

## Flexibilisierung der Energieversorgung

# Energieausgleich als Weg zu sicherer und wirtschaftlicher Strom- und Wärmeversorgung

Schwankungen in der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien können durch Energieausgleichstechnologien aufgefangen werden. Dadurch werden Stromnetze entlastet, gleichzeitig wird die Versorgungssicherheit wirtschaftlich sinnvoll gewährleistet. Neue Mitgestaltungspotenziale für Akteure vor Ort entstehen.

Von Ulrike Ehrenstein und Ann-Katrin Knemeyer

Die Energiewende führt zu einer Umgestaltung der energetischen Versorgungsstrukturen. Bis 2050 sollen 80 % des Bruttostromverbrauchs bzw. 60 % des Bruttoendenergieverbrauchs [1] durch erneuerbare Energien gedeckt werden (BMWi, 2015). Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch ist im Jahr 2015 auf 15 % gestiegen, der Anteil regenerativen Stroms am Bruttostromverbrauch lag im selben Jahr bereits bei 31,5 % (AGEE-Stat, 2016).

## Die Zukunft des deutschen Energiesystems

Dabei ist wichtig zu beachten, dass der Ausgleichsbedarf sowohl in der Stromerzeugung als auch im -verbrauch begründet ist. Der Ausbau von Windkraft- und Solaranlagen resultiert in wetter- und tageszeitabhängigen Fluktuationen im Stromangebot. Unabhängig davon unterliegt auch der Stromverbrauch Schwankungen (Abbildung 1) – so ergeben sich Defizit- und Überangebotszeiten im Stromsektor, aus denen der Bedarf resultiert, diese Differenzen auszugleichen (Energieausgleichsbedarf).

Der Energieausgleichsbedarf ergibt sich aus der Differenz des Strombedarfs und der erzeugten elektrischen Energie. Er besteht mit zeitlichen und räumlichen Komponenten grundsätzlich in zwei Dimensionen. Die Stromerzeugung nimmt zeitlich durch wetter-, saisonal- oder tageszeitabhängige Fluktuationen im Angebot und räumlich beispielsweise durch die Hauptstandorte für Windkraft- und Solaranlagen in Nord- beziehungsweise Süddeutschland Einfluss auf den Ausgleichsbedarf. Szenarien für die Entwicklung des Energieausgleichsbedarfs verdeutlichen, dass der Bedarf bei einem Verlauf der Energiewende entsprechend den Klimaschutzplanungen deut-

lich zunehmen wird [2]. Die geordneten Jahresdauerlinien zeigen, in wie vielen Stunden im Jahr produzierter beziehungsweise produzierbarer Strom keine Abnehmer findet und in wie vielen Stunden ein Stromdefizit besteht.

Bei fehlender Stromproduktion aus erneuerbaren Energien müssen Defizite kompensiert werden, während ein Überangebot als wirtschaftliches Potenzial sinnvoll genutzt werden sollte. Zentraler Aspekt ist dabei die Entwicklung systemdienlicher Konzepte aus verschiedenen Energieausgleichstechnologien, die es ermöglichen, Schwankungen aufzufangen, Stromnetze zu entlasten und die Versorgungssicherheit in wirtschaftlicher Weise zu gewährleisten.

Für den Energieausgleich geeignete Technologien lassen sich in Speicher, steuerbare Verbraucher und Erzeuger einteilen. Tabelle 1 enthält Technologien, die sich für den Energieausgleich auf überregionaler, regionaler oder lokaler Ebene eignen. Neben etablierten Technologien sind auch solche angegeben, die sich in unterschiedlichen Phasen der Entwicklung befinden (Power-to-Gas-Anwendungen, NaS- und Redox-Flow-Batterien).

Überregional wirksam sind Speicherkraftwerke mit großen Anlagenleistungen. Auf regionaler Ebene können Technologien zum Einsatz kommen, die sich in die Flächennutzung integrieren lassen – wie im ländlichen Raum beispielsweise Biogasanlagen – oder, die in größeren Gebäudekomplexen bereits vorhanden sind – wie zum Beispiel Notstromaggregate. Auch in Wohnhäusern und Gewerbegebieten gibt es verschiedene

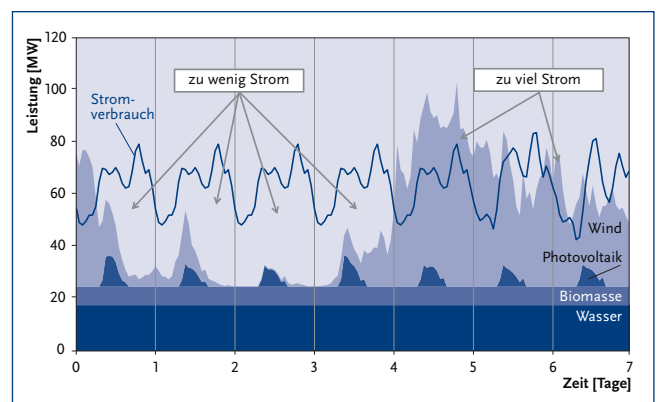


Abbildung 1: Stromproduktion und Stromverbrauch – beispielhafter Verlauf über einen Zeitraum von sieben Tagen.

