹ Zukünftige nötige Betrachtung bzw. Bilanzierungsraum: Treibhausgasneutralität über den gesamten Lebenszyklus
 Neben den erfassten CO₂-Emissionen sind auch die Emissionen der weiteren Klimagase zu betrachten. Zusätzlich muss sich zukünftig die zeitliche Betrachtung nicht nur auf die Betriebsphase, sondern auch auf Herstellung, Errichtung, Rückbau und Entsorgung beziehen. Dies betrifft auch die Sektoren Strom, Wärme/Kälte und Verkehr.



Fokusthema 4:

Langfristige wirtschaftliche Betrachtung von klimaneutralen Maßnahmen

Die Entscheidung, ob in einer Quartiersentwicklung Klimaneutralität angestrebt wird, hängt von vielfältigen Rahmenbedingungen ab und ist üblicherweise zuerst einmal politisch motiviert. Der grundsätzliche Wunsch, ein möglichst nachhaltiges und klimaneutrales Quartier zu realisieren, wird vielfach auch bei Mehrkosten weiterverfolgt, wenn es sich um ein Pilot- oder Leuchtturmprojekt handelt. Alle anderen Quartiersentwicklungen stehen unter dem Vorbehalt der Wirtschaftlichkeit aus Sicht der Investoren. Die wirtschaftliche Bewertung eines Vorhabens wird von den Investoren unterschiedlich durchgeführt, es kann jedoch festgestellt werden, dass die langfristigen Vorteile der Umsetzung eines klimaneutralen Quartiers in den Wirtschaftlichkeitsberechnungen üblicherweise nicht ausreichend berücksichtigt werden. Die Bewertungsmethoden müssen also weiterentwickelt werden, um klimaneutrale Quartiere künftig in größerem Umfang umsetzen zu können.

Als Grundlage für die Entscheidung, in einer Quartiersentwicklung Klimaneutralität anzustreben, vergleichen die Projektentwickler und Investoren üblicherweise die Wirtschaftlichkeit eines klimaneutralen Quartiers mit der Wirtschaftlichkeit einer konventionellen Quartiersentwicklung. Das klimaneutrale Quartier

zeichnet sich dabei meist durch einen erhöhten Gebäudeeffizienzstandard, die Maximierung der lokalen Energieversorgung mit erneuerbaren Energien, ein integriertes Energiesystem und die ausschließliche Nutzung klimaneutraler Energiequellen aus. Im Vergleich dazu weist eine konventionelle Quartiersentwicklung ein konventionelles Energiesystem auf mit einer Gebäudeeffizienz entsprechend dem gesetzlichen Mindeststandard, einem Mindestanteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung nach Gebäudeenergiegesetz (GEG) und dem Import von Strom ins Quartier. Auch in konventionellen Quartieren werden vermehrt Quartierswärmeversorgungen umgesetzt und bei Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung oder bei Installation von Photovoltaik-Anlagen wird auch innerhalb des Quartiers Strom erzeugt. Der Unterschied zu klimaneutralen Quartieren ist, dass diese Initiativen in der Verantwortung und damit unter der Kalkulation der Energieversorger oder der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer und nicht der Projektentwickler liegen. Somit werden auch die Komponenten des Energiesystems wie Gebäudeeffizienzstandard und Versorgung mit erneuerbaren Energien nicht aufeinander abgestimmt.

Die angewandten Berechnungsverfahren weisen eine große Vielfalt auf. Grundsätzlich gibt es zwei Wege, um die Wirtschaft-

lichkeit eines Immobilienprojekts zu berechnen.¹ Bei der Bewertung mithilfe des Minimalprinzips soll mit einem möglichst niedrigen Aufwand ein bestimmter Ertrag erzielt werden. Das Maximalprinzip verfolgt das Ziel, mit einem feststehenden Aufwand einen möglichst hohen Ertrag zu erzielen. Eingesetzt werden dazu statische oder dynamische Berechnungsverfahren. Trotz der Vielfalt der Verfahren liegen den Berechnungen der Wirtschaftlichkeit von Immobilienprojekten üblicherweise typische Annahmen und Betrachtungszeiträume zugrunde, die die Entwicklung von klimaneutralen Quartieren benachteiligen, da deren langfristige Vorteile nicht berücksichtigt werden. Wirtschaftlichkeitsberechnungen beruhen auf Annahmen zu den Kosten für die Entwicklung und den Betrieb eines Quartiers, insbesondere den Kosten für das Grundstück, die Planung, den Bau, die Finanzierung und den Betrieb des Quartiers im angesetzten Abschreibungszeitraum. Dem gegenüber stehen die Erlöse aus dem Verkauf oder der Vermietung der Immobilien im betrachteten Zeitraum. Die Energiekosten spielen dabei meist eine untergeordnete Rolle. Zwar ist der Entwickler für die Bereitstellung einer Energieinfrastruktur verantwortlich, doch einerseits wird diese außerhalb der Gebäude üblicherweise von Energieversorgungsunternehmen auf eigene Kosten bereitgestellt und nur die Erstellung der technischen Gebäudeausrüstung liegt in der Verantwortung der Investoren und andererseits obliegt die Energieversorgung im Betrieb den Eigentümerinnen und Eigentümern oder den Mieterinnen und Mietern im Quartier und die Wärmeversorgung ist durch die Heizkostenverordnung reguliert. Somit spielt die Energieversorgung in der Wirtschaftlichkeitsberechnung von konventionellen Quartieren eine sehr untergeordnete Rolle. In klimaneutralen Quartieren müssen dagegen alle energierelevanten Investitionen berücksichtigt werden, um zu gewährleisten, dass sie umgesetzt werden.

Neben der notwendigen Weiterentwicklung der Verfahren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung zur fachgerechten Integration von Energiekomponenten sind für eine fundierte Bewertung auch die üblichen Annahmen zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Denn folgende Herausforderungen führen zu einer systematischen Unterschätzung der ökonomischen Vorteile von klimaneutralen Quartieren und damit zu Fehlentscheidungen der Investoren:

1. Wirtschaftlichkeitsberechnungen werden auf Basis des heutigen regulativen Umfeldes durchgeführt. Aufgrund des Bestandsschutzes können Eigentümerinnen und Eigentümer nicht oder nur sehr begrenzt gezwungen werden, ihre Immobilien und Anlagen zu verändern, wenn sie den künftigen energetischen Standards nicht mehr entsprechen. Verpflichtungen werden in der Regel nur bei Austausch von Technologien ausgesprochen, zum Beispiel die Austauschpflicht für 30 Jahre alte Heizkessel im GEG oder die Solarinstallationspflicht bei Dachsanierung im Hamburger Klimaschutzgesetz (HmbKliSchG). Wenn nun allerdings die nationalen und internationalen Klimaschutzziele (die Bundesregierung strebt die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 an) mit der vorhandenen energetischen Qualität der Quartiere (Gebäudeeffizienz und Versorgung) nicht erreichbar sind, müssen entweder die Nutzerinnen und Nutzer motiviert oder gezwungen werden, klimaneutrale Energiequellen zu nutzen, oder die Immobilieneigentümer müssen gezwungen werden, den Effizienzstandard ihrer Immobilien zu erhöhen. Letzteres ist ins-

besondere dann notwendig, wenn erneuerbare Energien nicht ausreichend zur Verfügung stehen, um ineffiziente Gebäude zu betreiben. Dass die Bundesregierung rechtzeitig geeignete Maßnahmen zur Erreichung der gesetzten Klimaschutzziele treffen muss und mögliche Emissionsminderungslasten nicht künftigen Generationen übermäßig aufbürden darf, hat das Urteil des Bundesverfassungsgerichts zum Klimaschutzgesetz vom 24. März 2021 gezeigt.² Vor diesem Hintergrund sollte bei der wirtschaftlichen Bewertung von Quartieren künftig auch das Risiko einkalkuliert werden, dass zusätzliche Kosten für die Durchführung energetischer Verbesserungsmaßnahmen an den Immobilien zu tragen sind.

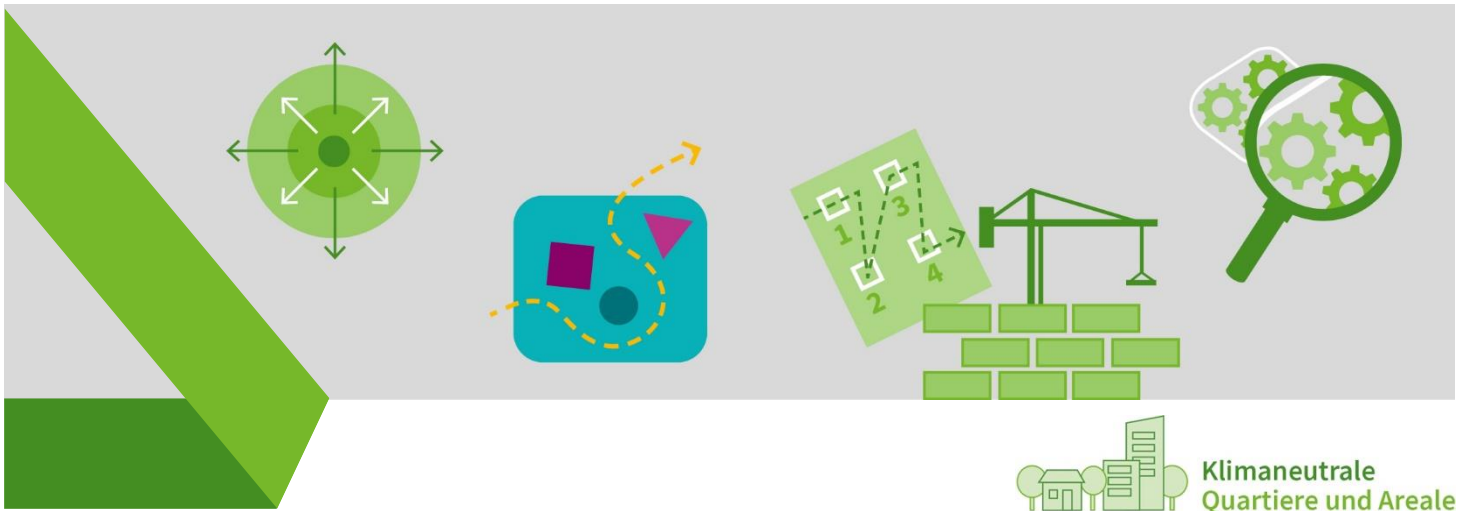
2. Die Einnahmeseite der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird wesentlich von den künftig zu erzielenden Mieteinnahmen geprägt. Sie werden von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst und ihre langfristige Entwicklung ist somit nur schwer vorherzusagen. Üblicherweise liegen den Wirtschaftlichkeitsberechnungen Prognosen auf Basis der bisherigen Entwicklungen zugrunde. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Prognosen umso unsicherer sind, je weiter sie in die Zukunft reichen, auch weil (ungeplante) Veränderungen bei den Mieteinnahmen vor allem bei Mieterwechseln auftreten und diese bei langfristig vermieteten Immobilien nur selten sind. In den kommenden Jahren ist vor dem Hintergrund des Klimawandels, dessen Folgen immer deutlicher spürbar werden, allerdings zu erwarten, dass einerseits die Vermietbarkeit von Immobilien bzw. die erzielbaren Mieterlöse deutlich stärker davon abhängen, inwieweit eine Immobilie den Kriterien Nachhaltigkeit und Klimaneutralität genügt. Andererseits werden die Mieterlöse in nachhaltigen und klimaneutralen Immobilien höher liegen, da die Energiekosten für die Mieterinnen und Mieter von Immobilien mit einem hohen Energiebedarf bzw. mit Heizsystemen auf Basis von fossilen Energieträgern überproportional steigen (z. B. aufgrund des steigenden CO₂-Preises auf fossile Energien) und damit Abschläge auf den Mietpreis erfolgen müssen. Auch diese Risiken sind bislang in der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Quartiersentwicklungen nicht eingepreist und sollten künftig berücksichtigt werden.

Fazit

In den üblichen Wirtschaftlichkeitsberechnungen von konventionellen und von klimaneutralen Quartieren werden die Vorteile der klimaneutralen Quartiere bislang systematisch unterschätzt, da die Berechnungsverfahren energierelevante Investitionen bislang nicht angemessen berücksichtigen und zur Erreichung der Klimaneutralität weiterentwickelt werden müssen. Die Immobilienwirtschaft erkennt vielfach auch die ökonomischen Vorteile von klimaneutralen Quartieren deshalb nicht, weil die Annahmen mögliche Zusatzkosten oder Mindereinnahmen aufgrund des Klimawandels und der Klimaschutzpolitik der Bundesregierung nicht enthalten, da diese mit einem Politikwechsel verbunden sind, für den keine Erfahrungswerte vorliegen. Da die künftige Entwicklung von großen Unsicherheiten auch in der ökonomischen Bewertung von Immobilienentwicklungen geprägt ist, wäre es sehr wünschenswert, dass die Bundesregierung Empfehlungen zur angemessenen Berücksichtigung dieser Risiken in den Wirtschaftlichkeitsbewertungen der Immobilienwirtschaft entwickeln lässt und herausgibt, um zu einer fairen Bewertung zu kommen und die systematische Benachteiligung der klimaneutralen Quartierskonzepte zu überwinden.

¹ Calcon (2021): Wirtschaftlichkeitsberechnung Immobilien, Download: <https://www.calcon.de/glossar/wirtschaftlichkeitsberechnung/> (letzter Zugriff am 28. April 2021).

² Download: <https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/bvg21-031.html> (letzter Zugriff am 30. April 2021).



Klimaneutrale Quartiere und Areale

Fokusthema 5:

Kopplung von Energie- und Bauleitplanung

Klimaneutrale Quartiere und Areale zeichnen sich durch eine hohe Energieeffizienz, einen möglichst hohen Anteil lokal erzeugter erneuerbarer Energien und ein intelligentes und integriertes Energiesystem unter Berücksichtigung der Kopplung der Sektoren Strom, Wärme, Kälte und Mobilität aus. Da die Gestaltung des Energiesystems Einfluss auf die städtebauliche Planung hat, sind eine frühzeitige Energiekonzepterstellung und eine enge Abstimmung der Konzeption und Planung des Quartiersenergiesystems mit der städtebaulichen Entwicklung des Quartiers erforderlich. Im Folgenden wird dargestellt, inwieweit sich die Energie- und Bauleitplanung für klimaneutrale Quartiere von der Planung von konventionellen Quartieren unterscheidet.

Viele energierelevante Entscheidungen bezüglich der Infrastruktur und der Gebäude eines Quartiers können noch zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausführungsplanung getroffen werden. Eine frühzeitige Energiekonzeption im Rahmen der Bauleitplanung ermöglicht es allerdings, die Weichen in der Quartiersentwicklung so zu stellen, dass die nachhaltigen lokalen Energiequellen des Quartiers optimal erschlossen und bestmöglich in das Quartiersenergiesystem sowie in das vorgelagerte Energiesystem integriert werden können. Erfolgt die Energiekonzeption zu spät, besteht die Gefahr, dass die im Rahmen der Bauleitplanung dafür nicht bereitgestellten Flächen und mangelnde Vorgaben für die Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer zur Umsetzung von nicht intendierten Lösungen führen. Die frühzeitige Integration der Energiekonzeption in die Bauleitplanung ist

deshalb zur erfolgreichen Umsetzung von klimaneutralen Quartieren und Arealen unbedingt erforderlich.

Bauleitplanung

Die Bauleitplanung ist das wichtigste Planungswerkzeug zur städtebaulichen Entwicklung einer Gemeinde in Deutschland. Aufgabe der Bauleitplanung ist es, die bauliche und sonstige Nutzung der Grundstücke in der Gemeinde nach Maßgabe des Baugesetzbuches (BauGB) vorzubereiten und zu leiten. Bauleitpläne sind der Flächennutzungsplan (vorbereitender Bauleitplan) und der Bebauungsplan (verbindlicher Bauleitplan) (§ 1 Abs. 1 und 2 BauGB).

Im Flächennutzungsplan werden auf einer allgemeinen, das gesamte Gemeindegebiet betreffenden Stufe Bauflächen für bestimmte Nutzungen festgesetzt. Sie werden im Bebauungsplan für einzelne Teile des Gemeindegebiets detailliert konkretisiert.¹ Die Bauleitpläne sollen nach dem übergeordneten Planungsleitsatz des § 1 Abs. 5 BauGB eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung ermöglichen, die die sozialen, wirtschaftlichen und umweltschützenden Anforderungen auch in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringt und eine dem Wohl der Allgemeinheit dienende sozialgerechte Bodennutzung gewährleistet. Sie sollen weiter dazu

¹ Akademie der Raumentwicklung in der Leibniz-Gemeinschaft, siehe www.arl-net.de/de/lexica/de/bauleitplanung

beitragen, eine menschenwürdige Umwelt zu sichern und die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und zu entwickeln, auch in Verantwortung für den allgemeinen Klimaschutz, sowie die städtebauliche Gestalt und das Orts- und Landschaftsbild baukulturell zu erhalten und zu entwickeln. Der Klimaschutz wurde durch Aufnahme zusätzlicher Regelungen im Baugesetzbuch im Jahr 2011 deutlich gestärkt.²

Bei der Aufstellung der Bauleitpläne sind auch die Belange des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere die Vermeidung von Emissionen und der sachgerechte Umgang mit Abfällen und Abwässern, sowie die Nutzung erneuerbarer Energien und die sparsame und effiziente Nutzung von Energie zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 6 Ziffer 7 e) und f) BauGB). Des Weiteren sind die Belange der Versorgung, insbesondere mit Energie und Wasser, einschließlich der Versorgungssicherheit zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 6 Ziffer 8 e) BauGB). Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden (§ 1a Abs. 5 BauGB).

Für die Belange des Umweltschutzes wird bei der Aufstellung der Bauleitpläne eine Umweltprüfung durchgeführt, in der die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ermittelt und in einem Umweltbericht beschrieben und bewertet werden. In welchem Umfang und Detaillierungsgrad die Ermittlung der Belange für die Abwägung erforderlich ist, wird von der Gemeinde für jeden Bauleitplan festgelegt. Die Umweltprüfung bezieht sich auf das, was nach gegenwärtigem Wissensstand und allgemein anerkannten Prüfmethode sowie nach Inhalt und Detaillierungsgrad des Bauleitplans angemessenerweise verlangt werden kann. Das Ergebnis der Umweltprüfung ist in der Abwägung zu berücksichtigen (§ 2 Abs. 4 BauGB).

Der Bebauungsplan enthält die rechtsverbindliche Festsetzung für die städtebauliche Ordnung (§ 8 Abs. 1 BauGB) und ist somit das entscheidende Instrument der Gemeinde, um den Grundstückseigentümerinnen und -eigentümern Vorgaben in Bezug auf die Energieversorgung zu machen. Festsetzungen im Bebauungsplan müssen aus städtebaulichen Gründen erfolgen, sprich einen Bodenbezug aufweisen. Welche dies sind, ist in § 9 Abs. 1 BauGB abschließend geregelt. Für die Gestaltung eines klimaneutralen Quartiers sind Festsetzungen für folgende Flächen möglicherweise relevant:

12. Versorgungsflächen, einschließlich der Flächen für Anlagen und Einrichtung zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung;

13. Führung von oberirdischen oder unterirdischen Versorgungsanlagen und -leitungen;

23. a) Gebiete, in denen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes bestimmte Luft verunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen,

23. b) Gebiete, in denen bei der Errichtung von Gebäuden oder bestimmten sonstigen baulichen Anlagen bestimmte bauliche und sonstige technische Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung getroffen werden müssen.

Gemeindliche Regelungen zum Anschluss- und Benutzungszwang sollen nach § 9 Abs. 6 BauGB in den Bebauungsplan nachrichtlich übernommen werden, soweit sie zu seinem Verständnis oder für die städtebauliche Beurteilung von Baugesuchen notwendig oder zweckmäßig sind.

Energierrelevante Festsetzungen im Bauplanungsrecht

Der Bauleitplanung kommt zunächst die Aufgabe zu, die städtebaulichen Rahmenbedingungen zu schaffen und die Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben im Energiebereich, insbesondere die des Gebäudeenergiegesetzes (GEG), zu ermöglichen. Den Gemeinden steht es dabei frei, auf der Grundlage eines örtlichen oder regionalen Energiekonzepts etwa unter dem Gesichtspunkt der Versorgungssicherheit oder auch der Verantwortung für den Klimaschutz und die Klimaanpassung (vgl. § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB) im Wege der Bauleitplanung die städtebaulichen Rahmenbedingungen für Vorhaben zu schaffen, die über die Anforderungen des GEG hinausgehen.³

Kommunen können Festsetzungen im Bebauungsplan allerdings nur aus städtebaulichen Gründen treffen, weshalb nur einzelne Elemente des von der Gemeinde angestrebten Energieversorgungssystems im Bebauungsplan festgesetzt werden können. Dies ist im Bereich der kommunalen Wärmeplanung beispielsweise die Möglichkeit, gemäß § 9 Abs. 1 Ziffer 23 a) BauGB im Bebauungsplan Gebiete festzulegen, in denen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen bestimmte luftverunreinigende Stoffe nicht oder nur beschränkt verwendet werden dürfen. Mit diesen Verwendungsverböten bzw. -beschränkungen können in erster Linie bestimmte Heizstoffe ausgeschlossen werden und die Kommune kann damit faktisch die Wahl möglicher zulässiger Wärmeversorgungskonzepte einengen. Andere Gründe, wie der geringere Energieverbrauch bestimmter Heizstoffe oder allgemeine ökologische Ziele, sind nicht ausreichend. Städtebauliche Gründe erfordern immer einen bodenrechtlichen Bezug. Ein solcher Bezug ist bei Verwendungsverbot bzw. -beschränkung bestimmter Heizstoffe beispielsweise bei besonders schützenswerten Orten, wie Hanglagen, Kurorten und Naherholungsgebieten, oder bei besonders empfindlichen, von Luftverunreinigungen betroffenen Orten gegeben. Auch wäre eine solche Festsetzung möglich, wenn die Kommune auf ihrem Gemeindegebiet die lufthygienischen Verhältnisse verbessern möchte.⁴

Generell darf der Bebauungsplan die Gestaltungsfreiheit für die einzelnen Baumaßnahmen aber nur so weit einschränken, wie es für die städtebauliche Ordnung erforderlich (§ 1 Abs. 3 S. 1 BauGB) und bei gerechter Abwägung öffentlicher und privater Belange gegen- und untereinander (§ 1 Abs. 7 BauGB) angemessen ist. Die Gemeinde hat innerhalb dieser Grenzen jedoch einen relativ weiten Gestaltungsspielraum.⁵

Einfluss des Bebauungsplans auf die Energieversorgung

Der Bebauungsplan kann auf zwei Arten die Ausgestaltung eines klimaneutralen Quartiers beeinflussen:

² Rechtslupe (2011): Klimaschutz im Baugesetzbuch, 6. September 2011, siehe www.rechtslupe.de/allgemeines/klimaschutz-im-baugesetzbuch-332851

³ Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2019): p18/19, Planungshilfen für die Bauleitplanung, S. 88.

