

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse

**Herausgeber:** Electrosuisse

**Band:** 98 (2007)

**Heft:** 9

**Artikel:** Die dezentrale Energieversorgung 2020

**Autor:** Kleimaier, Martin

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857446>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Die dezentrale Energieversorgung 2020

## Zusammenfassung der technischen Aspekte der VDE-Studie «Dezentrale Energieversorgung 2020»

Die Energiewirtschaft befindet sich weltweit in einer Umbruchphase. Einerseits zwingt die rasante Klimaveränderung zur umgehenden Reduzierung der Treibhausgase, andererseits zeichnet sich durch den dramatisch steigenden Energiebedarf der aufstrebenden Länder die absehbare Verknappung fossiler Energieträger ab. Dezentrale, sowohl auf erneuerbaren Energieträgern als auch auf der effizienten Nutzung fossiler Energieträger durch Wärme-Kraft-Kopplung basierende Energieversorgungskonzepte können hierzu einen wertvollen Beitrag leisten. In einer Taskforce der Energietechnischen Gesellschaft (ETG) im VDE<sup>1)</sup> wurden Möglichkeiten und Konzepte für eine dezentrale Energieversorgung für das Jahr 2020 [1] untersucht. Neben der Stromversorgung wurden auch alternative Konzepte zur Wärmeversorgung mit in die Betrachtungen einbezogen. Dieser Beitrag fasst die Ergebnisse der Studie zusammen.

In den Jahren 2003 und 2004 entstand unter Verantwortung des VDE eine Studie zur elektrischen Energieversorgung 2020 in Deutschland [2]. Sie hatte zum Ziel, die energetischen, ökologischen und ökonomischen Konsequenzen zu bewerten, die bei

den in den nächsten Jahren zu einem wachsenden Stromerzeugungsanteil aus dezentralen Systemen führen. Den Zielen der EU zufolge soll im Jahr 2010 der Anteil der «Erneuerbaren» 22% und der von Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen (WKK-Anlagen) 18% betragen.

Die Ausführungen dieser Studie beschränken sich auf Anlagen und Systeme, die in Verteilungsnetze (0,4–30 kV) eingebunden werden. Große On- und Offshore-Windparks sind zwar nicht Bestandteil der Studie, müssen aber aufgrund der hohen erreichten bzw. noch zu erwartenden Anteile bei der Betrachtung des Gesamtsystems mit berücksichtigt werden.

Neben der dargebotsabhängigen<sup>2)</sup> und damit fluktuierenden Erzeugung aus regenerativen Quellen wird hier insbesondere die regelbare Erzeugung aus energieeffizienten WKK-Anlagen betrachtet.

Zu den regenerativen Energieträgern zählen auch Biogas bzw. Biomasse. Aufgrund der relativ einfachen Speicherung lassen sich darauf basierende Systeme weitgehend bedarfsgerecht einsetzen. Biogas könnte in Zukunft Erdgas zumindest teilweise ersetzen.

Die Komplexität der dezentralen Versorgung erfordert einen Systemansatz, der nicht nur dezentrale Energieerzeugungsanlagen (DEA), sondern die Wechselwirkungen mit dem grossflächig vernetzten

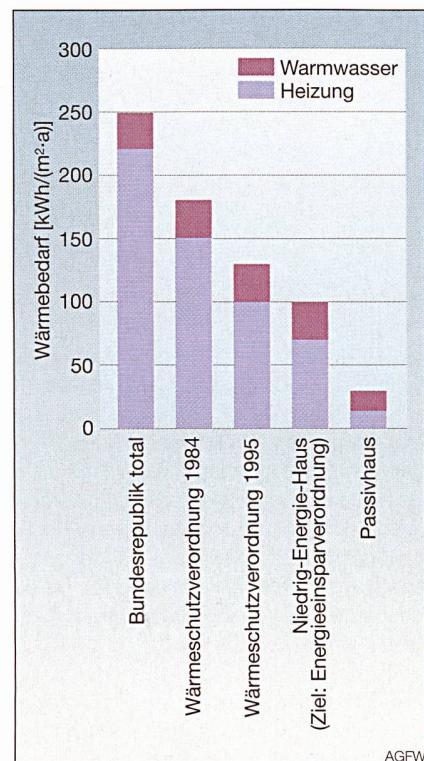


Bild 1 Auswirkung der Wärmeschutzverordnungen

Gesamtsystem und letztlich auch mit den Verbrauchern berücksichtigt.