Erzeuger	Verbraucher	Speicher
<b>Blockheizkraftwerk</b> Mikro-BHKW, Mini-BHKW, Klein-BHKW, Groß-BHKW, Biogas-BHKW	<b>Power to Heat</b> Wärmepumpe, Speicherheizung, Elektrokessel	<b>Speicherkraftwerk</b> Pumpspeicher, Druckluftspeicher
<b>Notstromaggregat</b>	<b>Power to Gas</b>	<b>Batteriespeicher</b> Blei-Batterie, Li-Ionen-Batterie, NaS-Batterie, Redox-Flow-Batterie

Table 1: Technologien, die sich in unterschiedlicher Weise für den Energieausgleich eignen.

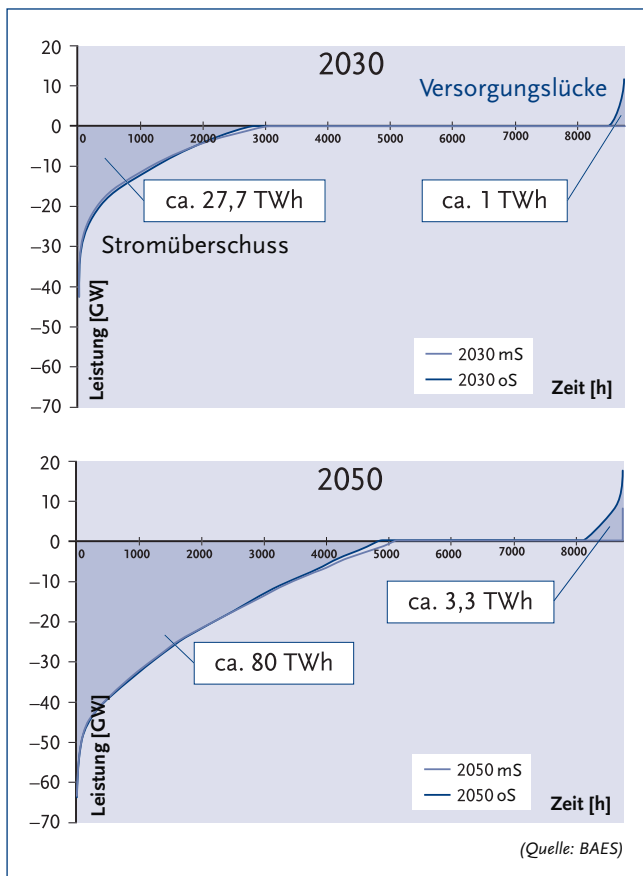


Abbildung 2: Szenarien zum Energieausgleichsbedarf in Deutschland für die Jahre 2030 und 2050, Darstellung in geordneten Jahresdauerlinien, oS: KWK-Anlagen nur wärmegeführt, mS: KWK-Anlagen zu 50% stromgeführt.

Möglichkeiten, Maßnahmen zum Energieausgleich zu ergreifen, beispielsweise durch den Einsatz von Batterien, Wärmespeichern oder Wärmepumpen.

Ideal ist es, Systeme mit Mehrfachnutzen einzubeziehen, sodass die Kopplung von Strom- und Wärmenutzung, die im Energiesystem der Zukunft erforderlich ist, gelingt. Statt der traditionell parallel angelegten Versorgung mit Strom und Wärme werden heute Technologien benötigt, die eine integrierte Versorgung ermöglichen. Stromgeführte Blockheizkraftwerke, Wärmepumpen oder Warmwasserspeicher sind

Beispiele für Technologien, die dies leisten können. Bei verschiedenen Technologien lassen sich auch bereits vorhandene Anlagen für den Energieausgleich umrüsten und in der Betriebsweise anpassen. Beispielsweise ist dies für vorhandene Elektrospeicherheizungen oder Wärmepumpen möglich.

Räumliche wie zeitliche Problemstellungen werden damit dezentral standortspezifisch gelöst. Für ein Gelingen der Energiewende auf bundesweiter Ebene ist die Planung und Realisation nachhaltiger kommunaler Entwicklungsprozesse wesentlich. Die tiefgreifenden Veränderungen durch die Umgestaltung des Energiesystems betreffen Kommunen, Städte und Quartiere und damit letztlich die Bevölkerung in direkter Weise: Zwei Drittel der Deutschen leben in Städten, drei Viertel der Energie werden hier verbraucht und 70% der Treibhausgasemissionen entstehen dort (BMBF 2015). In Städten konzentrieren sich die Herausforderungen wie auch die Chancen der sozial-ökologischen Transformation (WBGU 2011). Der Auf- und Ausbau ressourceneffizienter, resilienter kommunaler Strukturen, bei gleichzeitiger Gewährleistung der Versorgungssicherheit, ist eine gesellschaftliche Gemeinschaftsaufgabe (WBGU 2016). Allerdings sind technologische Innovationen allein nicht ausreichend. Insbesondere Potenziale zur Mitgestaltung sollten genutzt werden.