⁴ dena (2019): dena-Projekt Urbane Energiewende, Teil C: Gutachterliche Ausarbeitung zu regulatorischen Herausforderungen, Abschlussbericht, S. 45.

⁵ Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2019): p18/19, Planungshilfen für die Bauleitplanung, S. 130.

1. Ermöglichung oder Einschränkung von Flächennutzungen

Die flächenbezogenen Festsetzungen können die Umsetzung von technischen Optionen für eine klimaneutrale Energieversorgung ermöglichen, zum Beispiel indem die gegenseitige Verschattung von Gebäuden durch ihre Stellung und ihre vorgegebenen Höhen minimiert oder indem eine Fläche für die Einbringung von Geothermie-Bohrungen bereitgestellt wird. Sind diese Flächennutzungen zum Zeitpunkt des Inkrafttretens nicht im Bebauungsplan ausgewiesen, können sie zwar zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen einer Änderung noch nachgetragen werden, dies setzt dann allerdings voraus, dass diese Aspekte noch änderbar sind bzw. dass diese Flächen dann noch zur Verfügung stehen. Diese Flächennutzungen werden somit eingeschränkt oder unmöglich gemacht, wenn die für diese Nutzung notwendigen Flächen bereits anders verplant sind.

2. Verpflichtende Flächennutzungen

Der Bebauungsplan kann auch Verpflichtungen für die Nutzung von Dach- oder sonstigen Flächen enthalten, zum Beispiel zur Installation von Gründächern oder in Bezug auf die Energieversorgung zur Installation von Solarmodulen.

Abbildung 1 zeigt die Beziehungen zwischen den möglichen Komponenten eines klimaneutralen Energiesystems (linke Spalte), die einen Flächenbezug aufweisen und entweder durch

Festsetzungen des Bebauungsplans beeinflusst werden oder darin aufgenommen werden können oder müssen, und den möglichen Festsetzungen mit Energiebezug nach § 9 BauGB im Bebauungsplan (rechte Spalte). Den Verbindungslinien ist zu entnehmen, welche Komponenten durch welche Festsetzungsarten beeinflusst werden können. Die Darstellung zeigt, dass vor allem die Nutzung von Solarenergie einen besonderen Einfluss auf die Gestaltung des Bebauungsplans hat bzw. der Bebauungsplan großen Einfluss auf die Solarenergienutzung nehmen kann, einerseits durch die solare Ausrichtung nach § 9 Abs. 1 Ziffer 2 BauGB, indem die gegenseitige Verschattung durch entsprechende Stellung und Höhenvorgaben minimiert wird, und andererseits durch eine mögliche Solarpflicht nach § 9 Abs. 1 Ziffer 23 b) BauGB. Die anderen Erneuerbare-Energien-Komponenten erfordern teilweise die Ausweisung von Flächen, die oftmals auch nachträglich noch in einen rechtskräftigen Bebauungsplan durch Änderungen eingefügt werden können. Auch Vorgaben in Bezug auf Emissionen von Heizungsanlagen stellen eine grundlegende Festlegung dar, sie haben aber auf die städtebauliche Gestaltung keinen Einfluss. Die Bereitstellung von Flächen für Energieversorgungsanlagen und -leitungen unterscheidet sich nicht grundlegend von bisherigen Energiesystemen und stellt somit keine wesentliche Änderung zur bisherigen Praxis dar.

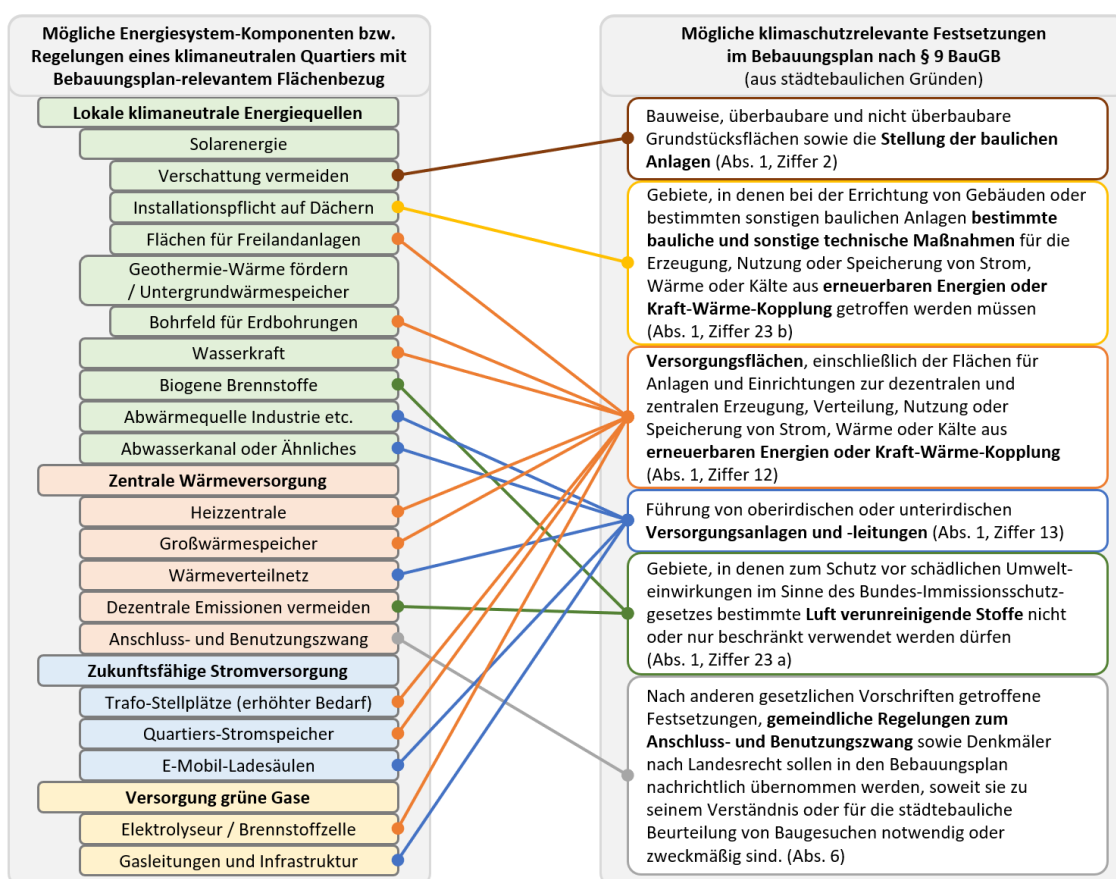


Abbildung 1: Mögliche Bezüge zwischen Komponenten und Regelungen für klimaneutrale Energiesysteme von Quartieren und Festsetzungen in Bebauungsplänen (Quelle: Fraunhofer ISE)

Ablauf der Aufstellung eines Bebauungsplans

Die Erstellung eines Baubauungsplans ist im Baugesetzbuch geregelt. Die Gemeinde erstellt ihn unter frühzeitiger Beteiligung der Öffentlichkeit und der Behörden. Ein möglicher Ablauf ist in Abbildung 2 dargestellt. Unter bestimmten Bedingungen sind auch beschleunigte Verfahren möglich. Energierrelevante Aspekte müssen in den Entwurf des Bebauungsplans eingebracht werden. Der Entwurf durchläuft dann den Prozess des Auslegungsbeschlusses, der öffentlichen Auslegung sowie der Behandlung der Anregungen und der Abwägung möglicher Änderungen. Eine erneute Auslegung wird erforderlich, wenn der Entwurf deutlich geändert wurde. Nach dem Feststellungs- bzw. Satzungsbeschluss ist noch die Genehmigung durch die höhere Verwaltungsbehörde erforderlich. Nach Genehmigung ist der Bebauungsplan bekannt zu machen und auch im Internet einzustellen. Der Bebauungsplan tritt mit der Bekanntmachung in Kraft.

Der im BauGB festgelegte Ablauf gilt natürlich auch für klimaneutrale Quartiere und Areale. Der Unterschied zwischen der Erstellung von Bebauungsplänen für konventionelle und für

klimaneutrale Quartiere besteht in der Konkretisierung und Detaillierung der Energieversorgung im Rahmen der Entwurfserstellung des Bebauungsplans (siehe „Energiekonzept“ in Abbildung 2). In konventionell versorgten Quartieren sind zum Zeitpunkt der Erstellung des Bebauungsplans nur allgemeine bzw. typische Daten in Bezug auf die Energieversorgung erforderlich, zum Beispiel Anzahl der Trafostationen und die Klärung, ob eine zentrale Nahwärmeversorgung und gegebenenfalls eine Heizzentrale oder ob eine dezentrale Wärmeerzeugung in den Gebäuden vorzusehen ist. Für eine klimaneutrale Energieversorgung ist dagegen zu entscheiden, ob ein zentrales Wärmenetz einzuplanen ist und Flächen beispielsweise für einen Großwärmespeicher, Erdsonden, eine Energiezentrale und eine erhöhte Zahl von Trafos aufgrund des im Rahmen der Einführung der Elektromobilität erwarteten erhöhten Leistungsbedarfs bereitzustellen sind. Um dies beantworten zu können, bedarf es eines umfassenden Energiekonzepts für das Quartier, das sowohl den erwarteten Energiebedarf als auch die lokalen Energieerzeugungspotenziale detailliert untersucht.

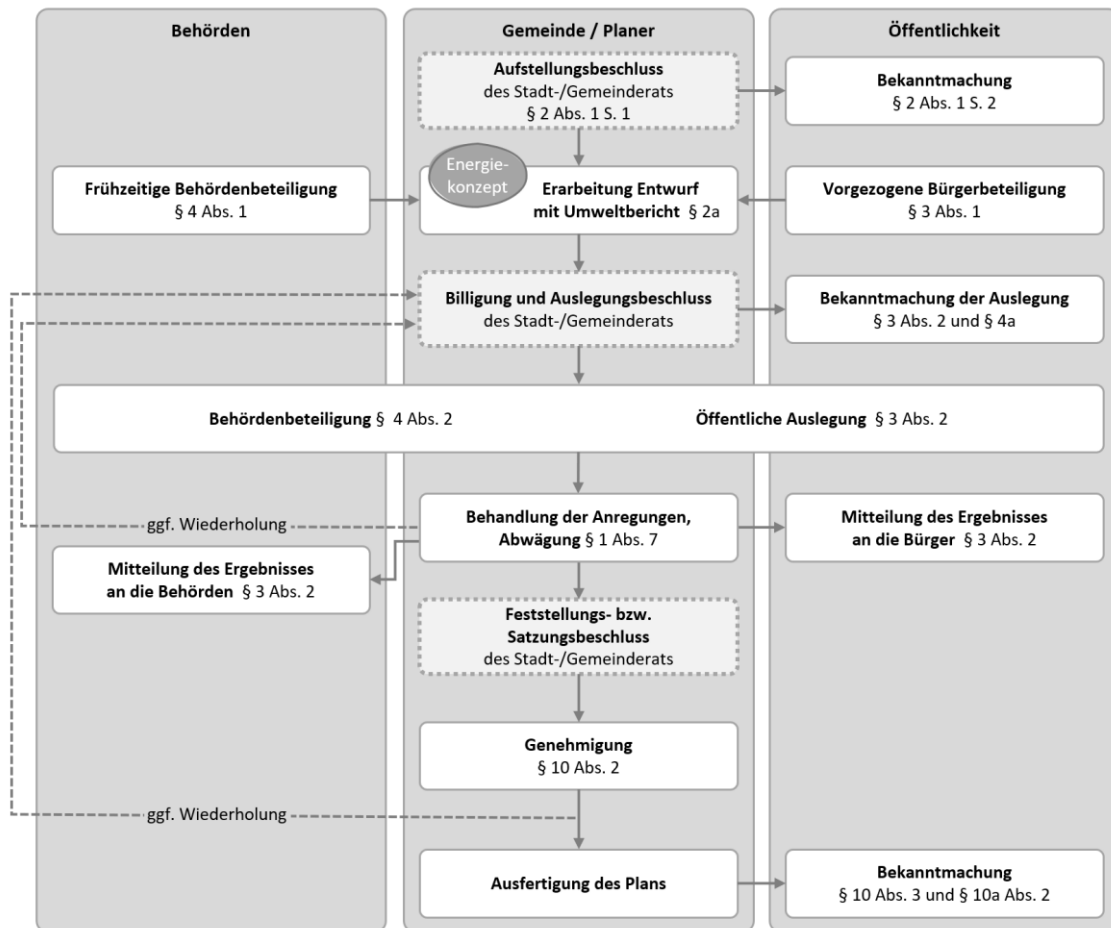


Abbildung 2: Möglicher Ablauf der Erstellung eines Bebauungsplans nach BauGB – ein Energiekonzept sollte bei der Entwicklung eines klimaneutralen Quartiers bereits im Rahmen der Entwurfserarbeitung erstellt werden (Quelle: Fraunhofer ISE auf Basis Planungshilfe⁶)

⁶ Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2019): p18/19, Planungshilfen für die Bauleitplanung, S. 161.

In den meisten Fällen ist die Solarenergie die klimaneutrale Energiequelle mit dem größten Potenzial im Quartier, das so weit wie möglich ausgeschöpft werden muss, um das Ziel der Klimaneutralität zu erreichen. Daraus folgt, dass die Gebäude im Bebauungsplan solar ausgerichtet sein müssen, um möglichst viel Solarenergie über die Gebäudehüllfläche ernten zu können, das heißt sich gegenseitig wenig verschatten, und auch die Bepflanzung im Quartier, zum Beispiel in Bezug auf die Größe der vorgesehenen Bäume, die Gebäude nicht nennenswert verschattet. Dabei ist auch zwischen konkurrierenden Dachnutzungen abzuwägen. Beispielsweise ist mit fortschreitendem Klimawandel mit zunehmend heißen Sommern zu rechnen, weshalb innerhalb der Städte dem Auftreten des „Urban Heat Island“-Effekts (städtische Wärmeinseln) begegnet werden muss. Weiter ist mit einer zunehmenden Häufigkeit von Starkregenereignissen zu rechnen. Beiden Entwicklungen kann durch die Installation von Gründächern entgegengewirkt werden, die die Möglichkeiten der Solarenergienutzung einschränken. Hier sind die Interessen abzuwägen und es ist zum Beispiel eine Dachnutzung mit extensiver Begrünung und voller Retentionsfunktion kombiniert mit Solaranlagen vorzusehen, die in einer geringeren Dichte aufgestellt werden.

Herausforderungen

Wie dargestellt erfordert die Umsetzung eines klimaneutralen Quartiers, das einen möglichst hohen Anteil lokaler Energieerzeugung anstrebt, üblicherweise deutlich mehr energiebezogene Festsetzungen im Bebauungsplan als ein konventionelles Quartier, dessen Energieversorgung vornehmlich von außen kommt. Dies hat zur Konsequenz, dass zum Zeitpunkt der Erstellung des Bebauungsplanentwurfs statt der Festlegung einiger weniger Eckdaten für die Energieversorgungsstruktur bereits ein detailliertes Energiekonzept für das Quartier erstellt werden muss (siehe Abbildung 2). Die besondere Herausforderung besteht jedoch nicht darin, dass damit ein größerer Aufwand verbunden ist, sondern dass für die Erstellung des Energiekonzepts Annahmen bzw. Festlegungen im Bereich der Infrastruktur und der Gebäude zu treffen sind, die üblicherweise in

dieser frühen Planungsphase noch gar nicht getroffen werden, das heißt, nicht nur die Energieplanung bedarf eines deutlich höheren Konkretisierungsgrads im Rahmen der Erstellung des Bebauungsplanentwurfs für klimaneutrale Quartiere, sondern auch die Gebäude- und Infrastrukturplanung. Da jedoch der Bebauungsplan nur die Rahmenbedingungen für die Gestaltung und Ausführung der Gebäude und der Infrastruktur vorgeben soll und kann, muss das Energiekonzept verschiedene Varianten der Ausführung vorsehen. Dabei sollten die Energieverbräuche der Gebäude in Abhängigkeit sowohl von den tatsächlich realisierten Gebäudeeffizienzstandards (entsprechend den gesetzlichen Vorgaben nach GEG oder höher) als auch von den möglichen Nutzungen (Wohnen, Gewerbe, Handel, Dienstleistung, öffentliche Gebäude) variiert werden.

Auch der tatsächliche Umfang der Erzeugung erneuerbarer Energien im Quartier unterliegt Unsicherheiten, insoweit die entsprechenden Investitionsentscheidungen von Dritten getätigt und diese nicht zur Umsetzung verpflichtet werden. Der Solarenergie kommt hier nicht nur aufgrund ihres Potenzials eine besondere Bedeutung zu, sondern auch weil sie dezentral auf allen Gebäuden gewonnen werden muss. Eine verlässliche Erschließung dieses Potenzials in großem Umfang ist somit nur durch eine Verpflichtung der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer möglich. Die Solarpflicht kann aufgrund ihres Flächenbezugs entweder in den privatrechtlichen Grundstückskaufvertrag oder in den Bebauungsplan mit aufgenommen werden, da sie einen Flächenbezug hat. Andere Verpflichtungen der Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer wie zum Beispiel ein Anschluss- und Benutzungszwang für die Nahwärmeversorgung oder ein erhöhter Gebäudeeffizienzstandard können nur außerhalb des Bebauungsplans festgesetzt werden.

Inwieweit sich die Energieplanung und ihre Interaktion mit der Bauleitplanung zwischen traditionell versorgten Quartieren und klimaneutralen Quartieren und Arealen unterscheiden, ist in Abbildung 3 dargestellt.

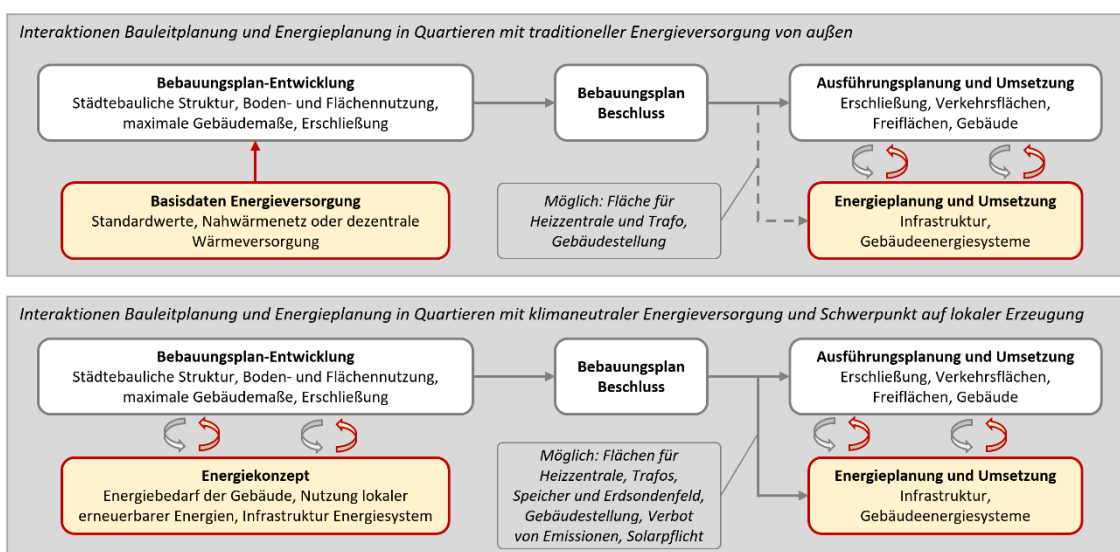


Abbildung 3: Vergleich der Wechselwirkung zwischen Energieplanung und Bauleitplanung für traditionelle und klimaneutrale Quartiere (Quelle: Fraunhofer ISE)

Solarpflicht in Bebauungsplänen

Inwieweit Gemeinden eine Installationspflicht für Solaranlagen in Bebauungspläne aufnehmen können, ist umstritten. Allerdings zeigen die folgenden Beispiele, dass einzelne Gemeinden bereits seit Längerem eine Solarpflicht in Bebauungspläne integriert haben und immer mehr Gemeinden sie auch auf anderem Wege erlassen.

Die Stadt Waiblingen hat bereits seit dem Jahr 2006 eine Solaranlagenpflicht bei Neubauten in ihren Bebauungsplänen. Allerdings ist sie beschränkt auf Grundstücke, die von der Gemeinde verkauft werden. Zur Absicherung der Pflicht wird im Grundstückskaufvertrag folgende Regelung aufgenommen: „Der Käufer verpflichtet sich, innerhalb der Frist nach Ziffer 1 auf mind. 50 % der geeigneten Dachfläche des von ihm zur errichtenden Wohngebäudes solarenergetische Anlagen zur Nutzung von Solarenergie (Wasser und/oder Strom) zu errichten und für die Dauer zu nutzen bzw. nutzen zu lassen.“⁷

In Marburg wird seit der Klimaschutznovelle des Baugesetzbuches im Jahr 2011 in jedem neuen Bebauungsplan eine Festsetzung zur Nutzung von Solarenergie verankert.⁸ Inzwischen wird diese Festsetzung in ca. 40 Bebauungsplänen für alle Wohn-, Gewerbe- und Industriegebiete verwendet.⁹

In Tübingen hat der Gemeinderat im Juni 2018 beschlossen, dass es in neuen Baugebieten keine Gebäude mehr ohne Photovoltaik-Anlagen geben darf. Das Mittel ist die vertragliche Verpflichtung, die alle eingehen, die von der Stadt ein Baugrundstück kaufen. Da Bebauungspläne in Tübingen nur dann in Kraft treten, wenn alle Grundstücke der Stadt gehören, greift diese Verpflichtung in allen Neubaugebieten. Alternativ zur eigenen Installation können auch Photovoltaik-Anlagen auf anderen Dächern im Pachtmodell erworben werden.¹⁰

In Kaiserslautern wurde im Jahr 2020 eine solare Baupflicht in den Bebauungsplan für das neue Pfaff-Quartier aufgenommen.¹¹ Dabei wurde auf die Absicherung der Verpflichtung in den privatrechtlichen Kaufverträgen bzw. städtebaulichen Verträgen verzichtet. Demnach sind alle Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer verpflichtet, Solaranlagen in Kombination mit einer extensiven Dachbegrünung zu installieren: „Im gesamten Geltungsbereich des vorliegenden Bebauungsplans sind bei der Errichtung von Gebäuden mit mindestens 20 m² Dachfläche unter Berücksichtigung der festgesetzten Dachbegrünung und einer Niederschlagswasserrückhaltung auf den Dachflächen (Festsetzung 2.2, M 14) Fotovoltaikmodule zur Nutzung der einfallenden solaren Strahlungsenergie für die Stromerzeugung mit einer Fläche zu installieren, die mindestens 45 % der Dachfläche entspricht (Fotovoltaikmindestfläche). Anstelle der Fotovoltaikmodule zur Solarstromerzeugung können ganz oder teilweise Solarwärme-

kollektoren installiert werden, wenn die Summe der Solarflächen mindestens der Fotovoltaikmindestfläche entspricht.“¹²

Weitere Kommunen wie Konstanz, Wiesbaden, Pfaffenhofen und Amberg haben solare Baupflichten beschlossen, entweder im Rahmen von Bebauungsplänen, in privatrechtlichen Grundstückskaufverträgen oder in städtebaulichen Verträgen.¹³ Die Freie und Hansestadt Hamburg hat ein Klimaschutzgesetz mit Solarpflicht¹⁴ erlassen, Berlin¹⁵ und Bremen¹⁶ bereiten ein solches Gesetz vor. Allerdings haben diese Stadtstaaten gesetzgeberische Kompetenz, sodass sich dieses Vorgehen nicht auf andere Gemeinden übertragen lässt. Die Landesregierung in Baden-Württemberg hat im Oktober 2020 eine Solarpflicht auf allen Nichtwohngebäuden beschlossen und die Pflicht im Juli 2021 auch auf Wohngebäude ausgedehnt. Somit besteht für Gemeinden in Baden-Württemberg in diesem Bereich künftig keine Notwendigkeit mehr, eigene Regelungen zu treffen.