Da WKK-Systeme auch in den Wärmemarkt eingreifen, werden im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes zur ressourcenschonenden, wirtschaftlichen Nutzung der Primärenergien auch unterschiedliche Konzepte zur Wärmeversorgung mit in die Betrachtungen einbezogen. Hierzu gehören z.B. auch Holzpelletheizungen, solarthermische Systeme ebenso wie Wärmepumpen.

### Bedarfsentwicklung

Dezentrale Versorgungssysteme haben – neben der Nutzung erneuerbarer Energieträger – zum Ziel, mit verbrauchernah errichteten Systemen die Effizienz und Sicherheit der Energieversorgung zu verbessern. Dies erfordert eine am Bedarf orientierte Auslegung der Systeme. Im Vergleich zur zentralen Versorgung ist damit eine möglichst detaillierte Kenntnis des vor Ort bestehenden Energiebedarfs Voraussetzung.

Martin Kleimaier

einer Umsetzung der bestehenden Energiepolitik zu erwarten sind. Ein grösserer Anteil an dezentralen Erzeugungsanlagen wurde dort zwar bereits berücksichtigt, die Diskussion der Studie hat jedoch gezeigt, dass diesbezüglich weiterer Informationsbedarf besteht.

Eine weiterführende Studie [1] wurde daher im Rahmen einer interdisziplinären Arbeitsgruppe von Vertretern von Industrie, Verwaltung, Verbänden, Forschung und Energiewirtschaft erarbeitet. Mit dieser Zusammensetzung war eine fachlich fundierte Bearbeitung gewährleistet – eine Voraussetzung für eine möglichst ausgewogene und von Unternehmensinteressen unabhängige Bewertung.

### Definitionen, Rahmenbedingungen und Systemansatz

Die Erschliessung erneuerbarer Energiequellen sowie eine möglichst effiziente Nutzung der fossilen Primärenergieträger wer-

# Energieversorgung

zung für eine optimale Versorgungskonzeption.

## Strombedarf

Energieoptimierte Verbrauchsgeräte und umweltbewusstes Verbraucherverhalten werden einen wertvollen Beitrag zur Energieeinsparung leisten. Andererseits kommen durch die Nutzung moderner Informations- und Kommunikationsgeräte und durch Klimaanlagen neue Verbraucher hinzu. Neue Stromanwendungen, wie Systeme zur Zwangslüftung mit Wärmerückgewinnung oder Wärmepumpen, können auch zu einer effizienteren Nutzung der Primärenergieträger beitragen. Insgesamt ist daher von einem steigenden Strombedarf auszugehen.

## Heizwärmeverbrauch

Im Gebäudebestand ist in Deutschland seit vielen Jahren eine kontinuierliche Abnahme des Heizwärmeverbrauchs, insbesondere bei Neubauten, zu beobachten. Zurückzuführen ist dies auf verschiedene Verordnungen zur Ausführung von Gebäuden, die eine sukzessive Verbesserung der energetischen Qualität zur Folge haben (Bild 1). Dies hat bereits heute dazu geführt, dass aus wirtschaftlichen Gründen in vielen Neubaugebieten keine Erdgasnetze mehr verlegt werden.

## Brauchwasserbedarf

Während der Heizenergiebedarf grosse jahreszeitliche Schwankungen zeigt, ist der Brauchwasserbedarf nahezu konstant. Nachdem der Bedarf in der Vergangenheit durch wachsendes Hygienebedürfnis drastisch angestiegen ist, kann man jetzt davon ausgehen, dass eine Sättigung erreicht ist.

## Beschreibung dezentraler Versorgungssysteme

Die Optimierung von Erzeugung und Bedarf ist bei der Planung dezentraler Versorgungssysteme von Bedeutung. Es ist abzuwägen zwischen ökonomischen und ökologischen Zielen sowie Ansprüchen an die Versorgungssicherheit. Obwohl die Versorgungssicherheit in Deutschland bekanntmassen sehr hoch ist, gewinnt dieses Thema durch die in letzter Zeit aufgetretenen Grossstörungen zunehmend an Bedeutung.