Eine mit den technologischen Entwicklungen einhergehende gesellschaftliche Einbettung von Energieausgleich im Sinne eines ganzheitlichen sozio-technischen Systemansatzes als wesentlichem Beitrag zur Transformation des Energiesystems ist daher erforderlich.

## Den Komplexitäten des Energieausgleichs begegnen

Ausgehend von Technologien am Markt, über solche im Markteintritt bis hin zu Technologien in der Entwicklung müssen frühzeitig strategische Planungen für die Energiewende erfolgen, die berücksichtigen, dass der gesamte Planungsprozess Zeit in Anspruch nimmt. Organisatorische Rahmenbedingungen – beispielsweise in der Verwaltung, beim Datenmanagement, bei integralen Planungsprozessen und bei Kommunikationsprozessen – stellen neue Anforderungen an eine inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit. Auch rechtliche Rahmenbedingungen und Energiemärkte durchlaufen Entwicklungen. Hinzu kommen unbekannte zukünftige Technologieentwicklungen, die gegebenenfalls neue Flexibilitätsoptionen mit sich bringen.

Eine Herausforderung liegt darin, Entwicklungsstränge so zu gestalten, dass technologische Fortschritte optimal eingebunden werden können. Weiterhin muss sichergestellt werden, dass eine Steuerung aller am Energieausgleich beteiligter Anlagen, zum Beispiel in einem virtuellen Kraftwerk, erfolgt. Zentrale wie dezentrale Varianten bieten in Bezug auf die erforderlichen Rechenkapazitäten, den Datenschutz, die Abhängigkeit des Gesamtsystems von der Steuerungsvariante sowie Strategien zum Wiederaufbau des Netzes nach einem Zusam-

menbruch jeweils Vor- und Nachteile. Fragestellungen zum sicheren Betrieb und zum Wiederaufbau des Stromnetzes sind Gegenstand aktueller Forschung (Grunwald et al. 2016). Beispielsweise werden sogenannte dezentral-hierarchische Systeme beziehungsweise Mischsysteme von zentralen und dezentralen Varianten behandelt.

Rechtliche Hürden liegen unter anderem in Beschränkungen, die aus den Versorger- und Netzbetreiberbefugnissen resultieren. Vorgeschrieben ist eine Trennung des Netzbetriebs von Stromerzeugung und -vertrieb [3]. Durch diese Regelung soll der Wettbewerb im Bereich von Erzeugung und Vertrieb gewährleistet werden. Sie erschwert es aber beispielsweise Stadtwerken, integrierte Konzepte zu entwickeln. Auch in Bezug auf den Datenschutz berücksichtigen die Vorgaben nicht, dass Planungen komplexer Vorhaben eine solide Datengrundlage erfordern. Schließlich befindet sich auch der Energiemarkt in einem Wandel, für den der rechtliche Rahmen neu gesetzt werden muss.

### Akteursstrukturen und Handlungsebenen

In Planungs- und Umsetzungsprozessen treten technologische, rechtliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Fragestellungen gleichzeitig zutage. Auch Akteursstrukturen und Handlungsebenen sind daher wichtige Elemente für die Gestaltung kommender dezentraler Energiewendeprozesse. Weiterhin sind insbesondere Potenziale zur Mitgestaltung und Akzeptanz von Energieausgleichskonzepten für deren Planung und Umsetzung relevant. Eigentümer/innen übernehmen beispielsweise neue Rollen, die über den eigenen Besitz hinausreichen und die Entwicklung des gesamten Energienetzes sowie sich verändernde Versorgungsstrukturen betreffen. Sie können das Energiesystem der Zukunft auf diese Weise aktiv mitgestalten. Dies gilt sowohl für private Eigentümer/innen als auch für Einrichtungen. Zum Beispiel verfügen versorgungs- und sicherheitsrelevante Einrichtungen wie Krankenhäuser, Polizei oder Feuerwehr über notwendige, leistungsfähige, aber wenig ausgelastete Notstromaggregate, die in Energieausgleichssysteme mit eingebunden werden könnten. Hier wäre es erforderlich, dass sich die verantwortlichen Entscheidungsträger/innen der veränderten Nutzung öffnen und in den Energieausgleichskonzepten gleichzeitig Prioritäten der Nutzung berücksichtigt werden – zum Beispiel, dass die Notfallversorgung im Krankenhaus Vorrang hat.