Das Bayrische Ministerium für Wohnen, Bau und Verkehr sieht im BauGB bislang keine Basis für eine Solarpflicht.¹⁷ Die weit überwiegende Mehrzahl der Rechtsexpertinnen und -experten dagegen sieht aufgrund der zunehmenden Bedeutung des Klimawandels und der „Klimanovelle“ des BauGB im Jahr 2011 sehr wohl die Berechtigung von Gemeinden, unter bestimmten Bedingungen eine Solarpflicht in ihre Bebauungspläne aufzunehmen.¹⁸ Unter anderem wird die Solarpflicht im Bebauungsplan für das Pfaff-Quartier in Kaiserslautern¹⁹ wie folgt begründet:

„Die Solarpflicht setzt die städtebaulichen Belange der Nutzung erneuerbarer Energien (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 f BauGB) und der örtlichen Energieversorgung (§ 1 Abs. 6 Nr. 8 e BauGB) um. Der spezifische örtliche Bezug des städtebaulichen Belangs der Nutzung erneuerbarer Energien ergibt sich daraus, dass der Bebauungsplan durch Einräumung von Bodennutzungsmöglichkeiten Energiebedarfe schafft, die wenigstens teilweise durch die Erschließung der im Plangebiet nutzbaren erneuerbaren Energien gedeckt werden oder durch Einspeisung in das örtliche öffentliche Stromnetz physikalisch im Plangebiet bzw. im näheren räumlichen Zusammenhang des Plangebiets verbraucht werden. Das Ganze geschieht durch bauliche und technische Maßnahmen für den Einsatz der Fotovoltaik oder Solarthermie auf den Dächern der Gebäude im Plangebiet.

Auf der Grundlage der mit der sogenannten ‚Klimanovelle‘ bereits 2011 in das Baugesetzbuch (vom 22.07.2011 BGBl S. 1509) konkre-

⁷ Stadt Waiblingen (2018): Waiblingen – Solaranlagenpflicht bei Neubauten.

⁸ Fabio Longo (2018): Klimaschutz im Städtebaurecht – Globaler Anspruch und kommunale Wirklichkeit der Energiewende durch Bauleitplanung, Die Öffentliche Verwaltung (DÖV), S. 107 (114).

⁹ Fabio Longo, in: Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (Hrsg.), Photovoltaik in der kommunalen Bauleitplanung, 2021 siehe: https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/_downloads/FaktenpapierLeitfaeden/2021-03-04_MusterSolarpflichtBebauungsplaene.pdf

¹⁰ Pflicht zum Vorhalten von Photovoltaik-Anlagen, siehe: www.gar-bw.de/pflicht-zum-vorhalten-von-photovoltaikanlagen/

¹¹ Siehe: www.nachrichten-kl.de/2020/05/29/enstadt-pfaff-innovatives-energie-und-mobilitaetskonzept-mit-bundesweiter-strahlkraft/

¹² Stadt Kaiserslautern (2020): Bebauungsplan Königstraße – Albert-Schweizer-Straße – Pfaffstraße, Textliche Festsetzungen, S. 16.

¹³ Stoppelkamp, Annette (2020): Solare Baupflicht, Solarenergie Förderverein Deutschland e.V., SFV, siehe:

www.sfv.de/artikel/solare_baupflicht__stand_der_dinge

¹⁴ Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2020): Solaroffensive auf Hamburgs Dächern, Download: www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/14765600/2020-12-22-bukea-solardachpflicht/ (letzter Zugriff am 20. März 2021).

¹⁵ Senatskanzlei Berlin (2021): Senat beschließt Solargesetz Berlin, Download: <https://www.berlin.de/rbmskz/aktuelles/pressemitteilungen/2021/pressemitteilung.1058907.php> (letzter Zugriff am 20. März 2021).

¹⁶ Solarserver (2020): Bremische Bürgerschaft will Solarpflicht in Bremen, Download: www.solarserver.de/2020/06/12/bremische-buergerschaft-will-solarpflicht-in-bremen/ (letzter Zugriff am 20. März 2021).

¹⁷ Bayrisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2019): p18/19, Planungshilfen für die Bauleitplanung, S. 142.

¹⁸ Fabio Longo (2018): Klimaschutz im Städtebaurecht – Globaler Anspruch und kommunale Wirklichkeit der Energiewende durch Bauleitplanung, Die Öffentliche Verwaltung (DÖV), S. 107 (107-114).

¹⁹ Stadt Kaiserslautern (2020): Bebauungsplan Königstraße – Albert-Schweizer-Straße – Pfaffstraße, Begründung, S. 35.

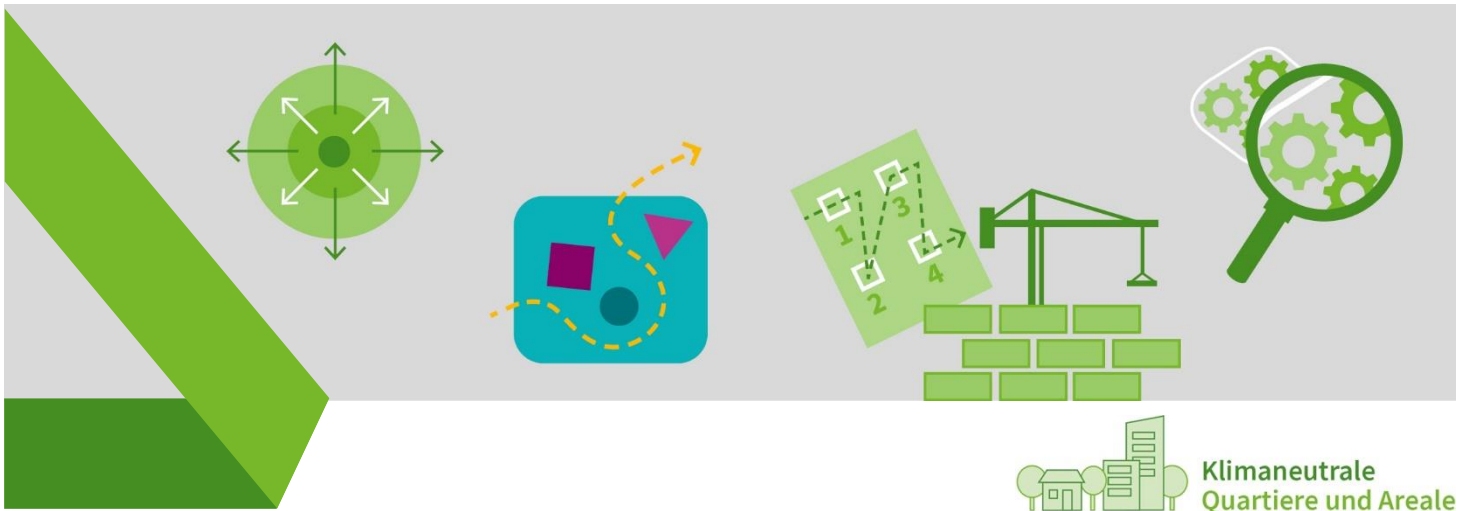
tisierten Festsetzungsmöglichkeit in § 9 Abs. 1 Nr. 23 b BauGB wird eine Verpflichtung zur Nutzung der Dachflächen mit Fotovoltaik oder Solarthermie festgesetzt, um ausgehend von dem ‚Masteplan 100 % Klimaschutz – Energiewende Kaiserslautern – gemeinsam zum Ziel – Vernetzung von Technologie, Raum und Akteuren‘ (Stadtratsbeschluss vom 06.11.2017) und dem ‚Klimaanpassungskonzept Kaiserslautern KLAKE‘ (Stadtratsbeschluss vom 04.02.2019) sowie dem Ziel einer ‚klimaneutralen Energieversorgung‘ aus dem ‚Leitbild Pfaff-Quartier des EnStadt: Pfaff-Konsortiums‘ das lokale Potenzial Erneuerbarer Energien für die Stromversorgung zu erschließen und dadurch zu einer nachhaltigen Energienutzung im Gebiet beizutragen. Mit der Solarfestsetzung werden die in den v.g. Konzepten durch den Stadtrat beschlossenen Ziele und Maßnahmen im Plangebiet konkretisiert und zur Umsetzung gebracht.“

Eine Rechtsprechung liegt zu dieser Frage noch nicht vor, sodass eine abschließende Bewertung bislang nicht möglich ist.

Fazit

Die Realisierung eines klimaneutralen Quartiers erfordert eine hohe Effizienz der Energieverbraucher, einen möglichst hohen Anteil lokal erzeugter erneuerbarer Energien und ein intelligentes und integriertes Energiesystem. Damit ist der gegenseitige Einfluss der Gestaltung von Gebäuden und Infrastruktur sowie der Energiesystemkonzeption wesentlich stärker als bei konventionellen Quartieren, die primär von außen mit Energie versorgt werden und keine besonderen Effizienzanforderungen aufweisen. Dies findet seinen Niederschlag erstens in der Notwendigkeit, ein fundiertes Quartiersenergiekonzept bereits parallel zur Erstellung des Bebauungsplanentwurfs zu erarbeiten und dabei einen interaktiven Austausch zwischen der städtebaulichen Planung und der Energieplanung des Quartiers zu etablieren. Zweitens sind im Bebauungsplan potenziell deutlich mehr energierelevante Aspekte festzusetzen, die neben einer städtebaulichen Gestaltung des Quartiers, die allen Gebäuden eine gute Solarenergiegewinnung ermöglicht, auch die Bereitstellung von Flächen für mögliche Energieversorgungsanlagen sowie eine solare Baupflicht umfassen können.

Die frühzeitige und umfassende Einbeziehung der Energieplaner ist für viele Gemeinden noch neu und es fehlen noch die Erfahrungen, was das notwendige und richtige Maß der Konkretisierung der baulichen und energetischen Festlegungen für ein Quartier zum Zeitpunkt des Beschlusses des Bebauungsplans angeht. Somit empfiehlt es sich, hierzu in den kommenden Jahren Erfahrungen zu sammeln und auszuwerten, um die Bauleit- und Energieplanung in der Praxis für eine erfolgreiche Umsetzung von klimaneutralen Quartieren und Arealen weiterzuentwickeln.



Fokusthema 6:

Planung integrierter Energiekonzepte

Klimaneutrale Quartiere und Areale zeichnen sich durch ein integriertes Energiekonzept aus, das die Kopplung der Sektoren Strom, Wärme, Kälte und Mobilität berücksichtigt. Dies ist die Voraussetzung für ein effizientes Energieversorgungssystem, das die Synergiepotenziale zwischen den Sektoren nutzt und einen hohen Anteil lokal erzeugter erneuerbarer Energiequellen am Energieverbrauch ermöglicht. Die Ziele dabei sind die weitgehende Erschließung der nachhaltigen lokalen Energiequellen des Quartiers und deren bestmögliche Integration in die Quartiersversorgung bei gleichzeitiger Minimierung der Belastungen für das übergeordnete Energiesystem. Dabei sollen die Energiekosten möglichst niedrig und eine hohe Versorgungssicherheit sich gewährleisten. Das erfordert eine integrierte Optimierung aller Sektoren statt der bisher üblichen isolierten sektorspezifischen Planung. Die Anforderungen an die Planung eines integrierten Quartiersenergiekonzepts werden im Folgenden erläutert und die notwendigen Entwicklungsschritte dargestellt. Die Vorgehensweise lässt sich sowohl auf die Entwicklung von Neubauquartieren als auch auf die Sanierung von Bestandsquartieren anwenden.

Dieses Factsheet beschreibt die optimierte Planung eines Energiekonzepts, bei dem die Energieversorgung des Quartiers oder Areals in der Nutzungsphase klimaneutral erfolgen soll. Alternativ dazu könnte auch der gesamte Lebenszyklus eines Quartiers bilanziert werden, das heißt zusätzlich auch die graue Energie erfasst werden, die für Errichtung, Instandhaltung, Renovierung, Abriss und Recycling oder Deponierung der Baustoffe benötigt wird. Da die Lebenszyklusbetrachtung bislang jedoch unüblich ist und bereits die integrierte Energiesystembetrachtung eine

Herausforderung für die Planer darstellt, wird auf die graue Energie im Weiteren nicht eingegangen.

Erhebung von Energiebedarfen

Grundlage für die Erstellung von Quartiersenergiekonzepten ist eine detaillierte Analyse der zu erwartenden Energiebedarfe. Sie umfasst die zu erwartenden Nutzenergiebedarfe für alle Bedarfssektoren im Endausbauzustand des Quartiers, die vom Energieversorgungssystem klimaneutral gedeckt werden müssen. Die Nutzenergie ist beispielsweise die Wärme zur Beheizung von Räumen, der Wärmeinhalt des Trinkwarmwassers, das Licht oder die mechanische Energie, die den Kompressor des Kühlschranks antreibt. Im Gegensatz dazu ist die Endenergie die Energie, die an die Endverbraucherinnen und -verbraucher geliefert wird, also beispielsweise Strom, Fernwärme, Biomasse oder Erdgas. Die Endenergie ist die Nutzenergie plus die Umwandlungs-, Verteil- und Speicherverluste zur Bereitstellung der Nutzenergie. Obwohl für eine Optimierung des Energiesystems üblicherweise nur die aggregierten Lastkurven für Strom, Wärme und Kälte erforderlich sind, ist es sinnvoll, die Nutzenergiebedarfe der einzelnen Sektoren nach Anwendungsfeldern (z. B. Privatbedarf und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD), Industrie- oder Wohngebäude, gewerbliche Bauten, Mobilität) getrennt zu erheben und zu analysieren.

Relevant für das Design des klimaneutralen Quartiersenergiesystems ist nicht der aktuelle Energieverbrauch (soweit vorhanden), sondern der erwartete Energiebedarf nach dem Endausbau des Quartiers. Hierfür belastbare Annahmen zu treffen, ist eine Herausforderung, da üblicherweise Unsicherheiten bestehen bezüglich der erwarteten Nutzung des Quartiers (z. B. Anzahl Bewohnerinnen und Bewohner und Arbeitsplätze, Größe der Wohn-,

Dienstleistungs- und Industrieflächen, Anteile der Wohn-, GHD- und Industrienutzung, Anteile der Mobilität mit Elektrofahrzeugen und Fahrzeugen mit grünen Gasen) wie auch der real erreichbaren Effizienz und Suffizienz der verschiedenen technischen Systeme im Quartier (z. B. in Bezug auf Gebäudedämmung, Energiebedarf von GHD und Industrie, erwartetes Mobilitätsverhalten).

Bei der Planung wird das Energiesystem so konfiguriert, dass der ermittelte Energiebedarf klimaneutral gedeckt werden kann. Allerdings ist dabei zu bedenken, dass insbesondere bei der Wärmedämmung von Gebäuden das Maß der Gebäudeeffizienz auch von der Verfügbarkeit der klimaneutralen Energiequellen abhängen sollte. Wenn beispielsweise eine mögliche Erhöhung der Gebäudeeffizienz aufwendiger ist als eine verstärkte Nutzung von klimaneutralen Energiequellen (erneuerbare Energien oder Abwärme), ist eine Erhöhung der Gebäudeeffizienz über den gesetzlichen Mindeststandard hinaus möglicherweise nicht sinnvoll. Dabei geht es nicht darum, die Effizienz zu vernachlässigen, sondern um die Entscheidung, ob eine hohe oder eine sehr hohe Gebäudeeffizienz (z. B. der Passivhausstandard) realisiert wird. Voraussetzung ist allerdings, dass genügend klimaneutrale Energiequellen zur Verfügung stehen. Es ist deshalb ratsam, mehrere Energiebedarfsszenarien zu definieren, in denen die verschiedenen Parameter (z. B. Anzahl Bewohnerinnen und Bewohner, Effizienzstandards) variiert werden, was leicht möglich ist, wenn die Bedarfe nach Anwendungen differenziert erhoben werden.

Zeitliche Planung des Energiesystems – Lastprofile

Aufgrund der Fluktuation von Solar- und Windenergie, die künftig den größten Teil zur klimaneutralen Energieversorgung beitragen werden, da sie in Deutschland die größten Potenziale aufweisen, reicht es nicht aus, das Energiesystem auf Basis von Jahres- oder Monatswerten zu planen. Die hohe Variabilität der Erzeugung von Solar- und Windenergie im Tagesverlauf und im saisonalen Verlauf macht die Berechnung des Energiesystems in Stundenauflösung für ein ganzes Jahr erforderlich (also für alle 8.760 Stunden des Jahres). Dann können sowohl die typischen Tagesschwankungen der Solarenergie als auch die typischen jahreszeitlichen Schwankungen der Solar- und Windenergie berücksichtigt werden. Dabei ergänzen sich in Mitteleuropa die beiden Energiequellen gut, da der Schwerpunkt der Solarenergieerzeugung im Sommerhalbjahr und der der Windenergieerzeugung im Winterhalbjahr liegt. Eine zeitlich noch feinere Auflösung ist für die Energiesystemplanung nicht notwendig, da die Unsicherheiten in der Prognose von Bedarf und Erzeugung keine genaueren Ergebnisse zulassen würden und die Integration von Batterien und Wärmespeichern in das Energiesystem künftig Schwankungen im Stundenmaßstab (bis zum Tagesmaßstab) ausgleichen wird.

Bei der Ermittlung der künftig zu erwartenden Strombedarfe wird typischerweise auf Standardlastprofile zurückgegriffen. Dabei werden die Lastprofile entsprechend den Nutzungsarten der Gebäude (Wohnen, GHD, Industrie), dem Einsatz von Elektromobilität und gegebenenfalls sonstigen Bedarfen wie Straßenbeleuchtung ermittelt und entsprechend kombiniert. Die Skalierung der einzelnen Profile erfolgt meist ausgehend von heutigen spezifischen Bedarfen pro Person oder pro Quadratmeter Nutz- oder Wohnfläche unter Berücksichtigung der erwarteten Effizienzsteigerung in diesem Sektor bzw. der Anwendung.

Die Lastzeitreihen für die Wärmebedarfe für Raumwärme hängen von der erwarteten Gebäudeeffizienz und dem Klima am jeweiligen Standort ab. Sie lassen sich mit entsprechender Software bei Kenntnis der Gebäudekubatur und der Gebäudeparameter berechnen. Der Trinkwarmwasserbedarf hängt von der Nutzung der Gebäude und der Zahl der Nutzerinnen und Nutzer ab. Für reine Wohnquartiere sind die Prognosen der Wärmebedarfe relativ gut berechenbar, bei Gewerbe- und Industriegebieten bzw. Mischgebieten gibt es üblicherweise eine große Unsicherheit, da der Prozesswärmebedarf stark von den künftig ansässigen Branchen und ihren wirtschaftlichen Tätigkeiten abhängt. Welche Unternehmen sich in einem Quartier ansiedeln und wie ihre wirtschaftliche Entwicklung und damit verbunden der Prozesswärmebedarf aussehen werden, lässt sich sehr schwer prognostizieren, da dieser stark auch von Produktionsveränderungen und Effizienzsteigerungen abhängt. Somit können nur grobe Annahmen getroffen und es kann nur auf typische Lastprofile zurückgegriffen werden, die entsprechend anzupassen sind.

Die Wärmelastprofile sind zusätzlich noch nach Temperaturniveaus zu unterscheiden. So reicht in Neubauten mit Flächenheizungen eine Vorlauftemperatur für die Raumheizung von 40 °C üblicherweise aus. Bei dieser Temperatur arbeitet eine Wärmepumpe deutlich effizienter als zum Beispiel bei 60 °C Vorlauftemperatur und auch die Bereitstellung von Wärme aus erneuerbaren Energien wie der Solarthermie kann wesentlich effizienter erfolgen. Außerdem stehen bei niedrigeren Temperaturen meist mehr Abwärmequellen zur Verfügung. Von den Temperaturniveaus hängen die möglichen Wärmequellen und die Wärmeinfrastrukturvarianten ab, die entsprechend zu untersuchen und zu vergleichen sind. So kann ein Nahwärmenetz entweder mit üblicher Vorlauftemperatur von etwa 70 °C bis 90 °C, als Niedertemperaturnetz mit ca. 40 °C oder als sogenanntes kaltes Wärmenetz mit Vorlauftemperaturen zwischen 10 °C und 20 °C betrieben werden, wobei in den beiden letzteren Fällen dezentrale Wärmepumpen erforderlich sind, um die notwendigen Temperaturniveaus für das Trinkwarmwasser und im letzten Fall auch für die Raumwärme zur Verfügung zu stellen.

Bei der Sanierung von Bestandsgebäuden kann oftmals nicht das gleiche Effizienzniveau wie bei Neubauten erreicht werden und vielfach weisen die Gebäude in diesen Quartieren dann auch unterschiedliche Effizienzen und somit heterogene Temperaturanforderungen auf, die im Energiekonzept jeweils adressiert werden müssen. Folglich ist bei der Erhebung der Energiebedarfe eine Klassifizierung der Gebäude nach Art bzw. Charakteristik der Energiebedarfe (z. B. notwendige Vorlauftemperaturen) vorzunehmen. Bei dieser Klassifizierung können neben thermischen Unterscheidungen auch weitere Unterteilungen bezüglich anderer Energiearten (z. B. Elektrizität) notwendig werden (beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Stromlastprofile und damit einhergehender Spitzenlasten verschiedener Gebäudegruppen), die es im Einzelfall zu analysieren und umzusetzen gilt.