Im Bereich der erneuerbaren Energienutzung ist eine faire Verfahrensgestaltung eine wesentliche Voraussetzung für die Akzeptanz gegenüber geplanten Erneuerbaren-Energien-Anlagen auf kommunaler Ebene, somit auch für den Energieausgleich (Rau et al. 2012; Rau et al. 2011). Aus Perspektive der Beteiligten sind Information und Konsultation als absolute Basis der Einbeziehung angesehen und häufig haben viele Akteure eine Bereitschaft, sich aktiv gestaltend in Planungsprozesse einzubringen. In diesem Zusammenhang spielen Beteili-

gungsmöglichkeiten auch bei den anstehenden Veränderungsprozessen hinsichtlich des Energieausgleichs eine zentrale Rolle (Rau et al. 2012; Rau et al. 2011). Hierbei unterscheiden sich die einzelnen Beteiligungsstufen graduell nach Einfluss und Art der Einbeziehung. Je höher auf der Beteiligungsleiter der Prozess stattfindet, desto größer ist der Einfluss, der an die sich Beteiligenden abgegeben wird.

Ein Planungsprozess für Energieausgleich kann auf politischer Ebene (zum Beispiel gesetzliche Vorgaben des Bundes, der Länder sowie das kommunale Satzungsrecht), administrativer Ebene (zum Beispiel Verwaltungsvorgaben) und operativer Ebene (zum Beispiel Arbeitskreise und -gremien für Planungsprozesse zum Energieausgleich) verortet werden, wodurch jeweils unterschiedliche Strukturen und Beteiligungsmöglichkeiten in den Vordergrund treten.

Räumlich erscheinen Handlungspotenziale auf der kommunalen Ebene besonders aussichtsreich. Hier zählen zu den relevanten Akteursstrukturen kommunale Behörden (u. a. Bauamt, Stadtplanungsamt, Umweltamt), kommunale Energieversorger und Verteilnetzbetreiber sowie die ansässige Industrie. Es bestehen „kurze Wege“, um die bedarfsgerechte Entwicklung intrakommunaler Energieausgleichskonzepte anzustoßen.

### Herausforderungen und Chancen

Kommunale Verwaltungen und Energieversorger stehen vor der Herausforderung, die Weichen in einem dynamischen Umfeld frühzeitig so zu stellen, dass zielgerichtete Maßnahmen mittel- und langfristig umgesetzt werden können. Eine Hürde bei der Planung zum Energieausgleich ist die fehlende Übersicht. Wie viel Ausgleich kann und soll erreicht werden? Was ist erforderlich, vorhanden oder bereits geplant? Wo können Kommunen und Energieversorger ansetzen?

Somit ist es von besonderer Bedeutung, Methoden zu entwickeln, die dieser Hürde Rechnung tragen, um Prozesse für Energieausgleich zu initiieren. Eine Herangehensweise ist die Strukturierung und transparente Darstellung des Planungsprozesses mit einer Verortung wichtiger Arbeitsschritte und Akteursbezüge.

In der strategischen Planung werden die Weichen für die weitere Entwicklung gestellt, die personelle Basis erarbeitet sowie gangbare Wege für individuelle Maßnahmen zum Energieausgleich entworfen. In späteren Schritten folgen Vor- und Detailplanung, bevor Maßnahmen schließlich umgesetzt werden können (Wrobel et al. 2016).

Zunächst muss eine Zielsetzung definiert werden, die durch die Maßnahmen erreicht werden soll. Prinzipiell sind hier unterschiedliche Herangehensweisen möglich, Ausgleichsziele können sein:

- eine autarke Versorgung,
- erlösoptimierte Maßnahmen,
- ein vollständiger oder teilweiser Ausgleich nur von Stromüberschüssen,

- ein vollständiger oder teilweiser Ausgleich nur von Stromdefiziten oder
- ein teilweiser Ausgleich auftretender Lastspitzen.

Zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit sollten Konzepte mit einer systemdienlichen Zielsetzung erstellt werden, die eine möglichst hohe Auslastung der vorhandenen oder zu installierenden Einzelanlagen gewährleisten. Dabei sind die technologiespezifischen Charakteristika des Ausgleichs zu berücksichtigen. Wesentliche Unterschiede liegen in der Ausgleichsart (Defizit- oder Überschussausgleich) und in den Betriebscharakteristika (beispielsweise saisonal bedingte Haupteinsatzzeiten). Durch das Zusammenspiel von Technologien mit unterschiedlichen Betriebsweisen und Anwendungsgebieten können sowohl Überangebote als auch Defizite in saisonal angepasster Weise ausgeglichen werden. Bei Technologien mit Wärmenutzung hängen die Laufzeiten aufgrund der sich im Jahresverlauf ändernden Wärmebedarfe von der Jahreszeit ab. Beispielsweise eignen sich Wärmepumpen in Kombination mit Wärmespeichern aufgrund ihrer Betriebsweise und Anlagencharakteristik für Lastverschiebungen im Winter, während zum Beispiel Batterien jahreszeitlich unabhängig eingesetzt werden können.