Die Ermittlung der Stromlastzeitreihen für die Beladung von Elektrofahrzeugen bedarf der Abschätzung der Anzahl der im Quartier erwarteten E-Fahrzeuge, ihrer Fahrleistungen, der Ladeinfrastruktur und des Ladeverhaltens. Zu berücksichtigen ist dabei, dass E-Fahrzeuge künftig möglicherweise durch kontrolliertes Laden oder durch bidirektionales Laden, bei dem die angeschlossenen Fahrzeuge einen Teil ihrer Batterieladung bei Bedarf auch dem Stromnetz zur Verfügung stellen können, sehr

flexible Lastprofile aufweisen werden. Die Prognosen der verschiedenen Parameter weisen zwar große Unsicherheiten auf, allerdings kann davon ausgegangen werden, dass Unsicherheiten in Bezug auf die zeitliche Verteilung des Strombedarfs im Zeitmaßstab von wenigen Stunden künftig durch den zunehmenden Einsatz von dezentralen Speichern ausgeglichen werden und somit für das Design des Energiesystems unproblematisch sind. Kritisch ist hier also nicht das Profil der Lastkurven, sondern eine belastbare Abschätzung des Tagesenergiebedarfs.

Weitere Lastzeitreihen, etwa Klimakälte, insofern sie nicht bereits im Strombedarf aufgrund der Nutzung von Kompressionskältemaschinen enthalten ist, sowie zum Beispiel für Wasserstoff zur Betankung von Wasserstofffahrzeugen stellen Spezialfälle dar und müssen jeweils für den spezifischen Fall ermittelt werden.

Üblicherweise werden die Nutzenergiebedarfe (z. B. Raumwärme und der Wärmeinhalt des Trinkwarmwassers) ermittelt. Ist dies nicht möglich, können auch die Endenergiebedarfe erfasst werden. Allerdings können dann möglicherweise technische Lösungen in der Systemoptimierung nicht mehr berücksichtigt und verglichen werden. Wichtig ist dabei, dass die Umwandlungs-, Verteil- und Speicherverluste in die Systembetrachtung eingehen.

Abbildung 1 stellt beispielhaft das Ergebnis der Erhebung der Nutzenergiebedarfe des Konversionsgebiets Patrick-Henry-

Village in Heidelberg dar, für das ein Masterplan erarbeitet wurde. In einem kleineren Teil der ehemaligen Kaserne sind noch Bestandsbauten vorhanden, die saniert werden, der Großteil des Geländes wird allerdings neu bebaut. Da in der Region auch die Bereitstellung von Wasserstoff für die Industrie vorgesehen ist, ist Wasserstoff auch im Mobilitätssektor eingeplant (auch wenn die wasserstoffbasierte Mobilität teurer ist als die Elektromobilität). Die Jahresenergiebedarfe sind nach Sektoren und Energieträger sowie nach Neubauten und Bestandsbauten aufgeteilt. Eine detailliertere Unterteilung war nicht erforderlich. Da in diesem Projekt in der Bilanzierung der Klimaneutralität auch die graue Energie zur Erstellung bzw. Sanierung der Gebäude berücksichtigt wurde, ist die graue Energie für die gewählte Ausführung (60 Prozent der Neubauten im Stahlbeton-Massivbau und 40 Prozent im Holzbau sowie die graue Energie zur Sanierung der Bestandsgebäude) ebenfalls dargestellt. Um einen Vergleich der grauen Energie mit der Betriebsenergie in der Nutzungsphase zu ermöglichen, wurde die graue Energie durch die Nutzungsdauer der Gebäude geteilt, sodass auch die Angaben für die graue Energie Jahreswerte darstellen. Da die Unsicherheiten bei der Quantifizierung der Energiebedarfe signifikant sein und einen deutlichen Einfluss auf das Energieversorgungskonzept haben können, empfiehlt sich die Abschätzung der Unsicherheiten der einzelnen Annahmen und deren Abbildung in mehreren Energiebedarfsszenarien. Ein üblicher Ansatz stellt die Definition von drei Szenarien mit mittleren, minimalen und maximalen Energiebedarfen dar



Abbildung 1: Erwartete jährliche Energiebedarfe des Heidelberger Quartiers Patrick-Henry-Village¹, Angabe der Bedarfswerte in der Nutzungsphase differenziert nach Energiesektoren und Bestands- und Neubauten sowie der auf Jahresscheiben heruntergerechneten grauen Energie, die in den Gebäuden gebunden ist (Quelle: KCAP Architects&Planners et al. (2019): Dynamischer Masterplan PHVision mit vertiefenden Studien (Energieplanung: Fraunhofer ISE), Heidelberg)

Ermittlung der verfügbaren klimaneutralen Energiequellen

Im zweiten Schritt sind die verfügbaren klimaneutralen Energiequellen zu ermitteln, auf jeden Fall diejenigen innerhalb des Quartiersgeländes und abhängig davon, wie die Klimaneutralität definiert ist, auch beispielsweise die Wind- und Biomassepotenziale aus der Region oder dem Bundesland. Diese grundlegende Entscheidung kann einen großen Einfluss darauf haben, ob das Ziel der Klimaneutralität überhaupt erreicht werden kann, da bei urbanen Quartieren mit einer hohen Energiebedarfsdichte die lokal vorhandenen Erneuerbare-Energien-Potenziale üblicherweise nicht zur Vollversorgung ausreichen. Weiter kann diese Festlegung auch einen großen Einfluss auf die Struktur des Energiesystems haben. Denn wenn nur interne Energiequellen genutzt werden können, die in den meisten Fällen hauptsächlich aus Solarenergie bestehen, ergeben sich tagsüber im Sommerhalbjahr hohe Erzeugungsspitzen, die exportiert werden müssen, und im Winterhalbjahr ein hoher Importbedarf, insbesondere im kalten Kernwinter mit einem hohen Wärmebedarf. Da dies eine große Belastung für das übergelagerte Energiesystem darstellt,

wird ein Energiesystem, das auch Wind- und Biomassepotenziale aus der Region mit berücksichtigt, eine Verteilung auf die verschiedenen Energiequellen anstreben und die Belastung für das übergelagerte Energiesystem reduzieren.

Für die Ermittlung der Solarpotenziale ist eine detaillierte Analyse der Dach- und Fassadenflächen auf und an den Gebäuden sowie der Freiflächen erforderlich. Dabei sind neben dem Abzug von ungeeigneten Flächen zum Beispiel für technische Aufbauten oder Gauben auch andere Dachnutzungen wie Dachterrassen und Gründächer zu berücksichtigen. Bei Gründächern, die zunehmend von Kommunen wegen ihrer Retentionsfunktion vorgeschrieben werden, um die Entwässerungssysteme bei Starkregenereignissen zu entlasten, schließt sich die Kombination mit Solaranlagen allerdings nicht aus. In Kaiserslautern wurde beispielsweise im Bebauungsplan für das Konversionsgelände Pfaff-Quartier eine Pflicht zur Installation von Solarstromanlagen in Kombination mit externen Gründächern aufgenommen.¹ Allerdings können auf einer Gründachfläche weniger Solarmodule installiert werden als auf einem sonstigen Flachdach. Weiter ist zu berücksichtigen, dass alternativ zur Solarstromerzeugung auf

¹ <https://www.nachrichten-kl.de/2020/05/29/enstadtppaff-innovatives-energie-und-mobilitaetskonzept-mit-bundesweiter-strahlkraft/>

einem Teil der Flächen auch Solarwärmeanlagen installiert werden können.

Erneuerbare-Energien-Potenziale im urbanen Raum

Potenziale an Biomasse, Wasserkraft und Windkraft sind üblicherweise in Quartieren nur in geringem Umfang oder gar nicht vorhanden. Kleinwindkraftanlagen können zwar auf Gebäuden installiert werden, doch zeigt die Praxis, dass üblicherweise die Windgeschwindigkeit in den Städten nicht ausreicht, um nennenswerte Beiträge zur Stromerzeugung zu liefern, außerdem sind die Stromgestehungskosten dieser Anlagen relativ hoch.

Die Geothermie hat ein großes Potenzial in urbanen Räumen, es ist allerdings schwer bewertbar. Zu unterscheiden ist die oberflächennahe Geothermie bis zu 400 Metern Tiefe, die vor allem als Primärenergiequelle für Wärmepumpen dient, und die Tiefengeothermie von mehr als 400 Metern Tiefe, bei der warmes oder heißes Wasser aus Schichten von mehreren Tausend Metern Tiefe gefördert wird, das für Heizzwecke oder zur Stromerzeugung genutzt werden kann. Die Herausforderungen liegen einerseits im Bohrrisiko, da für die Bohrung relativ hohe Kosten anfallen und es keine Sicherheit gibt, was gefunden wird, das heißt die möglichen Fördermengen und Temperaturen. Weiter gibt es vielfach Akzeptanzprobleme, da in manchen Projekten leichte Erdbeben durch Geothermie-Bohrungen ausgelöst wurden. Allerdings zeigen die Stadtwerke München mit dem systematischen Ausbau der Geothermie-Nutzung, dass sie einen wichtigen Beitrag zu einer klimaneutralen Energieversorgung von Kommunen leisten kann.²

Auch die Abwärme von Industrie- oder Gewerbebetrieben kann einen wichtigen Beitrag zur klimaneutralen Energieversorgung liefern. Hierzu sind die Potenziale zu ermitteln, wobei insbesondere die lieferbaren Wärmemengen, die vorhandenen Temperaturniveaus, die Bereitstellungsprofile (fällt die Abwärme nur an Werktagen und tagsüber oder auch an Wochenenden und nachts an) und die langfristige Verfügbarkeit zu prüfen sind. Vom Temperaturniveau hängen dann auch die möglichen technischen Lösungen ab. Bei über 40 °C reicht das Temperaturniveau beispielsweise aus, um die Raumwärme bereitzustellen, bei niedrigeren Temperaturen dient die Abwärme als Primärenergiequelle für die Wärmepumpen.

Potenziale in Region und Bundesland

Werden entsprechend der Definition der Klimaneutralität auch erneuerbare Energien aus der Region oder dem Bundesland bezogen, sind auch diese Potenziale zu ermitteln. Es empfiehlt sich hierbei, nur die Potenziale zu berücksichtigen, die nicht möglicherweise schon von anderen Nutzern belegt sind. Dies kann beispielsweise erfolgen, indem nur Wind- und Biomassepotenziale betrachtet werden, die ja vornehmlich in ländlichen Regionen vorhanden sind, in denen es keine direkte Nutzungsmöglichkeit vor Ort gibt. Die Wind- und Biomassepotenziale aus einer bestimmten Region oder dem Bundesland, in dem sich das Quartier befindet, können somit den Kommunen bzw. Quartieren in der Region bzw. dem Bundesland zugeordnet werden. Dabei könnte eine bevölkerungsproportionale Aufteilung eine Mit diesen Eingangsdaten berechnet KomMod die Kombination von Energiequellen, Erzeugungs- und Umwandlungsanlagen,

faire Lösung sein, das heißt, wenn in dem geplanten Quartier zum Beispiel 1,3 Prozent der Bevölkerung der Region wohnen, dann könnten dem Quartier 1,3 Prozent des Windpotenzials dieser Region zugeordnet werden.

Planung integrierter, sektorgekoppelter Energiesysteme

Alle Studien zeigen, dass eine klimaneutrale Energieversorgung nur erreichbar ist, wenn sowohl die Wärmeversorgung als auch die Mobilität künftig hauptsächlich strombasiert erfolgen. Dabei ist das Ziel nicht eine vollständige Elektrifizierung, sondern ein optimaler Anteil, der je nach Quartier unterschiedlich hoch sein kann. Vor diesem Hintergrund ist eine gekoppelte Betrachtung der Sektoren Strom, Wärme, Kälte und Mobilität bei der Planung eines klimaneutralen Energiesystems unerlässlich.

Neue Planungswerkzeuge sind gefragt

In einem Quartiersenergiesystem werden nicht alle Energiequellen und Komponenten zur Umwandlung und Speicherung von Energie genutzt, sondern in der Planung wird die optimale Kombination von Energiequellen und Komponenten unter den gegebenen Rahmenbedingungen berechnet. Die fundierte Energiesystemoptimierung muss somit nicht nur zeitlich hochaufgelöst in Stundenschritten, sondern auch sektorgekoppelt erfolgen. Das heißt, dass beispielsweise die Optimierung der Wärmeversorgung gekoppelt mit der Optimierung der Stromversorgung stattfindet, da der Einsatz von Blockheizkraftwerken, Wärmepumpen, Solarstrom- oder Solarwärmeanlagen sowie Strom- oder Wärmespeichern jeweils Einfluss auf beide Sektoren hat. Für diese Optimierungsrechnungen werden neue Planungswerkzeuge benötigt. Solche Werkzeuge wurden in mehreren Forschungsinstituten entwickelt, stehen den Fachplanern bislang jedoch noch nicht zur Verfügung, da ihr Einsatz eine entsprechende Softwareumgebung und ihre Bedienung Expertenwissen erfordert. Allerdings bieten Forschungsinstitute die Energiekonzepterstellung für Städte und Quartiere damit an. Beispielsweise wurde am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE ein Werkzeug mit dem Namen KomMod³ entwickelt, das seit dem Jahr 2015 bei der Energiesystemoptimierung von klimaneutralen Energiesystemen von Kommunen und Quartieren in mehr als 20 Projekten in Deutschland und Europa sowie weltweit eingesetzt wurde.

Zur Energiesystemoptimierung mit KomMod werden zuerst die Energiebedarfe als stündlich aufgelöste Lastkurven für ein Jahr differenziert nach den Sektoren Strom, Wärme und Kälte sowie gegebenenfalls stofflichen Energieträgern (z. B. Wasserstoff) für den heutigen Bedarf recherchiert und daraus wird der künftige Bedarf prognostiziert. Dann werden die Energieerzeugungspotenziale im Quartier und gegebenenfalls außerhalb ermittelt, die als direkte Versorgungsquellen dem Quartier zur Verfügung stehen. Die verfügbaren Umwandlungsanlagen und Speicher werden mit Kosten, technischen Parametern und maximalen Kapazitäten hinterlegt und die verschiedenen Energieströme gekoppelt. Abschließend wird noch definiert, ob bzw. in welchem Umfang und zu welchen Preisen Strom, Wärme und stoffliche Energieträger importiert und exportiert werden können.

Energiespeichern und Energieimporten, mit denen die Klimaneutralität am kostengünstigsten im Gesamtsystem erreicht

² <https://www.swm.de/energiewende/oekostrom-erzeugung>

³ Siehe Buchkapitel „Klimaneutrale kommunale Energiesysteme mit dem Modell KomMod optimieren“ in: Coors, V. (Hrsg.) (2021): Urbane Energiesysteme und

Ressourceneffizienz – Ensource, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-621593.html>
KomMod steht für „Kommunales Energiesystemmodell“.

werden kann. Dabei ist für jede Stunde im Jahr die Energieversorgung durch das Energiesystem gesichert. Die Optimierung umfasst sowohl die Energieversorgungsstrukturen als auch den Betrieb der Anlagen. Als Ergebnis werden die notwendigen Kapazitäten der verschiedenen Anlagen und die Energiemengen ausgegeben, die diese jeweils erzeugen, umwandeln oder speichern. Weiter werden die Energiemengen und die Maximalleistungen für Energieimporte und -exporte bereitgestellt. Alle Energiemengen der einzelnen Energieträger stehen als Jahresprofile in Stundenaufösung zur Verfügung, sodass der Betrieb und die Wechselwirkungen der Komponenten und Sektoren nachvollzogen werden können. Abschließend werden die Gesamtkosten wie auch die Gesteungskosten für Strom, Wärme und die anderen Energieträger bereitgestellt.

Das empfohlene Energiesystem basiert auf der Berechnung mehrerer Energieszenarien für verschiedene Bedarfsprofile und Annahmen in Bezug auf den Energieimport sowie Variationen in Bezug auf die Anteile von Photovoltaik- und Solarwärme-Anlagen.

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis der Energiesystemoptimierung mit Berücksichtigung der Sektorkopplung am Beispiel von Frankfurt am Main. Das Ziel war die Ermittlung der Energiesystemstruktur, die eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien (inklusive Abfallverbrennung) möglichst unter Nutzung lokaler Ressourcen ermöglicht. Dabei wurden die Erneuerbare-Energien-Potenziale des Stadtgebiets und der Region Frankfurt-Rhein-Main wie auch Wind- und Biomassepotenziale aus dem Bundesland berücksichtigt. Zusätzlich wurde ein Import von 10 Prozent des Strombedarfs (der langfristig auch klimaneutral sein wird) zugelassen. Mit diesem Versorgungssystem kann der gesamte Energiebedarf der Stadt zu jeder Stunde des Jahres vollständig aus erneuerbaren Energien gedeckt werden.

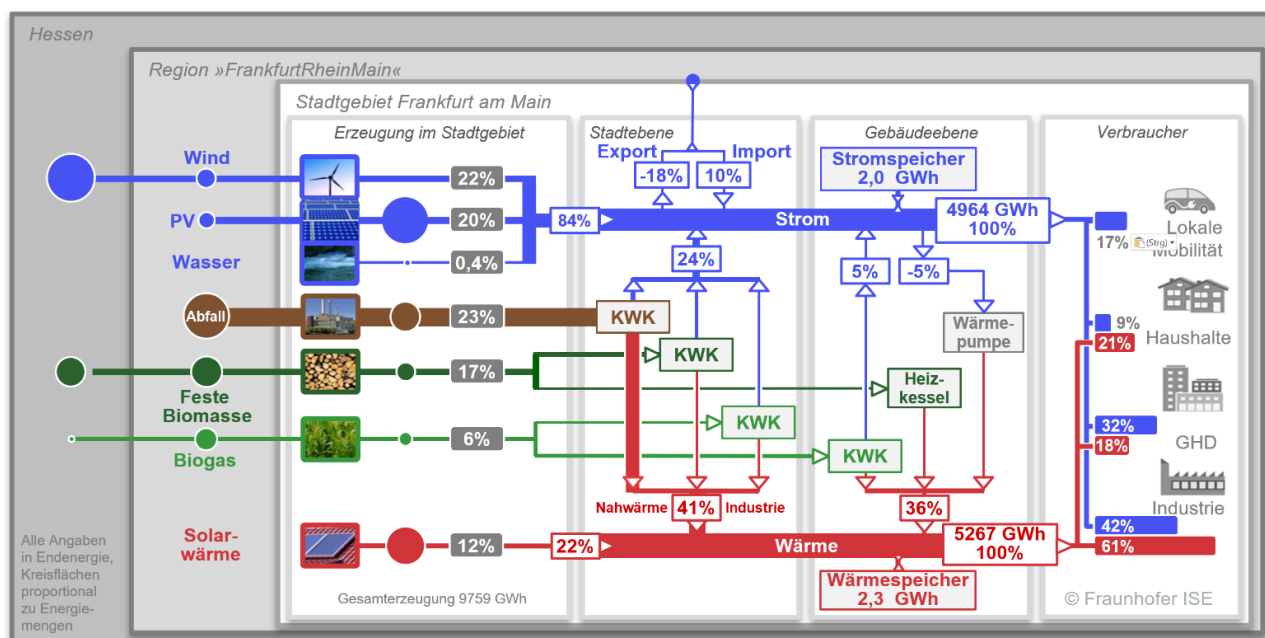


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung des Energieflussdiagramms eines Energiekonzepts des zukünftigen Energiesystems am Beispiel der Stadt Frankfurt am Main (Quelle: Schumacher, P. et al. (2015): Generalkonzept im Rahmen des Masterplans „100% Klimaschutz“ der Stadt Frankfurt am Main)

Fazit

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass für die Konzeption von klimaneutralen Quartiersenergiesystemen eine integrierte Planung unter Berücksichtigung der Sektorkopplung und der zeitlichen Dynamik des Energiesystems erforderlich ist, um nachhaltige und kosteneffiziente Lösungen zu finden und gleichzeitig eine hohe Versorgungssicherheit zu erreichen. Dabei ist der Einsatz von neuen Planungswerkzeugen notwendig, die den Akteuren vor Ort eine ganzheitliche Bewertung der künftigen klimaneutralen Energiesystemvarianten sowie die Berechnung von optimierten Lösungen ermöglichen.



Fokusthema 7:

Ansätze für den Baustein Wärmenetze

Eine wichtige Strategie zur wärmeseitigen Transformation von Bestandsquartieren besteht im Ausbau von Wärmenetzen. Diese können klimaneutrale lokale Wärmepotenziale (sowohl Abwärme- als auch Erneuerbare-Energien-Potenziale wie Geo- und Solarthermie und Biomasse) nutzbar machen und fluktuierende Stromeinspeisungen aus erneuerbaren Energien in das Energiesystem integrieren (Nutzung erneuerbarer Energien aus Wind- und Photovoltaik-Strom über systemdienliches Power-to-Heat). Sie bieten somit eine flexible Basis für die Einbindung von unterschiedlichen Erzeugungstechnologien und Brennstoffen sowie für die Sektorenkopplung. Wärmenetze sind somit ein wichtiger systemischer Ansatz für eine zukunftssichere Wärme- und Stromversorgung.

Somit bietet eine vernetzte Wärmeversorgung auch ein hohes Potenzial für klimaneutrale Quartiere und Areale. Die Analyse der 26 Praxisbeispiele im Projekt „Klimaneutrale Quartiere und Areale“ hat gezeigt, dass dies auch in der Praxis so gesehen wird, da sich der Großteil der Projekte für eine vernetzte Wärmeversorgung entschieden hat. Doch gerade im heterogenen Einzeleigentum von Gebäuden (Quartiers-/Arealtyp 3) lässt sich eine vernetzte Versorgung schwer umsetzen. Allerdings umfasst gerade dieser Typ 3 den größten Teil des Gebäudebestands in Deutschland. Abgesehen von den Transformationsprozessen, die in den großen Bestands-(Fern-)Wärmenetzen momentan angestoßen werden, stellt sich aber gerade für neue (Nah-)Wärmenetze in Quartieren und Arealen mit einer ausreichenden Wärmedichte die Frage, wie sie im Bestand praktisch implementiert werden können.

Ein wichtiges Instrument zur Stimulation neuer Wärmenetze in Bestandsquartieren ist die kommunale Energieleitplanung. Sie dient der fundierten Ausgestaltung und ganzheitlichen Koordi-

nation einer effizienten kommunalen Energieversorgung ohne fossile Energien. In Bezug auf die Wärmeversorgung werden diesbezüglich sowohl gebäudeintegrierte als auch netzbasierte Wärmeversorgungskonzepte sowie der Wärmeschutz in den Gebäuden im gesamten Stadtgebiet betrachtet und bewertet.

Energieleitplanung

Um eine erfolgreiche Planung und Umsetzung eines Wärmenetzes im Bestand zu erreichen, braucht es ideale Bedingungen vor Ort. Hierzu muss die Wärmenetzlösung nicht nur technisch und ökonomisch sinnvoll sein (z. B. aufgrund einer hohen Wärmebedarfsdichte), sondern muss auch von drei Akteuren – Stadtplanung, Wärmekundinnen und -kunden, Investor/Betreiber Wärmenetz – unterstützt werden.

Wichtig ist die Unterstützung der Stadtplanungsabteilung der Kommune, die im Rahmen ihrer Aufgabe der Gebietsentwicklung mit der Wärmeleitplanung einen Link zwischen den Einzeleigentümerinnen und -eigentümern herstellt, damit die Quartiere und Areale zur Implementierung von Wärmenetzen identifiziert werden können. Des Weiteren muss es Investoren bzw. Betreiber der Wärmenetze geben, die bereit sind, Kosten und Risiken der Wärmenetzinfrastruktur zu tragen. Sie stellen das technische und betriebswirtschaftliche Know-how sowie die nötigen finanziellen Mittel bereit. Letztlich braucht es dann aber auch die Wärmekundinnen und -kunden, die ihre individuelle Wärmeversorgung aufgeben und einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen. Sie orientieren sich letztlich am antizipierten Wärmepreis, der vor allem bezahlbar und für einen längeren Zeitraum garantiert sein muss.

Beispielhafte Herangehensweise in Stuttgart¹

Die notwendigen Bedingungen zeigen, dass die Planung und die Umsetzung auf Basis der momentan üblichen Prozesse und Vertragsformate für die Planer und Investoren im Quartier oder Areal nur bedingt geeignet sind, Wärmenetze mit der Zielstellung Klimaneutralität als Standardoption im Bestand zu implementieren. Vielmehr muss es durch Kooperation der lokalen Akteure gelingen, neue Wege der Planung und Umsetzung zu entwickeln, die die richtigen Anreize im Hinblick auf eine klimaneutrale Versorgung setzen.

In Stuttgart wurde nach einer umfassenden Bestandsaufnahme festgelegt, wie sich die Wärmeversorgung bis 2050 entwickeln soll, und es wurden entsprechende Versorgungsgebiete identifiziert (siehe Abbildung 1). Aktuell bereits mit Fernwärme versorgte oder zur Verdichtung der Fernwärme geeignete Gebiete befinden sich in der Zone „Verdichtung Fernwärme“. 34 Prozent des Stuttgarter Wärmebedarfs liegen in diesem Gebiet. In der zweiten Zone „Erweiterung Fernwärme“ liegen jene Gebiete, die für die Fernwärmeversorgung geeignet und zum bestehenden Netz benachbart sind und sich somit zur Erweiterung der existierenden Fernwärmenetze eignen. Für diese Gebiete ist jeweils zu prüfen, inwieweit das angrenzende Leitungsnetz energetische Kapazitäten für die lokale Erweiterung bietet. Auf diese Zone entfallen etwa 15 Prozent des Wärmebedarfs von Stuttgart. Bis 2050 sollen im Fernwärmegebiet und im möglichen Erweiterungsgebiet möglichst alle Gebäude direkt mit klimaneutraler

Fernwärme oder durch lokale (Niedertemperatur-)Wärmenetze, gegebenenfalls in Kombination mit Fernwärme, versorgt werden. Das lokale Angebot erneuerbarer Energien wird bestmöglich genutzt und das Erdgas zunehmend verdrängt.

Durch seine Kessellage ist in Stuttgart die mögliche Erweiterung der Fernwärme erschwert. Der Bau von größeren Wärmenetzen ist aufgrund der Höhenunterschiede bzw. Entfernungen technisch und wirtschaftlich schwierig realisierbar. Diese topografisch problematischen Gebiete werden in der Zone „Einzellösungen und Erschließung kleiner Wärmenetze“ zusammengefasst. Etwa 15 Prozent des Wärmebedarfs Stuttgarts liegen in Gebieten mit starkem Gefälle oder in größerer Entfernung zu möglichen Wärmenetzen. Hier besteht die Versorgungsstrategie aus klimaneutralen Energieversorgungen oder kleinen Wärmenetzen auf Basis lokaler erneuerbarer Energien, wenn dies technisch und wirtschaftlich realisierbar ist. Mögliche Energieträger hierbei sind oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme, Solarthermie, Biomasse oder grünes, erneuerbares Gas.

In allen restlichen Siedlungsgebieten Stuttgarts werden neue, klimaneutrale Wärmenetze mit sehr hohen Anschlussgraden angestrebt. Etwa 36 Prozent des Wärmebedarfs von Stuttgart liegen in der Zone „Erschließung großer Wärmenetze“. Das Vorgehen zur Erschließung großer Wärmenetze besteht darin, zunächst einzelne kleine Wärmenetze aufzubauen, die im späteren Verlauf zusammengeschlossen werden.

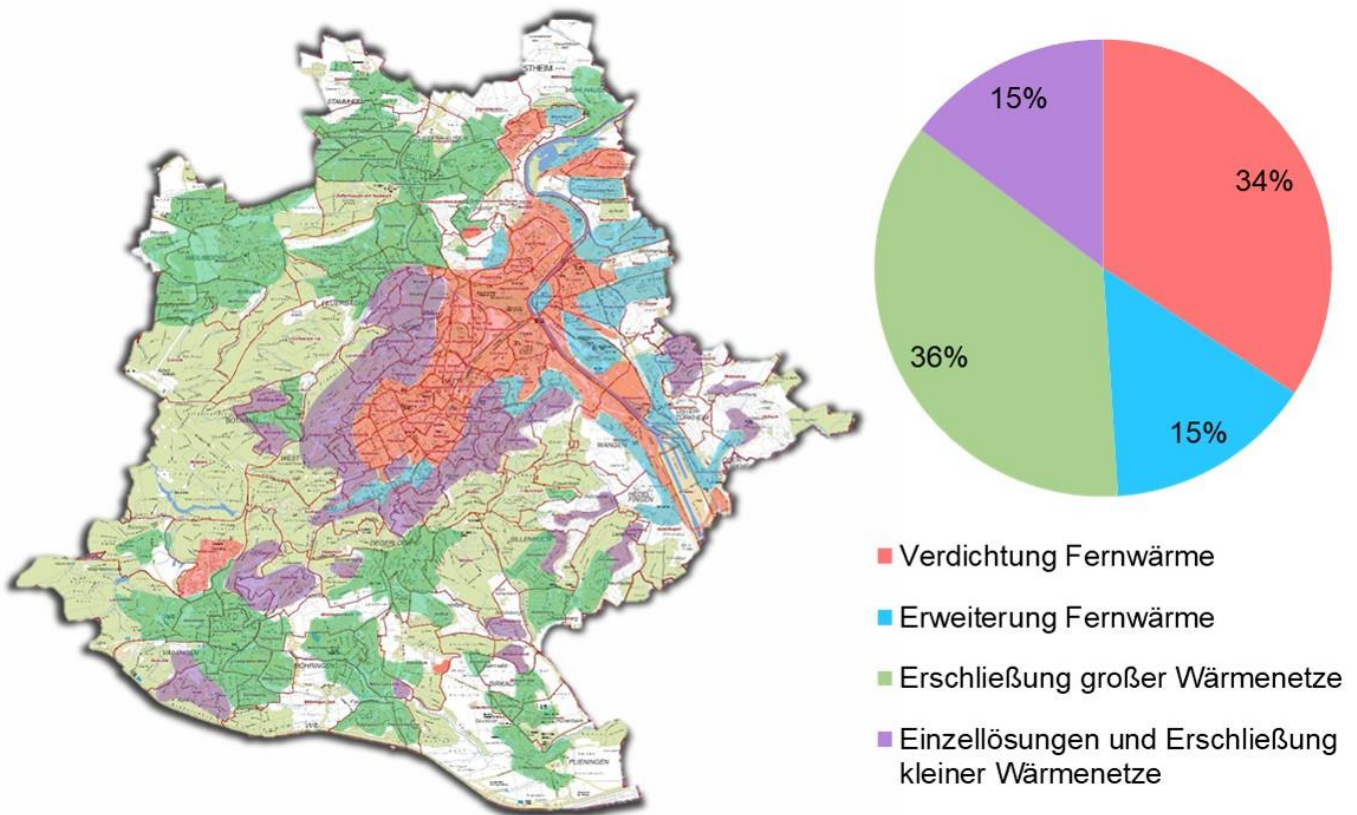


Abbildung 1: Übersicht Wärmeversorgung in Stuttgart (Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, Energieabteilung)

¹ Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, Energieabteilung

Auf Basis der Einteilung der Versorgungsgebiete wird jede städtebauliche Entwicklung (z. B. Quartiersentwicklung in Neubau und Bestand, städtische Bauvorhaben und Sanierungen) mit der Energieleitplanung abgeglichen. Auch die städtischen Förderprogramme können an die Energieleitplanung angepasst werden, damit in den entsprechenden Versorgungsgebieten die angestrebte Wärmeversorgung optimal gefördert wird. Da nicht alle Gebiete auf einmal bearbeitet werden können, werden Fokusgebiete identifiziert, die kurz-, mittel- oder langfristig angegangen werden. Diese Fokusgebiete werden anhand der Gebietseigenschaften identifiziert, Hauptauswahlgründe hierbei sind das Alter der Gebäude, ein hoher Anteil Ölheizungen, Erschließung oder Neubau eines Gebiets sowie das Potenzial für Wärmenetze mit komplexer oder homogener Gebietsstruktur (siehe Abbildung 2).

Mit diesem Verfahren wurden in Stuttgart aktuell 56 Fokusgebiete identifiziert, die nun vorrangig bearbeitet werden. Nach der Auswahl eines Fokusgebiets wird zunächst eine Gebietsanalyse durch das Amt für Umweltschutz durchgeführt. Sie umfasst die aktuellen Verbräuche sowie mögliche Erzeugungs- und Abwärmepotenziale im Gebiet, zum Beispiel Freiflächen in städtischer Hand, Hauptsammler eines Abwasserkanals oder Industrieabwärme. Außerdem wird die Eigentümerstruktur abgefragt,

um mögliche Ankerkunden einer späteren Wärmeversorgung zu identifizieren, beispielsweise große Gebäude, Baugenossenschaften und städtische Liegenschaften. Des Weiteren werden mögliche Bauaktivitäten in der Umgebung untersucht, um potenzielle Synergien mit zum Beispiel Tiefbauarbeiten, Nachverdichtung oder großen Sanierungsmaßnahmen nutzen zu können. Anschließend wird ein Energieversorgungskonzept in Abstimmung mit dem Energieversorger erstellt. Es wird durch das Amt für Umweltschutz meist in Zusammenarbeit mit einem Ingenieurbüro in einem KfW-432-Projekt der energetischen Stadtsanierung entwickelt. Hierbei werden die aktuellen Wärmebedarfe, der Sanierungsstand der Gebäude und Einsparpotenziale erfasst und Szenarien zur Entwicklung einer klimaneutralen Wärmeversorgung ausgearbeitet. Nachdem diese Vorplanung abgeschlossen ist, werden durch Infoabende, Pressemeldungen, soziale Medien und Postwurfsendungen die Gebäudeeigentümergebieten und -eigentümer im Gebiet informiert. Hierbei wird versucht, durch gezielte Förderungen die Eigentümerschaft bei einer Sanierung zu unterstützen und von einem Anschluss an das geplante Wärmenetz oder von klimaneutralen Einzellösungen zu überzeugen. Sind die wichtigsten Akteure im Boot, kann mit der Umsetzung begonnen werden. So plant Stuttgart, Quartier für Quartier zu einer klimaneutralen Landeshauptstadt zu werden.

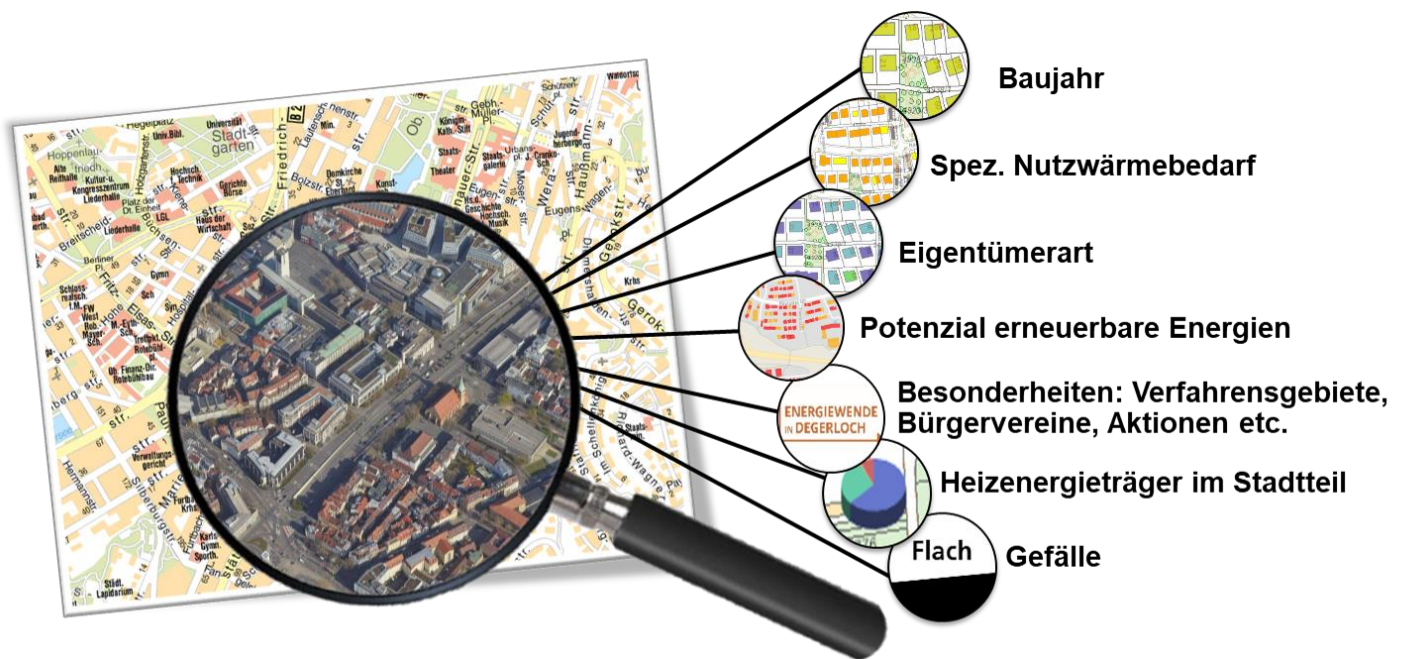


Abbildung 2: Kriterien zur Einteilung der Versorgungsgebiete (Quelle: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, Energieabteilung)

Ansätze für neue Wärmenetze im Bestand

Bei der Einführung von Wärmenetzen im Gebäudebestand ergeben sich sowohl technische und wirtschaftliche als auch organisatorische Herausforderungen. Die Netze sind in der Umsetzung stets Einzelprojekte, die sich schwer standardisieren lassen. Eine Herausforderung ist der kontinuierlich sinkende Wärmebedarf aufgrund der Gebäudesanierung. Dies bedeutet, dass die Wärmenetze, die den heutigen Bedarf decken (können), für den künftigen klimaneutralen Betrieb überdimensioniert sind. Sie müssen also so geplant werden, dass sie sich flexibel an die Veränderungen im Quartier bzw. Areal anpassen können. Die

große Schwierigkeit besteht darin, dass sich dies meist schwer wirtschaftlich darstellen lässt, und das vor dem Hintergrund, dass die Wärmepreise meist schon höher sind als bei einer gebäudeintegrierten Wärmeerzeugung.

Ein technischer Ansatz sind flexibel anpassbare Erzeugungsanlagen auf Basis eines flexiblen Energieträgermix. Fossile Energiequellen können dann sukzessive über die Jahre hinweg reduziert und ersetzt werden. Momentan sind Biomasse oder gasbetriebene Anlagen für das hohe nachfrageseitig benötigte Temperaturniveau allerdings noch mit einzuplanen. Wichtig bei der Transformation ist auch die Anpassung, das heißt die Redu-

zierung des Temperaturniveaus der Wärmeträger, an den abnehmenden Bedarf der angeschlossenen Gebäude. Die möglichen Anpassungen sollten dabei von vornherein mit eingeplant werden.

Neben den technischen und wirtschaftlichen Schwierigkeiten ergeben sich auch organisatorische Herausforderungen. Der Wärmenetzanschluss ersetzt im Bestand eine gebäudeintegrierte Wärmeversorgungsanlage. Die einzelnen Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sind zu einem Systemwechsel und zum Netzanschluss in der Regel aber nur dann bereit, wenn der bisherige gebäudeintegrierte Wärmeerzeuger sich am Ende seiner Lebensdauer befindet und in absehbarer Zeit außer Betrieb genommen werden muss. Da in Bestandsquartieren üblicherweise das Alter der bestehenden Wärmeerzeuger in den Gebäuden stark variiert, dauert die Umstellung eines größeren Anteils der Gebäude eine lange Zeit, wenn jeweils auf das Erreichen des Endes der Lebensdauer der Wärmeerzeuger gewartet werden muss. Dies macht es vielfach unwirtschaftlich, ein Wärmenetz im Bestand aufzubauen. Einen Lösungsansatz kann die zellulare Quartierssanierung darstellen.

Zellulare Quartierssanierung²

Die energetische Sanierung und Vernetzung eines großen, heterogenen Bestandsquartiers kann mehrere Jahre oder sogar Jahrzehnte dauern. Darum muss die Planung technologieoffen und flexibel sein. Herausforderungen sind zudem die Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger und ihre Bereitschaft zur Erschließung regenerativer Energien auf ihren Grundstücken. Zwar ist die Nutzung von möglichst hohen Anteilen lokal zur Verfügung stehender regenerativer Energien und von Abwärmepotenzialen längst im Sinne der Klimaschutzziele obligat, doch die Unsicherheit und der Kostendruck von Bestandshaltern sind ungebrochen. Der zellulare Ansatz bietet eine strategische Antwort auf diese Herausforderungen.

Hintergrund: Der Ausbau von regenerativen Energien führt zu einer Dezentralisierung der Energieversorgung, sodass ein struktureller Wandel der Energieversorgung unabdingbar ist. Aufgrund der Volatilität der regenerativen Energien und der hohen Flächenkonkurrenz in dicht besiedelten Gebieten werden eine stärkere Vernetzung und der Ausbau von Speicherkapazität benötigt. Im urbanen Bereich bestehen oft bereits Wärmenetze. Da sie jedoch auf relativ hohen Temperaturniveaus betrieben werden, ist eine Einbindung von regenerativen Energien und Abwärmequellen mit niedrigen Temperaturniveaus mit hohen Verlusten verbunden. Durch eine Schaffung von Wärmenetzen mit niedrigem Temperaturniveau können diese Quellen effizient nutzbar gemacht werden. Das Prinzip dieser kalten Nahwärmenetze ist einfach: Statt hohe Temperaturen bis zu den Gebäuden zu liefern, wird erst in den Gebäuden das niedrige Temperaturniveau mittels Wärmepumpen auf die Nutztemperaturen angehoben. So können auch niedrige Temperaturniveaus, beispielsweise Abwasserwärme, eingebunden werden. Weitere Effizienzen werden erschlossen, da Synergien gleichzeitigen Heizens und Kühlens aktiviert, Wärmeverluste vermieden und schließlich Wärmepumpen mit vorteilhaften Betriebstemperaturen betrieben werden. Aufgrund ihrer ganzjährig niedrigen Temperaturniveaus können kalte Nahwärmenetze auch zur passiven Kühlung der Gebäude im Sommer beitragen.

Hinter dem zellularen Prinzip steht der Leitsatz „Erzeugung und Verbrauch von Energie ist auf der niedrigsten möglichen Ebene auszubalancieren“. Die vorhandenen energetischen Potenziale werden also zuerst zur Deckung des lokalen Energiebedarfs in einer sogenannten „Energiezelle“ verwendet. Eine Nachbarschaft oder ein Straßenzug, gegebenenfalls sogar nur zwei oder drei Gebäude, werden vernetzt. Falls Energieüberschüsse oder -unterdeckungen auftreten, können diese über eine übergeordnete Vernetzung zu einer benachbarten Zelle geleitet werden. Diese kleinen Zellen bilden im Zusammenschluss wiederum eine Zelle, die nach demselben Prinzip funktioniert. Die Energiezellen bleiben in gewissem Maße abhängig voneinander, gewinnen jedoch gleichzeitig an Kontrolle und Versorgungssicherheit. Diese gegenseitige Unterstützung bedeutet im Umkehrschluss, dass Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer von reinen Energiekonsumentinnen und -konsumenten zu Prosumerinnen und Prosumern, also zu Käuferinnen und Käufern sowie Verkäuferinnen und Verkäufern von Energie werden.

Beispiele für zellulare Quartiersversorgung

Eines der im Projekt analysierten Beispiele für die erfolgreiche Umsetzung des zellularen Ansatzes und die Nutzung der daraus resultierenden Synergien ist in der Strubergassensiedlung in Salzburg zu finden. Im Rahmen der Quartierssanierung wurde das Wärmenetz des benachbarten Stadtwerks Lehen in die Strubergasse erweitert. Somit können die Überschüsse aus der solarthermischen Anlage, die das Nahwärmenetz mit Wärme versorgt, in der Strubergassensiedlung genutzt werden. Dadurch steigt der Anteil erneuerbarer Energien in der Strubergasse, die Wärmekosten sinken und die Effizienz der Solarthermieanlage wird gesteigert. Die abgerissenen und anschließend neu errichteten Gebäude der Strubergasse wurden direkt an das Nahwärmenetz angeschlossen. Solarkollektoren auf den Dächern speisen das Wärmenetz zusätzlich mit Wärme. Der Anschluss der Bestandsbauten erfolgt sukzessive.

In Meldorf stellt die Evers-Druck GmbH die Keimzelle für das dort entstehende Wärmenetz dar. Dieses Beispiel wurde im Projekt ebenfalls näher betrachtet. Die Abwärme der Druckerei soll genutzt werden, um zunächst die öffentlichen Liegenschaften mit Wärme zu versorgen. In einer zweiten Ausbaustufe kann später auch Privathaushalten der Anschluss ermöglicht werden. Zusätzlich zur Abwärme sollen weitere regenerative Wärmequellen in das Wärmenetz mit eingebunden werden. Um die im Sommer anfallende Abwärme zu speichern und so für die Heizperiode im Winter nutzbar zu machen, wird außerdem ein Erdbeckenspeicher eingesetzt.

Durch Nutzung der vorhandenen Strukturen und/oder Potenziale sowie die Versorgung von unter anderem Neubauten und öffentlichen Gebäuden sind beide Beispielprojekte bereits ohne Anschluss der privaten Unternehmen und Haushalte wirtschaftlich. Die Erweiterbarkeit der Wärmenetze um zusätzliche Wärmequellen ermöglicht eine Anpassung des Angebots an die mit der Anzahl der Anschlüsse wachsende Nachfrage sowie die Vernetzung mit weiteren Energiezellen.