Je nach Ausrichtung des Konzepts kann das gesteckte Energieausgleichsziel auf ganz unterschiedliche Arten erreicht werden (Abbildung 4). Vor allem der gewählte Grad der Zentralität entscheidet über die Anzahl der erforderlichen Anlagen, aber gleichzeitig auch über das Maß der möglichen und erforderlichen Beteiligung.

Die Entwicklung eigener Konzeptvarianten bietet Chancen, die Möglichkeiten vor Ort und damit verbundene Anforderungen einzuordnen. Gleichzeitig bestehen Schwierigkeiten bei der Entwicklung eigener Konzeptvarianten darin, dass der tatsächliche Energieausgleichsbedarf ermittelt, Know-How zu Anlagentypen, charakteristischen Ausgleichsleistungen und vorhandenen Anlagen vorhanden sein und relevante Akteure zusammengebracht werden müssen. Hilfestellung können hier die frühzeitige Einrichtung von Planungsgremien sowie das Einholen externer Expertise bieten. Weiterhin kann es hilfreich sein, Förderinstrumente auf kommunaler, Länder- oder Bundesebene in Anspruch zu nehmen.

## Ergebnisse

Im Projekt Akzente wurden Gebiete betrachtet, die theoretisch definierte Energiebilanzräume für Energieausgleich darstellen [4]. Geografische, soziokulturelle oder administrative Einheiten wurden nicht berücksichtigt. Ein größerer Raum, in dem über Landkreis- beziehungsweise über Bundesländergrenzen hinweg Energieausgleich geplant und umgesetzt werden soll, kann aus energetisch-bilanzieller Sicht sinnvoll erscheinen, ist aber in der Praxis besonders voraussetzungsreich, da verschiedene administrative Zuständigkeiten vorliegen.

Arbeitsformen	Dialogprozess, Arbeitstreffen  Kick-Off Veranstaltung zur Sensibilisierung der Bürgerschaft	Einrichtung der Koordinationsstelle Arbeitsgruppen Bürgerdialogprozesse Internetseite spezifische Beratungsangebote	arbeitsphasen- und aufgabenspezifische Verantwortlichkeiten  Fortführung Arbeitsgruppen  Fortführung ausgewählter Beteiligungsprozesse, abhängig von der Konzeptentwicklung
	Akteure	Zusätzlich z. B.: Forschungseinrichtungen Wohnungsbaugesellschaften	Zusätzlich z. B.: IT-Leute (Steuerungsarchitektur) Industrie/Unternehmen (alternativenspezifische Ansprache)
	Inhalt & Ziele	Entwicklung & Vergleich von Alternativen, Bewertung Entscheidung für eine Konzept-Alternative	Detaillierte Bestandsdaten-Analyse Wirtschaftlichkeitsberechnungen Marktanalysen technischer Optionen
	Strategische Planung	Vorplanung	Detailplanung

Abbildung 3: exemplarische Darstellung von Zielen, Akteuren und Arbeitsformen bei der Entwicklung von Energieausgleichskonzepten im dreistufigen Planungsprozess.

(Quelle: eigene Darstellung, basierend auf Dialogprozessen in den Akzente-Modellregionen)

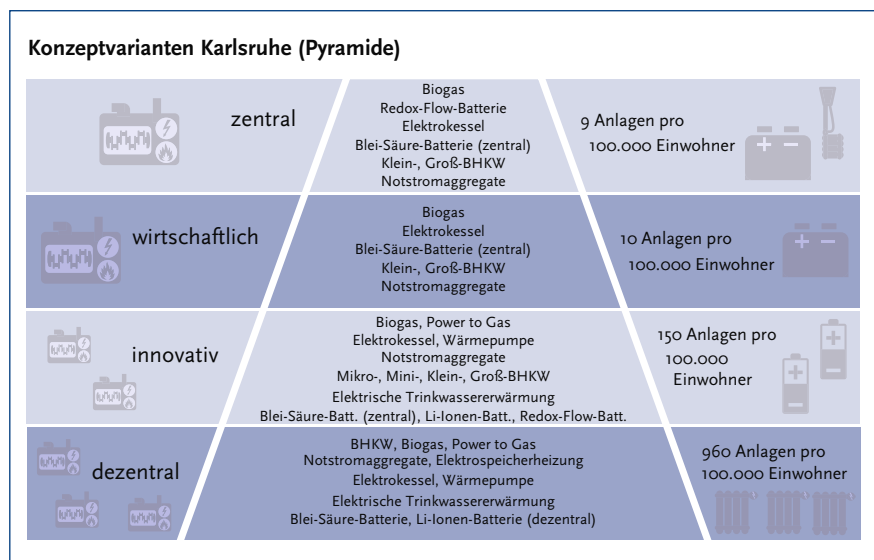


Abbildung 4: Mögliche Konzeptvarianten mit Schwerpunkttechnologien, um am Beispiel der Stadt Karlsruhe im Jahr 2030 eine 10%-ige Reduktion der Lastspitzen im Stromnetz zu erreichen.