² eZeit Ingenieure GmbH.



Fokusthema 8:

Ansätze für eine quartiersintegrierte Stromversorgung

Zur klimafreundlichen bzw. klimaneutralen Stromerzeugung im Quartier kommen derzeit vor allem Photovoltaik-Anlagen und Blockheizkraftwerke (BHKWs) zum Einsatz. Dabei ist die Solarstromerzeugung meist durch das Erreichen eines relativ hohen Selbstversorgungsgrads mit klimaneutraler Energie motiviert. Der Einsatz von BHKWs ist primär durch die Wärmebereitstellung getrieben, wobei die Stromerzeugung nur eine sekundäre Rolle spielt.

Andere dezentrale Stromerzeugungsanlagen haben keine praktische Relevanz. Der Einsatz von (Klein-)Wasserkraftanlagen ist durch die begrenzte Verfügbarkeit von Wasserläufen limitiert und die geothermische Stromerzeugung ist nur in sehr großen Anlagen bei einem hohen Erdwärme-Potenzial sinnvoll und findet deshalb nicht auf Quartiersebene statt. Kleinwindkraftanlagen spielen keine Rolle, da das Windangebot innerhalb von Städten und damit das Stromerzeugungspotenzial relativ gering und auch die Stromgestehungskosten relativ hoch sind.

Die Herausforderung beim Einsatz von BHKWs, die heute üblicherweise aus Gasmotoren bestehen, ist der eingesetzte Brennstoff. Bislang kommt meist Erdgas zum Einsatz, was zusammen mit der hohen Gesamteffizienz zu einem günstigen Emissionsfaktor im Vergleich zur kohlebasierten Stromerzeugung führt. Einerseits geht jedoch der relative Emissionsvorteil durch eine zunehmende Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im allgemeinen Strommix verloren und andererseits muss das fossile Erdgas mittelfristig durch grüne Gase wie Biogas, Wasserstoff oder daraus synthetisiertes Methan ersetzt werden, um die

Klimaneutralität zu erreichen. Biogas wird heute bereits entweder direkt oder über Zertifikate eingesetzt. Jedoch ist das Biomassepotenzial schon zu einem relevanten Teil ausgeschöpft. Der Einsatz von Wasserstoff ist zunehmend in Diskussion, wobei ein prinzipieller Vorteil der Gasversorgung darin besteht, dass dem fossilen Erdgas kontinuierlich steigende Anteile Wasserstoff oder andere grüne Gase zugemischt werden können. Meist wird ein maximaler Volumenanteil zwischen 20 und 30 Prozent genannt, der ohne eine vollständige Umstellung der Anlagen möglich ist. Allerdings sind die damit verbundenen praktischen Probleme, wie zum Beispiel die Anpassung der Endgeräte, nicht zu unterschätzen und eine vollständige Umstellung der Gasnetze auf Wasserstoff und grüne Gase ist unklar. Zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung mit Wasserstoff können auch Brennstoffzellen eingesetzt werden, deren technische Entwicklung derzeit stark vorangetrieben wird. Allerdings stellen sie nur eine andere Art der Kraft-Wärme-Kopplung dar und ändern die geschilderten Zusammenhänge nicht. Der Einsatz von Bioölen oder biogenen Festbrennstoffen weist technische und ökonomische Herausforderungen auf und spielt bislang keine Rolle.

Für die Akteure stellt sich je nach Quartierstyp insbesondere die Frage nach der Wirtschaftlichkeit der lokalen Stromerzeugungsoptionen, denn die Versorgungssicherheit wird durch den Anschluss an das Stromnetz der allgemeinen Versorgung sichergestellt. Die ökonomischen Bedingungen werden vor allem durch die Vergütungsregelungen im Erneuerbare-Energien-

Gesetz (EEG) und im Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) sowie die Regelungen des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) bestimmt. Sie haben sich über die letzten Jahre und Jahrzehnte regelmäßig geändert. So wurde die Einspeisevergütung kontinuierlich reduziert und die Direktvermarktung eingeführt und Regelungen zur Bereitstellung von Mieterstrom aus Solaranlagen und BHKWs wurden erlassen. Aufgrund der stark gesunkenen Stromgestehungskosten der Photovoltaik und der gestiegenen Strombezugskosten ist vor allem die Erreichung eines hohen Eigenversorgungsanteils ökonomisch attraktiv. Während dies bei Unternehmen oder Privatpersonen, die eine Immobilie besitzen und selbst nutzen, relativ einfach möglich ist, gestaltet es sich in den meisten Quartieren aufgrund einer heterogenen Eigentümerschaft und Nutzerschaft sowie der Vielzahl an beteiligten Akteuren kompliziert. Da hier keine Personenidentität zwischen Stromerzeuger, Lieferanten und Endkundeninnen und -kunden besteht, können die Vorzüge des Eigenverbrauchs in Form von entfallenden Steuern, Umlagen und Netzentgelten nicht geltend gemacht werden. In der Folge ist die Wirtschaftlichkeit oftmals in Frage gestellt. Um dennoch ein Geschäftsmodell aufzubauen, entwickeln die beteiligten Akteure unterschiedliche Versorgungsmöglichkeiten.

Alternative Versorgungsmöglichkeiten

Für alle vier Quartierstypen kann sich ein Vorteil durch die Befreiung von der Stromsteuer ergeben. Nach § 9 Abs. 1 Nr. 1 Stromsteuergesetz (StromStG) ist Strom, der aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt wird, von der Steuer befreit, wenn er aus einem ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern gespeisten Netz oder einer entsprechenden Leitung entnommen wird. Dabei müssen Erzeugung und Letztverbrauch in höchstens 4,5 Kilometer Entfernung voneinander erfolgen. Mit einer Höhe von 2,05 Cent je Kilowattstunde im Jahr 2021 erreicht dies jedoch nur einen begrenzten wirtschaftlichen Nutzen. Eine Doppelförderung ist verboten, die Stromsteuerbefreiung wird auf die EEG-Vergütung bzw. die Marktprämie angerechnet.

Im Falle von Industrie- und Gewerbegebieten kann das Instrument der geschlossenen Verteilernetze nach § 110 EnWG greifen. Allerdings ist dies nur für die Versorgung von Kunden in einem geografisch begrenzten Industrie- oder Gewerbegebiet möglich, wenn die angeschlossenen Unternehmen in Bezug auf ihre Tätigkeit oder eigentumsrechtlich mit dem Verteilnetzbetreiber verbunden sind. Die Versorgung von Letztverbraucherinnen und -verbrauchern, die Energie für den Eigenverbrauch im Haushalt kaufen, ist nur möglich, wenn ihre Zahl gering ist und sie ein Beschäftigungsverhältnis oder eine vergleichbare Beziehung zum Eigentümer oder Betreiber des Netzes unterhalten.

In Misch- und Wohnquartieren ist der Aufbau einer Versorgung im Quartier ohne Nutzung des öffentlichen Stromnetzes bzw. mit Kundenanlage nach § 3 Nr. 24a und 24b EnWG (früher Arealnetz genannt) möglich. Je nach Zusammensetzung der Beteiligten kann es sich innerhalb der Kundenanlage um Eigenverbrauch (Personenidentität), Direktlieferung oder Mieterstrom handeln, zum Teil fallen dabei auch Umlagen an. Dabei stellt ein Quartiersbetreiber die Versorgung ohne Nutzung des Netzes der allgemeinen Versorgung (öffentliches Stromnetz) mit dem Vorteil sicher, dass für den innerhalb der Kundenanlage erzeugten und dort an die Verbraucher gelieferten Strom aus erneuerbaren Energieträgern keine Netzentgelte anfallen und weitere Umlagen und Abgaben zum Teil reduziert sind. Dabei muss die Kundenanlage nahezu ausschließlich zur Eigenversorgung genutzt

werden, es dürfen keine Netzentgelte erhoben werden und es muss darüber hinaus eine diskriminierungsfreie Wahl des Stromlieferanten gewährleistet sein. Den wirtschaftlichen Vorteilen stehen allerdings entsprechende Aufwände für den Betrieb und die Abrechnung gegenüber. Für den Status als Kundenanlage müssen folgende Hauptkriterien erfüllt sein:

- Die Gebäude befinden sich im räumlichen Zusammenhang.
- Die Anlage ist über einen Netzverknüpfungspunkt mit dem Netz der allgemeinen Versorgung verbunden.
- Das Netz wird diskriminierungsfrei und unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Die Letztverbraucher genießen Wahlfreiheit ihres Energielieferanten.
- Die Anlage ist für den Wettbewerb der Versorgung mit Elektrizität und Gas unbedeutend.

Bei der Anzahl der angeschlossenen Gebäude herrscht Interpretationsspielraum, wobei die oben genannten Hauptkriterien erfüllt sein müssen. Weiterhin gelten folgende Unterkriterien, die sicherstellen sollen, dass die Anlage für den Wettbewerb als unbedeutend anzusehen ist:

- Mehrere Hundert Letztverbraucher können bereits als nicht mehr unbedeutend angesehen werden.
- Die Grundstücksfläche beträgt nicht mehr als 10.000 m².
- Die durchgeleitete Energie übersteigt nicht 1 GWh/a.

Da die Kundenanlage jedoch nicht zu diesem Zweck vom Gesetzgeber eingeführt wurde, sind verschiedene Schwierigkeiten und Unsicherheiten damit verbunden. Dies ist zum einen die noch unterschiedlich ausgelegte Größe für die Gewährung des Status als Kundenanlage. Weiterhin sind die Rollen komplex, da man als Energieversorgungsunternehmen verschiedene Meldepflichten erfüllen muss. Nicht zuletzt ist die Kundenanlage mit einer Rechtsunsicherheit verbunden, da der Status aufgrund der unklaren Kriterien vielfach angefochten werden kann. Diese Unsicherheit führt zu einem Risiko, das durch die relativ geringen Margen nur bedingt aufgefangen werden kann. Somit kommen auch Kundenanlagen nur bei starkem Engagement der lokalen Akteure bzw. in Nischenfällen in Betracht.

In Bezug auf die Prüfung eines möglichen Einsatzes der vorgestellten Optionen im Quartierskontext müssen die Begrifflichkeiten beachtet werden. So ist beispielsweise der räumliche Zusammenhang in den verschiedenen Regelwerken unterschiedlich definiert. Am weitesten ist er in § 12b Abs. 5 der Stromsteuer-Durchführungsverordnung (StromStV) gefasst, bei der die Stromentnahmestellen bis zu 4,5 Kilometer von der Stromerzeugungseinheit entfernt sein dürfen. Kundenanlagen nach § 3 Nr. 24a EnWG sind möglich für Energieanlagen, die sich auf einem „räumlich zusammenhängenden Gebiet befinden“. Das EEG schränkte den Begriff bis zur EEG-Novelle 2021 weiter ein und sprach von einem unmittelbaren räumlichen Zusammenhang, der bei Grundstücken, die beispielsweise durch Verkehrswege getrennt sind, nicht mehr gegeben war.

Ferner stellt sich die Frage der Personenidentität bzw. -verschiedenheit. Eine Eigenversorgung nach EEG, die die Grundlage für die Befreiung von der EEG-Umlage darstellt, erfordert die Personenidentität des Betreibers der EEG-Anlage und des Letztverbrauchers, dem der Strom geliefert wird, nach § 61j Abs.1 Nr. 3 EEG 2021. Übergreifende Verbräuche der Gebäudetechnik wie Beleuchtung, Lüftung oder Aufzüge können als Eigenverbrauch deklariert werden, wenn die Verbrauchseinrichtungen vom sel

ben Betreiber wie die Erzeugungsanlagen betrieben werden. Bei vermieteten Gebäuden, Gewerbeeinheiten oder Wohnungen kann möglicherweise die Mieterstromregelung genutzt werden. Um einen Mieterstromzuschlag nach § 48a EEG zu erhalten, muss explizit eine Verschiedenheit der Personen gegeben sein. Seit der EEG-Novelle 2021 kann nach § 21 Abs. 3 EEG der Mieterstromzuschlag auch im selben Quartier gewährt werden, falls keine Durchleitung durch ein Netz stattfindet.

Bei allen Optionen sind unterschiedliche Meldepflichten zu beachten, wie beispielsweise die Anmeldung bei der Bundesnetzagentur, um als Energieversorgungsunternehmen gemäß EnWG zu zählen. Auch wird je nach Einstufung als Eigenversorger oder Lieferant an Dritte die wiederkehrende Meldepflicht im Rahmen des EEG fällig. Weitere wiederkehrende Meldepflichten ergeben sich auch aus dem StromStG und dem Energiesteuer-gesetz (EnergieStG).

Vernetzte Stromversorgung in den Quartierstypen

Die vorgestellten alternativen Organisationsformen zur Stromversorgung werden bei den Quartiersentwicklungen nur ausnahmsweise eingesetzt, da sie meist nur aufwendig umzusetzen sind. Für die einzelnen Quartierstypen sind sie unterschiedlich nutzbar. So kommt beispielsweise der Aufbau einer Versorgung im Quartier ohne Nutzung des öffentlichen Stromnetzes bzw. mit Kundenanlage nur bei Neubauquartieren in Frage, bei denen der Projektentwickler auch der Investor ist (Typ 2), im Bestand wäre der Aufwand für die Umsetzung deutlich höher als die möglichen Vorteile (Typ 1). Auch wenn die Gebäudeinvestoren nicht identisch sind mit den Quartiersentwicklern (Typ 3 und 4), ist der Aufwand für die Entwicklung und Implementierung einer Kundenanlage üblicherweise deutlich höher als der wirtschaftliche Vorteil.

Fazit

Aufgrund der geschilderten Rahmenbedingungen erfolgt die Installation von Photovoltaik-Anlagen in Quartieren durch die Gebäudeeigentümer nach den üblichen Regeln des EEG, wobei der Eigenverbrauch des Solarstroms aus wirtschaftlichen Gründen bevorzugt wird. Bei vermieteten Wohngebäuden oder Wohnungen können die Mieterstromregelungen nach § 21 Abs. 3 EEG 2021 genutzt werden, die zum 1. Januar 2021 verbessert wurden, indem der Mieterstromzuschlag erhöht und die Regelung der Anlagenzusammenfassung gelockert wurde. Außerdem sind nun auch Quartierslösungen möglich, das heißt, unter bestimmten Voraussetzungen können auch Gebäude im Umfeld mit Mieterstrom versorgt werden. Die Wirtschaftlichkeit von Photovoltaik-Anlagen hängt dabei von vielen verschiedenen Bedingungen ab, in der Regel amortisieren sich die Anlagen aber, was auch die Grundlage für die Verpflichtung zur Installation von Photovoltaik-Anlagen ist, die in Hamburg und Baden-Württemberg gesetzlich geregelt wurde und in Berlin aktuell in Erarbeitung ist. Neben den Bundesländern können aber auch die Kommunen zur Nutzung der Solarenergie im Rahmen von Bebauungsplänen verpflichtet, wie es zum Beispiel in Waiblingen, Marburg oder Kaiserslautern der Fall ist.

In Bezug auf die Stromerzeugung im Quartier werden künftig auch lokale Energiegemeinschaften eine wichtige Rolle spielen.

Im Rahmen des „Clean Energy Package“ der EU, das im Jahr 2019 verabschiedet wurde, wurde die EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Renewable Energy Directive, RED II¹) neu gefasst. Entsprechend Artikel 22 der Richtlinie müssen die Mitgliedsländer künftig sogenannte „Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften“ ermöglichen, die erneuerbare Energien produzieren, verbrauchen, speichern und verkaufen dürfen und die innerhalb der Gemeinschaften die mit den eigenen Erneuerbare-Energien-Anlagen erzeugte Energie gemeinsam nutzen können.

Im Rahmen des Clean Energy Package wurde darüber hinaus auch die EU-Richtlinie für den Elektrizitätsbinnenmarkt (Common Rules for the internal market for electricity Directive, IEMD²) verabschiedet. Sie verpflichtet die Mitgliedsländer in Artikel 16 zum Erlass eines Regulierungsrahmens für sogenannte Bürgerenergiegemeinschaften. Diese sollen das Recht haben, Elektrizität gemeinsam zu nutzen, die mit Erzeugungsanlagen im Eigentum der Gemeinschaft erzeugt wird. Beide Regelungen bieten die Chance für neue Geschäftsmodelle für die Erzeugung, den Handel und den Austausch von lokal erzeugter Energie auf Quartiersebene und stärken somit die Entwicklung von klimaneutralen Quartieren.

Die IEMD sollte bis zum 31. Dezember 2020 und die RED-II-Richtlinie bis zum 30. Juni 2021 in nationales Recht überführt werden. In Deutschland ist dies noch nicht umfassend erfolgt, sodass in naher Zukunft mit der Entwicklung eines entsprechenden Gesetzesrahmens zu rechnen ist.

¹ RICHTLINIE (EU) 2018/2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen.

² RICHTLINIE (EU) 2019/944 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. Juni 2019 mit gemeinsamen Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt.



Fokusthema 9:

Zusammenspiel der Komponenten integrierter Energiekonzepte

Integrierte Konzepte zur energetischen Versorgung von Quartieren zeichnen sich durch die Interaktion der unterschiedlichen implementierten technischen Komponenten aus. Diese Interaktion ist ein wichtiger Baustein zur Erreichung der Klimaneutralität des Quartiers. Welche Komponenten, das heißt Erzeugungsanlagen, Energiewandler oder Speicher, mit welcher Leistung verwendet werden, hängt von den Rahmenbedingungen des jeweiligen Quartiers ab und wird in der Planung festgelegt. In diesem Factsheet wird das Zusammenspiel der unterschiedlichen technischen Komponenten beschrieben.

Mit dem optimalen Zusammenspiel der Komponenten werden die Ziele des klimaneutralen Quartiersenergiesystems unterstützt, konkret eine hohe Effizienz des Energiesystems, geringe Kosten, eine hohe Versorgungssicherheit und ein möglichst hoher Selbstverbrauch der im Quartier erzeugten erneuerbaren Energien. Weitere Ziele können beispielsweise die Entlastung des übergeordneten Stromnetzes durch Reduzierung von Spitzenlasten sowie die Bereitstellung von Flexibilitäten sein.

Photovoltaik und Batterien

Solarenergie ist in den meisten Quartieren die erneuerbare Energiequelle mit dem größten Potenzial. Da die Nutzungsmöglichkeiten der Solarwärme oft begrenzt sind oder sie weniger attraktiv ist, stellt die Solarstromerzeugung mit Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) meist die größte lokale Energiequelle im klimaneutralen Quartier dar. Werden die PV-Potenziale umfangreich genutzt, übersteigt im Sommerhalbjahr die Solarstromerzeugung tagsüber in der Regel den Strombedarf im Quartier. Um die

Belastung des übergeordneten Stromnetzes zu begrenzen und im Extremfall auch eine Abregelung von PV-Anlagen zu vermeiden, tragen im integrierten Energiekonzept verschiedene Maßnahmen dazu bei, den Solarstrom vornehmlich im Quartier zu verbrauchen und den Export zu minimieren. Innerhalb von Gebäuden und in Kundenanlagen (Mietstromanlagen) ist es auch ökonomisch vorteilhaft, den Solarstrom selbst zu verbrauchen, da Gebühren und Steuern eingespart werden. Seit Januar 2021 besteht nach § 21 Abs. 3 Nr. 1 EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) der Anspruch auf die Zahlung des Mieterstromzuschlags auch dann, wenn der Solarstrom an einen Letztverbraucher in demselben Quartier ohne Durchleitung durch ein Netz geliefert und von diesem verbraucht worden ist. Dies ist ein erster Schritt in der Umsetzung der Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften, die nach Artikel 22 der Richtlinie 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RED II) in den Mitgliedstaaten auf lokaler Ebene umzusetzen sind. Sie sollen berechtigt sein, erneuerbare Energie zu produzieren, zu verbrauchen, zu speichern und zu verkaufen und die erneuerbare Energie, die mit eigenen Anlagen erzeugt wurde, auch gemeinsam zu nutzen. Mit den Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften wird es somit ökonomisch attraktiv werden, den im Quartier erzeugten Solarstrom selbst zu verbrauchen, wenn eine entsprechende Organisationsform gewählt wird.

Eine gute Möglichkeit, den Selbstverbrauch von Solarstrom zu erhöhen, ist die Kombination von Photovoltaik-Anlagen mit stationären Batteriespeichern. Im Jahr 2020 wurde bei etwa der

Hälfte der neu installierten PV-Anlagen auf Eigenheimen ein Batteriespeicher installiert.¹ Durch die Batterie kann der tagsüber erzeugte Solarstrom zwischengespeichert und in den Abendstunden verbraucht werden. Da viele Eigenheimbesitzerinnen und -besitzer tagsüber nicht zu Hause sind und somit wenig Strom verbrauchen, beträgt der Anteil des Solarstroms, der direkt verbraucht werden kann, im Jahreschnitt ohne Batterie nur etwa 35 Prozent des Jahresstrombedarfs (unter der Annahme, dass auf das Jahr gesehen Solarstromerzeugung und Stromverbrauch etwa gleich hoch sind). Mit einer Batterie lässt sich der Anteil auf über 60 Prozent steigern. Durch die Zwischenspeicherung des Solarstromüberschusses wird ein höherer Selbstversorgungsgrad erreicht (d. h. der Netzbezug minimiert). Zur Steuerung der Batterie ist ein Batteriemanagementsystem erforderlich. Dieses kann möglicherweise auch zur Erreichung von weiteren Nebenzielen beitragen, beispielsweise der Kappung von Lastspitzen im Strombezug.

Energiemanagementsysteme können auch die Vernetzung mehrerer Gebäude oder des gesamten Quartiers unterstützen. Somit lassen sich möglicherweise auch Photovoltaik- und Batteriekapazitäten gemeinsam im Quartier nutzen. Allerdings setzt das Energiewirtschaftsgesetz bislang dem lokalen Austausch und Handel von Strom unter Vermeidung von Gebühren und Steuern enge Grenzen (siehe Hinweis auf Erneuerbare-Energie-Gemeinschaften).

Der Einsatz von Batteriespeichern ist nur zum kurzfristigen Speichern von Elektrizität über mehrere Stunden bis wenige Tage geeignet, da einerseits bei längeren Speicherdauern deutliche

Verluste auftreten und andererseits die Wirtschaftlichkeit eines Speichers proportional zur Zahl der Ladezyklen ist, das heißt, je öfter er be- und entladen wird, desto wirtschaftlicher ist ein Speicher. Aufgrund der Tagesschwankungen der Solarstromerzeugung ist ein Batteriespeicher so auszulegen, dass er einmal pro Tag be- und entladen wird, der Ausgleich der saisonalen Schwankungen der Solarstromerzeugung ist mit Batterien ökonomisch nicht sinnvoll.