Für die Regionen und den Praxisstandort in Dresden wurden Szenarien zum Energieausgleichsbedarf für das Jahr 2030 herangezogen. Die Diagramme in Abbildung 5 zeigen, dass sich die Modellregionen in Bezug auf den bestehenden und zukünftigen Energieausgleichsbedarf deutlich unterscheiden. In den städtischen Gebieten (Karlsruhe und Dresden) nehmen die Versorgungslücken zu, während die Überschüsse sehr gering ausfallen. In der Ruhrgebietsumgebung verringern sich die gegenwärtig großen Überschüsse, während die Versorgungslücke anwächst. In dem am ländlichsten geprägten Grenzgebiet Hessen/Niedersachsen/NRW nimmt die Versorgungslücke ab, während die Überschüsse anwachsen. Auf Basis dieser Daten wurden Konzeptvarianten erarbeitet, die sich in Planungen vor Ort zu standortangepassten Lösungen für den Energieausgleich weiterentwickeln lassen.

Hier besteht die Notwendigkeit, bereits heute ein Problembewusstsein für die Relevanz von dezentralem Energieausgleich zu schaffen und eine integrierte und an zukünftige Energieausgleichsbedarfe angepasste Planung von Ausgleichskonzepten zu befördern. Kommunen erscheinen besonders geeignet, um energieausgleichsbezogene Planungsprozesse zu initiieren, da hier am ehesten direkte Zugänge zu benötigten Ressourcen (z. B. Datenverfügbarkeit über bereits eingesetzte Technologien) und Akteuren bestehen. Die Dresdener Friedrichstadt ergänzte die größeren Modellregionen im Projekt als Praxisstandort auf kommunaler Ebene. Hier geführte Diskussionen betrafen technologische, politische und ökonomische Aspekte wie zum Beispiel die Entwicklung von Strompreisen, die Rolle von Beteiligung und wahrgenommener Gerechtigkeit sowie die Frage von Dezentralität bei der Energieversorgung. Die Diskussionen im bundesweiten Experten-Workshop sowie in Workshops in den Modellregionen haben einerseits Befürchtungen um eine zukünftig sichere Energieversorgung in der Gesellschaft widerspiegelt, andererseits aber auch kommunale Spezifika offenbart. Für die Gestaltung der Energiewende ist es wichtig, Bedürfnisse und Erwartungen der Akteure zu reflektieren und einzubeziehen, damit eine „aktive Akzeptanz“ für Energieausgleich jeweils vor Ort entstehen kann (Schweizer-Ries et al., 2013).

Mit Blick auf die Auswahl geeigneter Technologien sollte sich auf kommunaler Ebene prinzipiell schnell erfassen lassen, welche Technologien bereits im Einsatz sind. In der Praxis stehen dem aber häufig fehlende Organisationsstrukturen und Fragen des Datenschutzes entgegen. Hier kann beispielsweise eine geeignete Stelle für das Datenmanagement eingerichtet werden. Bestehende Projekte und Prozesse, etwa kommunale Energie- und Klimaschutzkonzepte, lassen sich mit den Planungen zum Energieausgleich kombinieren. Vorteile bestehen darin, dass

■ ein geteiltes Verständnis des Raumes durch die relevanten Akteure vor Ort besteht. Dies ist in der Regel die Basis für einen strukturierten Planungsprozess von Energieausgleichskonzepten. Kommunen können hier politisch-administrativ, geografisch und operativ sinnvoll abgegrenzt werden.

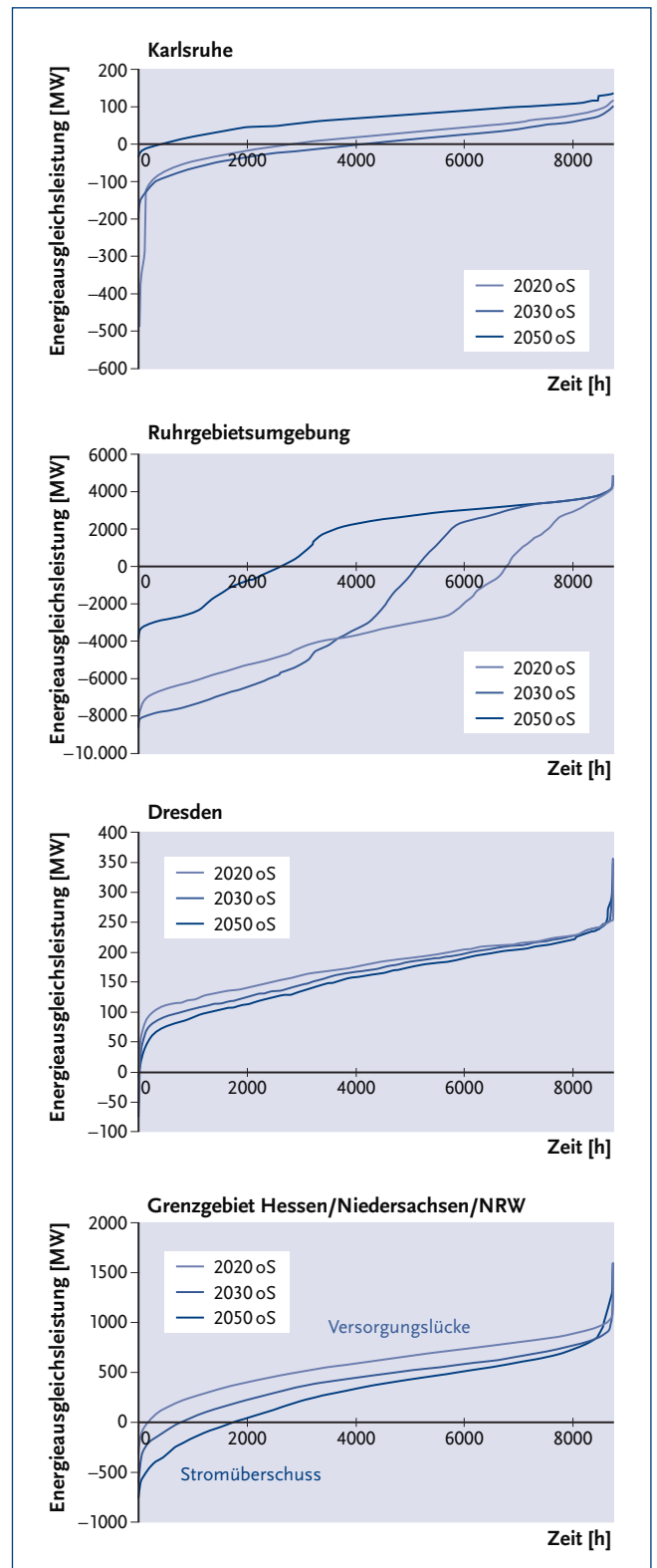


Abbildung 5: Szenarien zum Energieausgleichsbedarf in den Modellregionen und am Praxisstandort in Dresden für die Jahre 2020, 2030 und 2050, Darstellung in geordneten Jahresdauerlinien, oS: KWK-Anlagen nur wärmegeführt.

(Quelle: BAES)



- Planungsprozesse für die bedarfsgerechte Entwicklung intrakommunaler Energieausgleichskonzepte sinnvoll mit bestehenden Entwicklungsstrategien für eine dezentrale Energiewende verbunden und in einem beteiligungsorientierten Prozess bis hin zu Bürger/innen angestoßen werden können und
- Kommunalvertreter/innen eine koordinierende Funktion und zusammen mit Energieversorgern sowie klein- und mittelständischen Unternehmen eine Initiatorrolle zukommt. Somit kann beispielsweise regionale Wertschöpfung befördert werden.

Um vor Ort an das Thema Energieausgleich heranzuführen, wurde ein Hilfsmittel in Form einer datenbasierten Tabelle entworfen. Die Tabelle enthält technische Daten zu wesentlichen Technologien für den kommunalen Energieausgleich sowie Eingabefelder, die es Nutzer/innen ermöglichen, in Kombination mit standortspezifischen Gebäudedaten standortangepasste Ausgleichskonzepte zu entwerfen. Zentral für die Funktionalität und Genauigkeit ist hierbei die Datenbasis: je mehr konkrete Daten vorliegen, desto detailliertere Energieausgleichskonzepte entstehen. Anwender/innen entdecken Lücken in der Datenbasis, sodass diese zielgerichtet weiterentwickelt werden kann. Über einbezogene Gebäudestrukturen sind Ableitungen möglich, welche Akteure in weiteren Planungsschritten einzubeziehen sind. Ergebnisspalten zeigen Ausgleichsleistungen an und erleichtern die Bewertung von Entscheidungspfaden. Ein erster Test der Tabelle wurde im Rahmen von Workshops am Praxisstandort durchgeführt. Vertreter der Stadt (Umweltamt und Stadtplanungsamt), aus der Wissenschaft (TU Dresden) und des lokalen Energieversorgers (DREWAG) haben das Thema Energieausgleich gemeinsam standortbezogen diskutiert und ihre spezifischen Sichtweisen in der Arbeit mit der Tabelle reflektiert.