Photovoltaik und Beladung von Elektromobilen

Vorteile für das Quartiersenergiesystem bietet auch die gezielte Kombination von PV-Anlagen und Elektromobilität. Die Lastprofile zur Beladung von E-Fahrzeugen können unterschiedlich sein und stimmen oft nicht mit dem Erzeugungsprofil von Solarstrom überein. Allerdings kann durch ein gesteuertes Laden der Elektrofahrzeuge der Anteil des Solarstroms am Ladevorgang meist deutlich gesteigert werden. Hierzu passt ein Energiemanagementsystem die Beladung des E-Fahrzeugs der Solarstromerzeugung an, das heißt, der Ladevorgang wird zeitlich verschoben oder in seiner Leistung begrenzt, wenn nicht genügend Solarstrom zur Verfügung steht. Dabei muss natürlich berücksichtigt werden, wann das E-Fahrzeug wieder beladen sein soll, und somit darf nur so weit in die Ladestrategie eingegriffen werden, dass diese Vorgabe erfüllt wird. Sind zusätzlich Batterieheimspeicher vorhanden, puffern diese die möglichen Ungleichzeitigkeiten zwischen Solarstromerzeugung und E-Mobil-Ladung ab und erhöhen somit den Selbstverbrauch des Solarstroms (beispielsweise wenn das E-Fahrzeug tagsüber unterwegs ist und nur nachts zu Hause geladen wird).

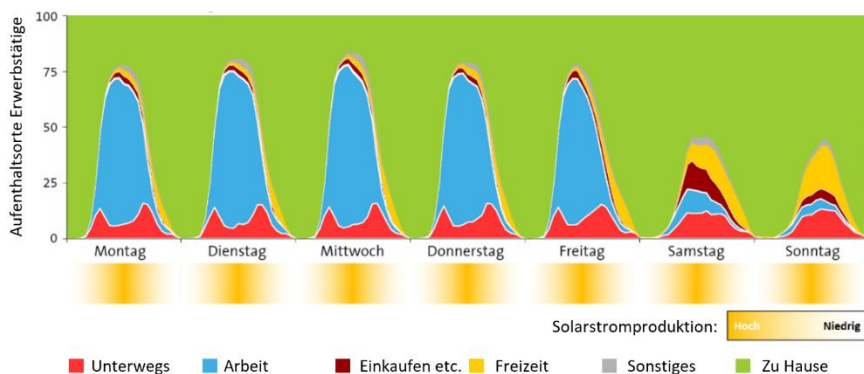


Abbildung 1: Vergleich der Aufenthaltsorte von Erwerbstätigen in Deutschland und der durchschnittlichen Erzeugung von Solarstrom mit nach Süden ausgerichteten Photovoltaikmodulen.² (Quelle: Fraunhofer ISE)

Dass die Verbindung der Solarstromproduktion mit der E-Mobilität puffernde Elemente und eine intelligente Ladestrategie benötigt, wird in Abbildung 1 deutlich. Sie zeigt im oberen Bereich den Aufenthaltsort von Erwerbstätigen im Verlauf einer Woche und im unteren Bereich die Solarstromproduktion. Es überrascht nicht, dass während der Werktage tagsüber, wenn die Sonne scheint und Solarstrom produziert wird, nur 20 bis 25 Prozent der Erwerbstätigen zu Hause sind. Das bedeutet, dass E-Fahrzeuge nur direkt mit Solarstrom geladen werden können, wenn sie beim Arbeitgeber geladen oder nicht zur Fahrt zur Arbeit genutzt

werden. Als Alternative kann der Solarstrom tagsüber gespeichert und nachts im Haushalt und zur Ladung des E-Fahrzeugs genutzt werden.

Eine noch weitergehende Flexibilisierung und damit verbunden eine stärkere Integration von Photovoltaik und Elektromobilität bietet das bidirektionale Laden, bei dem die E-Fahrzeuge einen definierten Anteil des Stroms ihrer Batterien dem Stromnetz zur Verfügung stellen können. Voraussetzung dafür ist, dass die E-Fahrzeuge an den Ladepunkt angeschlossen sind und dass

¹ <https://www.solarwirtschaft.de/2021/02/18/solarbatterie-boom/>

² Quellen:

infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.; IVT Research GmbH; infas 360 GmbH. (2018). Mobilität in

Deutschland - Ergebnisreport. Bonn: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur - Referat G 13 – Prognosen, Statistik und Sondererhebungen. Ergänzung der solaren Erträge und Bearbeitung: Fraunhofer ISE.

zum Zeitpunkt der erwarteten Abfahrt der gewünschte Ladezustand der Batterie erreicht ist. Bei einer künftig zu erwartenden großen Anzahl von E-Fahrzeugen in einem Quartier könnten damit relevante zusätzliche Batteriespeicherkapazitäten bereitgestellt werden, die insbesondere kurzfristige Lastspitzen abfedern und somit helfen können, die fluktuierende Solarstromproduktion erheblich besser zu integrieren. Das bidirektionale Laden von E-Fahrzeugen erfordert allerdings ein entsprechendes intelligentes Lademanagementsystem, das mit den verschiedenen E-Fahrzeugen kommunizieren kann und Zugriff auf die Ladesteuerung der unterschiedlichen E-Fahrzeuge erhält. Bislang stehen solche Systeme nicht zur Verfügung und es fehlen auch noch die normativen Grundlagen für ihre Implementierung. Allerdings

kann davon ausgegangen werden, dass bei einem stark steigenden Anteil an E-Fahrzeugen bidirektionale Lademanagementsysteme zum kontrollierten Laden und teilweise auch bidirektionalen Laden standardmäßig installiert werden, um die zusätzliche Belastung der Stromnetze durch die E-Mobilität zu begrenzen.

Beim Ausbau der Ladeinfrastruktur von E-Fahrzeugen sollte somit auch berücksichtigt werden, wann und wo erneuerbarer Strom zur Verfügung steht, weshalb Arbeitgeber auch aus diesem Grund die Installation von PV-Anlagen und E-Mobil-Ladeinfrastruktur nicht nur für den firmeneigenen Fuhrpark, sondern auch für ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erwägen sollten.

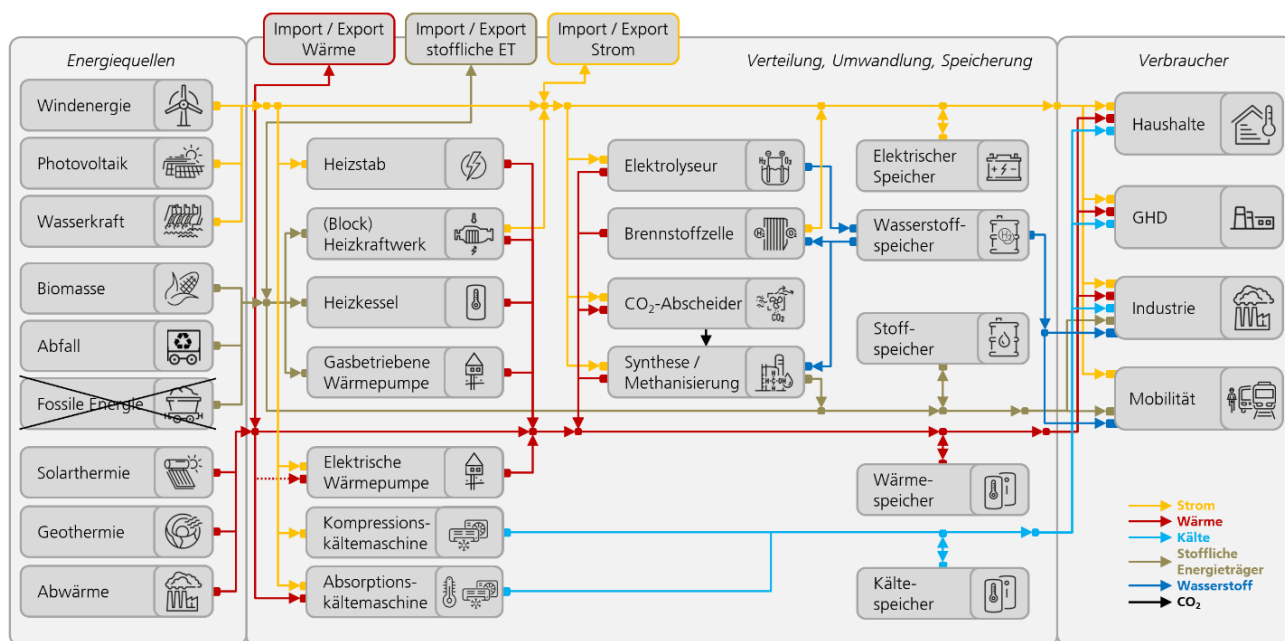


Abbildung 2: Basismodell eines Quartiersenergiesystems mit allen möglichen Komponenten und den zugehörigen Energieströmen. Da die Klimaneutralität angestrebt wird, sind fossile Energiequellen nicht zugelassen³. (Quelle: Fraunhofer ISE)

Photovoltaik und Wasserstoffproduktion/-nutzung

Abbildung 2 zeigt ein Basismodell eines integrierten Quartiersenergiesystems mit den möglichen Komponenten und Technologien sowie ihren Verknüpfungen. Dort ist ersichtlich, wie die Kopplung des Strom- und Mobilitätssektors auch durch die Herstellung von Wasserstoff erreicht werden kann. Der Solarstrom wird in diesem Fall genutzt, um in einem Elektrolyseur Wassermoleküle in Wasserstoff- und Sauerstoffmoleküle aufzuspalten. Mit dem Wasserstoff können Wasserstofffahrzeuge betankt und betrieben werden. Dabei wird der Wasserstoff mithilfe einer Brennstoffzelle wieder in Strom umgewandelt und dieser treibt den Elektromotor des Fahrzeugs an. Die Brennstoffzelle gibt als Abgas nur Wasserdampf ab. Da Wasserstoff speicherbar ist, bietet er sich vor allem für Fahrzeuge im Schwerlastverkehr oder für Fahrzeuge, die hohe Reichweiten benötigen, an. Allerdings ist zu bedenken, dass durch die Umwandlungskette im Elektrolyseur, bei der Verteilung und Speicherung sowie in der Brennstoffzelle zusätzliche Verluste auftreten, die die Gesamteffizienz deutlich reduzieren. Um dieselbe Strecke zurückzulegen, wird bei wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen etwa die doppelte Menge an klimaneutral hergestelltem Strom benötigt wie bei batterieelektrisch betriebenen E-Fahrzeugen. Hinzu kommt, dass eine spezielle

Wasserstoff-Ladeinfrastruktur aufgebaut werden muss. Vor diesem Hintergrund kann davon ausgegangen werden, dass im urbanen Pkw-Verkehr mit seinen kurzen bis mittleren Fahrtstrecken künftig vor allem batterieelektrische E-Fahrzeuge eingesetzt werden. Wasserstoffbetriebene Fahrzeuge werden dagegen am ehesten im Langstrecken- und Güterverkehr, in Bussen oder im Schiffs- und Flugverkehr eingesetzt werden oder dort, wo eine Wasserstoffinfrastruktur bereits für andere Nutzungen vorhanden ist, zum Beispiel in der Industrie.

Grüne Gase als Energiespeicher

Aus Wasserstoff lässt sich mithilfe von chemischen Reaktionen unter Nutzung von Kohlendioxid auch Methan herstellen. Da es Hauptbestandteil des Erdgases ist, kann es das Erdgas ersetzen und die vorhandene Erdgasinfrastruktur nutzen. Die Umwandlung von Strom zu Wasserstoff oder weiter zu Methan fasst man unter dem Begriff Power-to-Gas (P2G) zusammen, klimaneutral hergestellte Gase bezeichnet man als grüne Gase. Aufgrund der Umwandlungsverluste sind P2G-Anwendungen gegenüber einem direkten Einsatz von Strom immer im Nachteil. Allerdings lassen sich Gase über längere Zeiträume verlustarm speichern und in Deutschland sind im Rahmen der Erdgasinfrastruktur bereits

³ Quelle: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

große Gasspeicher vorhanden. Somit stellen Wasserstoff und Methan eine notwendige saisonale Speicheroption für ein klimaneutrales Energiesystem dar, um beispielsweise im Winterhalbjahr auch während der Dunkelflaute auf eine Energiequelle zurückgreifen zu können. Allerdings sind die notwendigen Infrastrukturen (z. B. saisonale Gasspeicher) oder auch die Anwendungen (z. B. Schwerlast und Güterverkehr) nicht für Quartierslösungen geeignet und spielen dort nur in Ausnahmefällen eine Rolle. Unter anderem in dem vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Leuchtturmprojekt Es_West_P2G2P in der Esslinger Neuen Weststadt werden derzeit wichtige Erfahrungen mit der Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff in einem Wohnquartier gesammelt, dabei wird sich zeigen, ob P2G-Lösungen auch für Quartiere interessant sind.⁴

Kraft-Wärme-Kopplung: Produktion von Strom und Wärme

Die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme mit Blockheizkraftwerken (BHKWs) in Nahwärmenetzen auf Quartiersebene oder mit Mikro-BHKWs in einzelnen Gebäuden oder Gebäudegruppen hat den Vorteil einer hohen Effizienz und einer steuerbaren Energieerzeugung. Dabei kommen heute üblicherweise Erdgasmotoren zum Einsatz, deren Abwärme nutzbar gemacht wird. Der Gesamtwirkungsgrad für die Strom- und Wärmebereitstellung beträgt ca. 90 Prozent. Für die Wandlung von Wasserstoff in Strom und Wärme werden Brennstoffzellen eingesetzt, die in einer chemischen Reaktion direkt Strom und Wärme erzeugen. Allerdings muss für die Kraft-Wärme-Kopplung der klimaneutrale Brennstoff zur Verfügung stehen. In welchem Umfang Wasserstoff oder Methan aus P2G-Prozessen zu wettbewerbsfähigen Preisen für diese Anwendungen zur Verfügung stehen werden, ist fraglich und muss geprüft werden (siehe oben). Alternativ können Biogas oder Klärgas genutzt werden, die allerdings auch nur begrenzt verfügbar sind. Wenn in einem Quartier Zugriff auf solche Gase besteht und langfristige Lieferverträge abgeschlossen werden können, stellen BHKWs eine attraktive Lösung für eine klimaneutrale Quartiersenergieversorgung dar (vgl. Praxisbeispiele).

Photovoltaik, elektrische Wärmepumpen und Wärmespeicher

Im Vergleich zur Nutzung von Brennstoffen zur Wärmeerzeugung ist die Erzeugung von Wärme aus Strom mithilfe von Wärmepumpen sehr effizient. Denn aus einer Kilowattstunde (kWh) Strom können etwa 4 kWh Wärme mit einer Temperatur bis zu 60 °C hergestellt werden. Die restlichen 3 kWh entnimmt die Wärmepumpe aus der Umwelt, entweder aus der Luft bei sogenannten Luft-Wasser-Wärmepumpen oder aus dem Erdreich bei Wasser-Wasser-Wärmepumpen. Der zugeführte Strom wird von den Wärmepumpen zur Temperaturerhöhung von Medien mittels Kompression genutzt. Auf diese Weise können Wärmepumpen Wärme- bzw. Abwärmequellen auf niedrigem Temperaturniveau nutzen, um Nutzwärme auf einem höheren Temperaturniveau bereitzustellen. Die sogenannte Arbeitszahl, die das Verhältnis von bereitgestellter Nutzwärme zur eingesetzten elektrischen Energie darstellt (auch COP, Coefficient of Performance, genannt), ist umso höher, je geringer das Temperaturniveau der Nutzenergie ist. So sind Flächenheizungen für die Raumwärme mit niedrigen Vorlauftemperaturen zu bevorzugen. Typische

Wärmepumpen können Trinkwarmwasser auf 60 °C erwärmen, neuere Wärmepumpen können auch höhere Temperaturen bereitstellen. Wärme lässt sich einfacher und kostengünstiger speichern als Strom. Somit hat die Kopplung von Photovoltaik-Anlagen mit Wärmepumpen nicht nur den Vorteil der effizienten, klimaneutralen Wärmebereitstellung, sondern bietet auch die Möglichkeit, zeitweilige Stromüberschüsse mittels der Wärmepumpe als Wärme zu speichern und sie dann einzusetzen, wenn sie benötigt werden. Somit ist es sinnvoller, statt Strom in Batterien zu laden, mit Wärmepumpen Wärme zu erzeugen und die Wärme zu speichern, vorausgesetzt die Wärme oder Kälte ist zu einem späteren Zeitpunkt auch nutzbar. Da im Quartier Überschussstrom nur aus der Photovoltaik und damit im Sommerhalbjahr anfällt, kommt hier meist nur die Trinkwarmwasser- und möglicherweise die Prozesswassererwärmung in Frage. Im Winterhalbjahr mit Heizwärmebedarf sind nur relativ wenige Solarstromüberschüsse vorhanden. Eine bessere zeitliche Übereinstimmung wird bei der Bereitstellung von Klimakälte erreicht, die im Sommerhalbjahr benötigt wird. Auch sie kann in Kältespeichern gespeichert werden und somit Überschüsse aus PV-Anlagen aufnehmen.

Solarwärme und saisonale Wärmespeicher

Soll die Solarenergie den Energiebedarf zur Raumheizung zu großen Teilen oder vollständig decken, muss sie vom Sommerhalbjahr in das Winterhalbjahr, also saisonal, gespeichert werden. Da ein nennenswerter Anteil des Wärmebedarfs der gesamten Heizperiode aufgenommen werden muss, sind saisonale Wärmespeicher sehr groß. In Dänemark sind bereits in größerem Umfang Wärmenetze mit Solarwärmeanlagen und großen saisonalen Warmwasserspeichern mit ca. 100.000 m³ Wasserinhalt im Einsatz, die Quartiere und kleine Ortschaften mit Heizwärme versorgen.⁵ Eine zweite Möglichkeit besteht darin, mit Erdsonden den Untergrund zur Speicherung von heißem Wasser zu nutzen. Dies wurde beispielsweise in Neckarsulm im Stadtteil Amorbach mit 530 Erdsonden und einem Volumen von 65.000 m³ in Verbindung mit einer Solarwärmeanlage demonstriert.⁶ Zwar konnte hierbei in den letzten 30 Jahren die Technik weiterentwickelt und die Kosten konnten gesenkt werden, wie verschiedene Pilotprojekte belegen, doch sind diese Systeme bislang noch nicht wettbewerbsfähig.

PV-Anlagen, kalte Wärmenetze, thermische Untergrundspeicher und Wärmepumpen

Um Solarstrom saisonal für die Wärmeversorgung nutzbar zu machen, wird die Wärmeenergie nicht auf hohem Temperaturniveau, sondern als Primärwärmequelle für Wärmepumpen in einem Temperaturbereich etwa zwischen 5 °C und 20 °C in saisonalen thermischen Untergrundspeichern gespeichert. In Kombination mit kalten Wärmenetzen, die eine Vorlauftemperatur zwischen 10 °C und 20 °C haben, wird der Untergrundspeicher im Winterhalbjahr als Primärenergiequelle für die Wärmepumpen zur Beheizung des Quartiers verwendet. Im Sommerhalbjahr dienen die Solarstromüberschüsse dazu, den abgekühlten Untergrundspeicher mit den Wärmepumpen wieder zu regenerieren. Die kalten Wärmenetze (auch Wärmenetze 5. Generation genannt) können Abwärmequellen mit niedrigen Temperaturen, beispielsweise von Kühlhäusern und Rechenzentren, nutzbar machen.

⁴ <https://projektinfos.energiewendebauen.de/forschung-im-dialog/neuigkeiten-aus-der-forschung/detailansicht/esslinger-quartier-bereitet-eigene-wasserstoffproduktion-vor/>

⁵ <https://www.solarthermalworld.org/news/seasonal-pit-heat-storage-cost-benchmark-30-eurm3>

⁶ https://www.nationale-stadtentwicklungspolitik.de/NSP/SharedDocs/Projekte/WSProjekte_DE/Neckarsulm_Amorbach_II.html

Neben der Bereitstellung von Wärmeenergie können kalte Wärmenetze auch zur Deckung von Kühlbedarfen eingesetzt werden. Da die Temperatur des Rücklaufs der Wärmenetze (nach der Wärmeentnahme durch Wärmepumpen) üblicherweise zwischen 10 °C und 15 °C liegt, kann dieser direkt für Kühlanwendungen, zum Beispiel von Büroräumen, durch Senkung der Temperaturen in den Decken genutzt werden. Während der Kühlung nimmt das Wärmeträgermedium Abwärme aus den Kühlanwendungen auf und führt somit dem Wärmenetz wieder thermische Energie zu. So lassen sich Synergien zwischen Wärme- und Kältebedarfen erschließen und die Gesamteffizienz des Systems lässt sich erhöhen, was den Primärenergiebedarf des Quartiers reduziert. Der Umfang der so erschließbaren Synergien hängt von der Verteilung der Energiebedarfe für Wärme und Kälte, den verschiedenen Temperaturniveaus und ihrer zeitlichen Verteilung sowie der Systemtechnik inklusive der Speichervolumen sowie deren Steuerung ab. Dementsprechend sind integrierte, sektorgekoppelte Energiekonzepte erforderlich, um solche Quartiersenergiesysteme zu planen und ihre Wettbewerbsfähigkeit zu prüfen.

Biomasse als speicherbare, klimaneutrale Energiequelle

Die Integration von fluktuierender Energieerzeugung aus Sonnenenergie und Windenergie stellt eine besondere Herausforderung klimaneutraler Energiesysteme dar. Doch auch die Integration von Biomasse auf Quartiersebene muss möglichst effizient erfolgen. Biomasse in fester Form (Stückholz, Holzhackschnitzel, Pellets) oder als Biogas kann zur Wärmeerzeugung in Feuerstätten oder Heizkesseln eingesetzt oder zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken verfeuert werden. Die Herstellung von Biotreibstoffen ist aufwendig und somit nur für den Transportbereich relevant, weshalb Biotreibstoffe im Quartierskontext üblicherweise keine Rolle spielen. Da Biomasse eine speicherbare erneuerbare Energiequelle darstellt, ist sie eine sehr wertvolle Ergänzung zu den fluktuierenden Quellen, um die Energieversorgung in Zeiten mit wenig Solarstrahlung und wenig Windenergie sichern zu können.