## Ausblick

Können eine veränderte Zusammenarbeit der Kommunen und die Einbindung einer breiten Akteurslandschaft erreicht werden, bestehen gute Voraussetzungen für die Planungen zum kommunalen Energieausgleich und damit die Möglichkeit, die Energieversorgung vor Ort zukunftsfähig mit zu prägen.

Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist es, Akteure vor Ort, insbesondere zunächst auf den Ebenen von Planung und Entscheidung, an das Thema Energieausgleich heranzuführen. Dies soll mit der zu diesem Zweck entworfenen Tabelle gelingen. Perspektivisch soll sie es erlauben, Entscheidungspfade in breitere Öffentlichkeitsbeteiligungsprozesse einzubetten und mit anderen stattfindenden kommunalen Konzepten zu kombinieren.

Sowohl für die weitere Entwicklung als auch für die spätere Anwendung des Hilfsmittels ist ein stufenweises Vorgehen geplant, mit dem sich individuell gestaltete und standortangepasste Lösungen realisieren lassen.

## Anmerkungen

- [1] Endenergie ist Energie in der Form, die von den Verbraucher/innen genutzt werden kann (zum Beispiel Strom aus der Steckdose, Erd- oder Biogas für Heizungsanlagen). Sie wird durch Umwandlung aus Primärenergie (zum Beispiel dem Brennwert von Kohle, Windenergie oder Solarenergie) bereitgestellt.
- [2] Ergebnisse aus dem Projekt „Modellbasierte, regional aufgelöste Analyse des Bedarfs an netzgekoppelten elektrischen Energiespeichern zum Ausgleich fluktuierender Energien – Bedarfsanalyse Energiespeicher“, FKZ: BMWi 0327859A.
- [3] Die Informationen können im Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG) nachgelesen werden.
- [4] Mehr Informationen finden sich unter [www.transformation-des-energiesystems.de/projekt/akzente](http://www.transformation-des-energiesystems.de/projekt/akzente).

## Literatur

- AGEE-Stat (Hrsg.) (2016): Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik. 5.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2015): Zukunftstadt, Strategische Forschungs- und Innovationsagenda.
- BMWi (Hrsg.) (2015): Ein gutes Stück Arbeit. Die Energie der Zukunft. Vierter Monitoring-Bericht zur Energiewende. 13.
- Grunwald, L./Ruthe, S./Rehtanz, C. (2016): Entwicklung und Vergleich eines zentralen und dezentralen Koordinationsansatzes für virtuelle Energiespeicher. In: VGB PowerTech 10/2016: 51–56.
- Rau, I./Schweizer-Ries, P./Hildebrand, J. (2012): Participation Strategies – the Silver Bullet for Public Acceptance? In: Kabisch, S./Kunath, A./Schweizer-Ries, P./Steinführer, A. (Hrsg.): Advances in People-Environment Studies. Vulnerability, Risk and Complexity. Cambridge, Hogrefe. 177–191
- Rau, I. et al. (2011): Wahrnehmung von Bürgerprotesten im Bereich erneuerbare Energien: Von NIMBY-Opposition zu kommunaler Emanzipation. In: Umweltpsychologie 15/2: 37–51.
- Schweizer-Ries, P./Hildebrand, J./Rau, I. (2013): Klimaschutz Energienachhaltigkeit: Die Energiewende als sozialwissenschaftliche Herausforderung. Universaar. 7–8.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen) (2011): Welt im Wandel, Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Hauptgutachten. Berlin.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen) (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Zusammenfassung. Berlin.
- Wrobel et al. (2016): Planungshilfsmittel: Praxiserfahrungen aus der energetischen Quartiersplanung, Schriftenreihe EnEff-Stadt. Hrsg.: Begleitforschung EnEff: Stadt. Fraunhofer IRB Verlag.

## AUTORINNEN + KONTAKT

**Dr.-Ing. Ulrike Ehrenstein** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT im Bereich Energie, u. a. zum Themenschwerpunkt Power-to-X.

Fraunhofer UMSICHT, Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen, Tel.: +49 208 8598-1156, E-Mail: [ulrike.ehrenstein@umsicht.fraunhofer.de](mailto:ulrike.ehrenstein@umsicht.fraunhofer.de)

**Ann-Katrin Knemeyer** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Arbeitsfeld Umweltpsychologie, u. a. zu Themen nachhaltiger Stadtentwicklung und Beteiligung, bei der IZES gGmbH.

IZES gGmbH, Altenkesseler Str. 17, 66115 Saarbrücken. Tel.: +49 681 844972-32, E-Mail: [knemeyer@izes.de](mailto:knemeyer@izes.de)