Allerdings ist zu bedenken, dass verschiedene Systemlösungen wie kalte Wärmenetze mit Wärmepumpen zur Raumheizung mit dem Einsatz von Biomasse-BHKWs und Wärmenetzen nicht kompatibel sind, da diese nur effizient einsetzbar sind, wenn die Wärme auf hohem Temperaturniveau (z. B. bei 70 °C) verteilt wird. Somit ist eine grundlegende Entscheidung zu treffen, ob ein Quartier mit Wärme auf hohem Temperaturniveau versorgt wird und dazu Biomasse-BHKWs und Solarwärmanlagen mit und ohne saisonale Wärmespeicher kombiniert oder ob auf kalte Wärmenetze zur Primärwärmeversorgung von Wärmepumpen gesetzt wird und in diesem Fall Biomasse höchstens als Notversorgung zum Einsatz kommt. Ob der erste Fall realisierbar ist, hängt entscheidend davon ab, ob ausreichend Biomasse hierfür zur Verfügung steht. Zwar können auch in Deutschland noch weitere Potenziale erschlossen werden, allerdings gibt es auch steigende Bedarfe für andere Nutzungen (Nahrungsmittelanbau, stoffliche Nutzung z. B. im Baugewerbe etc.).⁷ Somit muss im Rahmen der Planung von klimaneutralen Quartieren die langfristige Verfügbarkeit von Biomasse geklärt werden, wenn sie im Energiekonzept eine relevante Rolle spielen soll.

Wenn Biomasse beispielsweise in Blockheizkraftwerken eingesetzt wird, ist eine effiziente Integration und Steuerung notwendig. Da wiederum gilt, dass Wärme leichter und kostengünstiger zu speichern ist als Strom, werden die BHKWs üblicherweise

stromgeführt betrieben und gleichen somit Ungleichzeitigkeiten zwischen Solarstromerzeugung und Strombedarfen aus. Zusätzlich können sie gegebenenfalls zur Regelenergiebereitstellung für das übergelagerte Stromnetz eingesetzt werden. Dabei gilt: Je größer die Wärmespeicherkapazität ist, desto größer ist die bereitstellbare Flexibilität. Allerdings ist ein effizienter Betrieb nur möglich, wenn der Großteil der erzeugten Wärme auch genutzt werden kann. Während der Strombedarf das gesamte Jahr über vorhanden ist, ist der Wärmebedarf im Sommerhalbjahr deutlich niedriger, was die Betriebszeiten von Blockheizkraftwerken limitiert. Somit ist eine Kombination von Biomasse-BHKWs und PV-Anlagen vorteilhaft. Allerdings steigt in den Sommermonaten der Kühlbedarf durch den Klimawandel kontinuierlich an. Es ist deshalb auch möglich, die Wärme von BHKWs in Absorptionskältemaschinen zur Kälteerzeugung zu nutzen. Dieses Prinzip wird beispielweise für das Fernkältenetz in Wien eingesetzt.⁸

Fazit

Die vorgestellten Technologien, ihre Funktionalitäten, die Rahmenbedingungen für ihren Einsatz sowie ihre Integrationsmöglichkeiten in das klimaneutrale Quartiersenergiekonzept machen die Vielfalt der Herausforderungen und der Handlungsoptionen deutlich. Aufgrund der damit verbundenen Komplexität kann nur durch eine integrierte, sektorgekoppelte Planung ein kostengünstiges und versorgungssicheres klimaneutrales Energiesystem, optimiert für das jeweilige Quartier, entwickelt werden.

Es ist aber auch offensichtlich, dass neben einer fundierten Planung auch ein intelligentes und integriertes Energiemanagement erforderlich ist, um die Wechselwirkung der Technologien steuern und die Synergien nutzen zu können. Dabei wird es künftig nicht mehr ausreichen, dass die Energiemanagementsysteme allein auf Gebäudeebene wirken, künftig müssen die Gebäudeenergiemanagementsysteme auf Quartiersebene kooperieren. Bis zu welchem Grad dies sinnvoll ist und wie dies organisiert wird, steht heute noch nicht fest und wird sich erst in Zukunft zeigen.

Als weiterer Aspekt ist die Einbindung der Gebäudenutzerinnen und -nutzer von zunehmender Bedeutung. Über Smart-Home-Lösungen haben sie künftig eine Schnittstelle zu den Energiesystemen, die auch eine flexiblere Reaktion bzw. Anpassung ihres Verhaltens auf die Energieversorgungssituation ermöglicht. Angesichts des erheblichen Einflusses des Nutzerverhaltens auf den realen Energieverbrauch von Gebäuden (siehe Rebound-Effekte) wird die Interaktion des Energiemanagementsystems mit den Nutzerinnen und Nutzern immer wichtiger werden. Beispielsweise können diese im Demand-Side-Management den Zugriff auf die Steuerung einzelner Energieverbraucher (z. B. Kühlschrank, Waschmaschine) erlauben, um zusätzliche Flexibilitäten bereitzustellen.

Für eine stärkere Integration von Energiemanagementsystemen gilt es allerdings noch einige technische und rechtliche Hürden zu überwinden. Auf technischer Seite gelingt die Steuerung vieler dezentraler Anlagen von unterschiedlichen Herstellern aufgrund der Vielzahl der in der Praxis eingesetzten Kommunikationsprotokolle bislang nur in geringem Umfang. Aus rechtlicher Sicht sind die Rollen der Akteure für die verschiedenen Anlagen (Eigentümer, Betreiber) und die damit verbundenen Rechte und Pflichten eindeutig zu klären. Dazu gehört auch die Klärung der Zugriffsrechte auf die Anlagensteuerungen und der Verantwortlichkeiten bei Fehlfunktionen.

⁷ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie>

⁸ <https://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/pdf/folder-fernkaelte.pdf>



Fokusthema 10:

Monitoring von klimaneutralen Quartieren und Arealen

Die Klimaneutralität eines Quartiers ist ein anspruchsvolles Ziel. Seine Erreichung hängt ab von einem fundierten technischen Konzept, seiner qualitativ hochwertigen technischen Umsetzung und der Flexibilität, auf möglicherweise veränderte Energiebedarfe aufgrund von Nutzungsänderungen der Gebäude oder Verhaltensänderungen ihrer Nutzerinnen und Nutzer reagieren und sie kompensieren zu können. Ein weiterer Faktor ist die tatsächliche Entwicklung der CO₂-Emissionen durch die zu importierenden Energiemengen, die nicht lokal erzeugt werden können.

Ob im Quartier Klimaneutralität tatsächlich erreicht wird, ist nicht einfach festzustellen, da die Erfassung dieses Indikators komplex ist und sie sich möglicherweise nicht sofort nach Fertigstellung des Quartiers einstellt. Allerdings besteht angesichts der immer drängenderen Probleme durch den Klimawandel ein großer Bedarf der Initiatoren, Planer und Nutzerinnen und Nutzer, der politischen Entscheidungsträger und der Öffentlichkeit, zu wissen, ob das gewählte Konzept des klimaneutralen Quartiers oder Areals erfolgreich und zukunftsweisend sowie beispielgebend ist.

Beim Monitoring der energetischen Qualität eines Quartiers und seiner klimarelevanten Betriebsergebnisse gibt es eine Vielzahl von Aspekten zu berücksichtigen, die im Folgenden im Überblick dargestellt werden. Grundlegend ist die Festsetzung eines Monitoringziels, das in diesem Fall in der Beurteilung liegt, ob ein Quartier im realen Betrieb tatsächlich Klimaneutralität als Ziel

erreicht. Da sich die Rahmenbedingungen und Nutzungen eines Quartiers immer wieder ändern können, liegt es auf der Hand, dass hierfür nicht eine einmalige Messung ausreicht, sondern eine regelmäßige Bestandsaufnahme erforderlich ist.

Man versteht deshalb unter Monitoring die gezielte Erfassung und Auswertung von Energiedaten in einem Quartier nach seiner Fertigstellung, das heißt während des Betriebs, mit dem Ziel, festzustellen, ob die Zielsetzung der Klimaneutralität tatsächlich erreicht wurde. Die Datenerfassung sollte regelmäßig stattfinden, typischerweise mindestens einmal jährlich, um mögliche Änderungen ermitteln zu können.

Die Bedeutung des Monitorings zeigt sich darin, dass es sich bei der Zielsetzung der Klimaneutralität nicht um ein Label zur Bewertung einer besonderen Planungsqualität handelt, wie zum Beispiel die Charakterisierung eines Gebäudes als Niedrigstenergiegebäude, bei dem der Gebäudeeffizienzstandard auf Basis der Planungsdaten ermittelt und nachgewiesen wird, oder bei der Zertifizierung von Quartieren, die beispielsweise von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) angeboten und von den Auftraggebern als sehr hilfreich bewertet wird¹. Das Monitoring geht also über die Feststellung der Qualität der Soll-Vorgabe deutlich hinaus und überwacht die Ist-Ergebnisse des Betriebsverhaltens des Quartiers, was von großer Bedeutung ist, da sie die Voraussetzung für das Erreichen von kommunalen, nationalen und internationalen Klimaschutzzielen sind. Ein Monito-

¹ DGNB (2018): Mehrwert zertifizierter Quartiere, Report Mai 2018

ring dient also zur Überprüfung der tatsächlichen Erreichung eines Planungsziels. Da die Klimaneutralität üblicherweise ein sehr ambitioniertes Ziel darstellt und eine mögliche Nichterreichung verschiedene Gründe haben kann, wird damit auch überprüft, ob das technische Konzept funktioniert, ob die bauliche Umsetzung qualitativ erfolgreich war und ob nennenswerte Fehler und Ineffizienzen im Betrieb vorliegen. Je nach Art der Gründe für ein Nichterreichen des Ziels können Maßnahmen entwickelt werden, um zum Beispiel bauliche Mängel zu korrigieren oder Betriebsparameter und -algorithmen der Anlagen und ihrer Steuerungen zu optimieren.

Eine Quartiersentwicklung dauert viele Jahre und meist vergehen nochmals mehrere Jahre, bis sich ein eingeschwungener Betriebszustand eingestellt hat. Deshalb sollte ein Monitoring nicht nur den Endzustand, sondern auch Zwischenstände einer langfristigen Entwicklung erfassen und auswerten. Solche Zwischenstände weisen oftmals naturgemäß in den einzelnen Teilsystemen eine geringere Effizienz als im Endzustand auf, weshalb dem Monitoring insbesondere die Aufgabe zukommt, zu bewerten, ob

die ermittelten Werte sich noch im Korridor des erwarteten Entwicklungspfades befinden oder ob es Korrekturbedarf gibt.

Welche Daten erfasst werden müssen, um das Erreichen der Klimaneutralität fundiert bewerten zu können, hängt von vielen Rahmenbedingungen ab, die sich von Quartier zu Quartier unterscheiden, und lässt sich somit nur bedingt pauschal beschreiben. Zuerst einmal ist dabei zu unterscheiden, welche Datenpunkte, das heißt für welche Punkte im Energiesystem, Daten erfasst werden sollen und welche Anforderungen an die Werte dieser Datenpunkte und ihre Erfassung gestellt werden. Es gibt physikalische Datenpunkte, die einen physikalischen Zustand an einem bestimmten Punkt im Energiesystem erfassen, zum Beispiel die Temperatur und Durchflussgeschwindigkeit im Vorlauf eines Wärmenetzes vor der Hausübergabestation oder der Strom und die Spannung am Ausgang des Wechselrichters einer Photovoltaik-Anlage. Weiter gibt es auch virtuelle Datenpunkte, deren Werte nicht gemessen werden, sondern sich durch Berechnungen aus anderen Werten ergeben, beispielsweise die Anzahl der Ladezyklen einer Batterie.

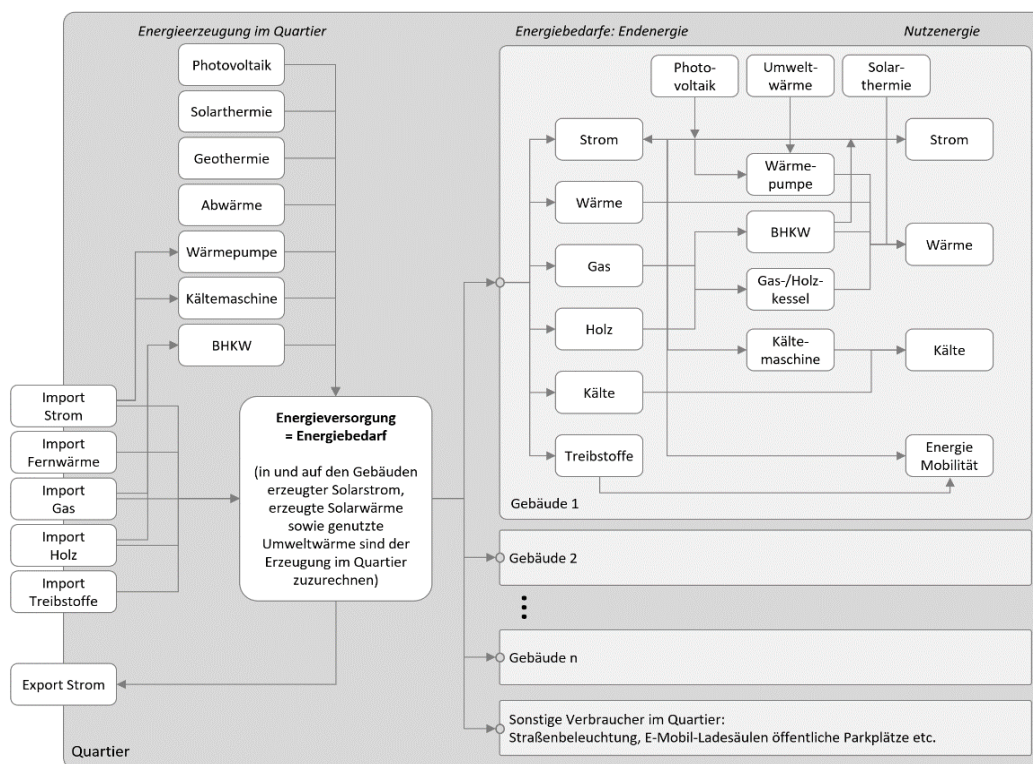


Abbildung: Schematische Energieversorgungs- und Verbrauchsstruktur eines Quartiers als Grundlage zur Ermittlung der zu erfassenden Energiesystemkomponenten. Die Energieströme sind nicht differenziert nach Energieart dargestellt, müssen beim Monitoring aber separat erfasst und bilanziert werden. (Quelle: Fraunhofer ISE)

Die Abbildung zeigt eine schematische Darstellung der Energieversorgungsstruktur eines Quartiers und der Verbrauchsseite. Sie macht deutlich, dass je nach Quartiersgröße und Komplexität des Quartiers eine große Zahl von Datenpunkten im Rahmen des Monitorings erfasst werden müssen. Die erfassten Daten dienen dazu, eine Energiebilanz zu erstellen, in der die Energieversorgung (Erzeugung im Quartier plus Import minus Export von Energie) gleich dem Energieverbrauch (Summe Endenergie, die die Nutzenergie und alle Umwandlungs-, Speicher- und Verteilverluste enthält) ist. Durch Anrechnung von Emissionsfaktoren für die einzelnen Energieträger bzw. Energiequellen lässt sich aus der Energiebilanz die Klimaschutzbilanz erstellen.

Da das Monitoring die Einhaltung einer bestimmten Zielsetzung überwacht, hängt es von der zugrunde gelegten Definition von Klimaneutralität ab, welche Energiesektoren berücksichtigt und somit beim Monitoring auch erfasst werden müssen. Abbildung stellt neben dem Strom- und Wärmesektor auch den Kälte- und den Mobilitätssektor mit dar, die oftmals nicht mit betrachtet werden. Der Kältebedarf ist üblicherweise im Strombedarf bereits enthalten, da Kältemaschinen überwiegend mit Strom betrieben und die Kältemengen nicht separat erfasst werden. In selteneren Fällen gibt es ein Kältenetz innerhalb des Quartiers. Weitere Strommengen außerhalb der Gebäude, zum Beispiel für die Straßenbeleuchtung oder Pumpen im Wärmenetz, werden nicht immer erfasst. Auch die Energiemengen für die Mobilität

sind schwierig zu erfassen und hängen auch von der Definition der Klimaneutralität ab. Bei Anwendung des Territorialprinzips werden alle Fahrtstrecken innerhalb des Quartiers und die damit zusammenhängenden Energiebedarfe berücksichtigt, beim Verursacherprinzip dagegen alle von den im Quartier wohnenden Menschen verursachten Fahrten. Dabei wird oftmals zwischen den tagesüblichen Fahrten und den Fernstreckenreisen unterschieden und auch die Fahrten der Lieferfahrzeuge, der Ver- und Entsorgungsfahrzeuge etc. werden nicht immer einheitlich behandelt. Auch wenn die Mobilitätsdaten schwer zu erfassen sind, ist es wichtig, sie mit einzubeziehen, da sie aufgrund der stark zunehmenden Elektromobilität künftig einen großen Einfluss auf den Strombedarf haben. Wichtig ist jedoch, einheitliche Rahmenbedingungen für die Zielsetzung und die Planung wie auch für das Monitoring anzuwenden.

Ein anderer relevanter Aspekt in Bezug auf die Datenpunkte ist der Detaillierungsgrad der Datenerfassung. Zwingend notwendig ist die Erfassung der gebäudebezogenen Daten, da auch die erwarteten Werte wie zum Beispiel der Heizenergiebedarf aufgrund des Gebäudeeffizienzstandards auf die einzelnen Gebäude bezogen vorliegen. Ob allerdings eine Differenzierung der Verbrauchseinheiten (Wohnungen, Gewerbeeinheiten etc.) innerhalb eines (größeren) Gebäudes zielführend und möglich ist, muss im Einzelfall geprüft werden. Für die Erstellung einer Quartiersenergiebilanz ist eine gebäudescharfe Erfassung ausreichend. Hinzu kommt, dass eine Erfassung nach Verbrauchseinheiten datenschutzrechtlich kritisch ist.

Bei der Erfassung von Messdaten muss grundsätzlich darauf geachtet werden, dass das Persönlichkeitsrecht Einzelner (Artikel 2 Abs. 1 i.V.m. Artikel 1 Abs. 1 Grundgesetz) nicht verletzt wird. Der Datenschutz ist dann zu beachten und schränkt die Datenerfassung möglicherweise ein, wenn personenbezogene Daten verarbeitet werden, also Daten, die Rückschlüsse auf natürliche Personen zulassen. Dies gilt auch, wenn weitere Informationen hinzugezogen werden müssen, damit dieser Rückschluss möglich wird. Ein Beispiel ist der Stromverbrauch eines Einfamilienhauses oder einer Wohnung, der möglicherweise Rückschlüsse auf das Verhalten einzelner Personen zulässt. Nicht personenbezogen und somit auch datenschutzrechtlich unbedenklich ist dagegen der Stromverbrauch eines Mehrfamilienhauses.

Wenn die Datenpunkte unterschieden nach den Energiesektoren feststehen, muss für die Datenerfassung die Messfrequenz festgelegt werden, das heißt wie viele Messwerte an einem Datenpunkt pro Jahr oder pro Stunde erfasst und weitergegeben werden. Dies hat einen großen Einfluss auf die Technologien zur Übertragung, Speicherung und Auswertung der Daten und den damit verbundenen Aufwand. Für eine Jahresenergiebilanz reicht die Erfassung von Jahressummenwerten aus. Um jedoch das Verhalten eines Energiesystems im saisonalen Jahresverlauf oder zum Beispiel einer Photovoltaik-Anlage im Tagesverlauf beurteilen zu können, ist mindestens eine Erfassung der Stundenwerte erforderlich. Für die Steuerung von Energiesystemen und die Beurteilung der Regelalgorithmen ist eine noch deutlich höhere zeitliche Auflösung notwendig, beispielsweise im Minutenmaßstab oder noch höher. Da mit steigender Frequenz der Auf-

wand wächst, muss ein guter Kompromiss für die zeitliche Auflösung gefunden werden, der bei einem typischen Monitoring meist bei Stundenwerten liegt.

Datenquellen für die Bereitstellung der Daten sind die Steuerungen der einzelnen Energieanlagen im Quartier, die entweder direkt mit dem Quartiersmonitoring verbunden sein können oder ihre Daten an die Gebäudeleittechnikeneinheiten in den Gebäuden des Quartiers übermitteln, die dann jeweils alle Energiedaten des Gebäudes an das Quartiersmonitoring weitergeben. Werte von benötigten Datenpunkten, die nicht gemessen werden oder von den Energieanlagen nicht weitergegeben werden (können), müssen durch eigene Messstellen des Quartiersmonitorings selbst erfasst werden. Dazu gehören dann zum Beispiel auch Umweltdaten wie Einstrahlung, Umgebungstemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit.

Ein Monitoringkonzept, in dem das Ziel des Monitorings, die Datenpunkte, die Messfrequenz, Erfassung, Übertragung, Speicherung, Verarbeitung und Auswertung sowie die Quellen der Daten beschrieben sind, muss frühzeitig erstellt werden, das heißt möglichst parallel zur Erstellung der Energiesystemplanung, um einerseits die Datenschnittstellen zu den Messstellen in den Gebäuden festzulegen und andererseits die Datenbereitstellung mit den Akteuren im Quartier zu vereinbaren. Dazu gehört auch die Betrachtung des Datenschutzes, da die Erfassung und Verarbeitung von personenbezogenen Daten vermieden werden muss.

Die größte Herausforderung des Quartiersmonitorings ist jedoch die Klärung, wer Kümmerer für das Monitoring ist. Wenn sich das Quartier nicht nur im Eigentum eines einzelnen Unternehmens befindet, gibt es üblicherweise keinen Kümmerer, der die Konzeption, Implementierung und Betreuung des Quartiersmonitorings übernimmt und mit allen Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern und Nutzerinnen und Nutzern entsprechende Vereinbarungen trifft. Deshalb wird ein Quartiersmonitoring bislang meist nur in öffentlich geförderten Forschungs- und Demonstrationsprojekten umgesetzt. Für diese Projekte liegen Leitfäden für eine erfolgreiche Umsetzung des Quartiersmonitorings vor.²

Fazit

Für einen erfolgreichen Klimaschutz ist es notwendig, dass das Ziel der Klimaneutralität von Quartieren nicht nur auf dem Papier steht, sondern auch tatsächlich erreicht wird. Deshalb müssen klimaneutrale Quartiere zumindest so lange ein Monitoring erhalten, so lange sie noch kein Baustandard sind. Wichtig für ein erfolgreiches Monitoring ist die frühzeitige Erstellung eines Monitoringkonzepts, das alle relevanten Fragen behandelt. Dabei ist auf eine Konsistenz in der Zielsetzung, Messdatenerfassung und Auswertung zum Beispiel in Bezug auf die Definition von Klimaneutralität zu achten. Eine besondere Herausforderung ist es, einen Kümmerer zu finden, der sich verantwortlich um das Konzept und seine Umsetzung kümmert. Derzeit wird ein Monitoring auf Quartiersebene nur in geförderten Forschungs- und Demoprojekten umgesetzt. Um das Quartiersmonitoring auszuweiten, müssen die Quartiersentwickler künftig stärker motiviert werden, entweder durch neue Förderinstrumente oder durch gesetzliche Vorgaben zur Durchführung eines Monitorings.

² Energiewendebauen, Wissenschaftliche Begleitforschung (2020): Messeleitfäden für Demonstrationsvorhaben im Bereich „Energie in Gebäuden und Quartieren“, Update 29.09.2020.