Der Anteil an solarthermischen Systemen und Wärmepumpen wird in Zukunft deutlich steigen. Während moderne monovalente<sup>3)</sup> Wärmepumpensysteme die komplette Versorgung übernehmen können, ist bei solarthermischen Systemen insbesondere im Winter eine Zusatzheizung erforderlich. Hierfür kommen u.a. auch Anlagen

auf Basis nachwachsender Rohstoffe – etwa Holzpellets – infrage.

Bei dezentralen Energieversorgungssystemen kann die Deckung des Strombedarfs zu einem gewissen Anteil über WKK-Anlagen erfolgen. Die gleichzeitig erzeugte Wärme wird lokal zur Wärmeversorgung verwendet. Die nachfolgenden unterschiedlichen Betriebsweisen sind denkbar:

- Wärmegeführter Betrieb: Der Betrieb wird entsprechend dem lokalen Wärmebedarf gefahren. Der Strom ist hier das Nebenprodukt und wird je nach Lastsituation entweder lokal verbraucht oder ins Netz eingespeist. Da die Wärmenachfrage im Vergleich zum Strom sehr träge und zusätzlich durch Heisswasserspeicher gepuffert ist, stellt dieser Betrieb keine speziellen Anforderungen an die Dynamik.
- Stromgeführter Betrieb: Der Betrieb wird der Stromnachfrage (lokal oder im Netz) angepasst; entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Dynamik. Die Wärme ist hier das Nebenprodukt und ist möglich zeitnah und lokal zu nutzen. Wärmespeicherung ist auch hier bis zu einem gewissen Grad möglich.

Aus wirtschaftlichen Gründen kommen WKK-Anlagen vorrangig in der Grundlast (z.B. Brauchwassererwärmung) zum Einsatz. Zur Abdeckung der Wärmebedarfsspitze sind ergänzend Spitzentlastkessel vorzusehen.

## Qualitätskriterien dezentraler WKK-Systeme

Eine verbrauchernahe und wirtschaftliche Deckung des Bedarfs setzt die Einhaltung bestimmter Qualitätskriterien voraus. Hierzu zählen

- Wirkungsgrade: Sie beschreiben die Effizienz der Umsetzung der eingesetzten Primärenergie in Strom und Wärme. Der elektrische Wirkungsgrad bezieht sich

hierbei nur auf den Strom, während der Gesamtnutzungsgrad die Summe aus Strom und nutzbarer Wärme berücksichtigt. Beim elektrischen Wirkungsgrad ist hier nur der Netto-Wert relevant. Bei entsprechender Betriebsweise sind auch die jeweiligen Wirkungsgrade im Teillastbereich zu beachten.

- Stromkennziffer: Sie beschreibt das Verhältnis von Strom- zu Wärmeerzeugung. Aufgrund rückläufigen Wärmebedarfs sind zukünftig Systeme mit einer hohen Stromkennziffer von Vorteil.
- Regelbarkeit/Dynamik: Der bedarfsoorientierte Einsatz der Anlage erfordert, dass sich die Erzeugung entsprechend schnell dem Bedarf nachführen lässt.
- Emissionen: Die Emissionen sind abhängig vom eingesetzten Energieträger und der eingesetzten Technologie. Innovative Technologien wie Brennstoffzellen weisen in der Regel eindeutige Vorteile gegenüber konventionellen Technologien auf. Energieträger auf Basis nachwachsender Rohstoffe können als CO<sub>2</sub>-neutral betrachtet werden.

## Dezentrale Versorgungsstrukturen

Dezentrale Versorgungsstrukturen lassen sich in einer grossen Bandbreite definieren und reichen vom Einfamilienhaus bis zur Versorgung ganzer Stadtgebiete.

Die Auslegung dezentraler Systeme setzt eine möglichst genaue Kenntnis des zeitabhängigen Bedarfs von Strom und Wärme voraus. Hierzu finden Lastganglinien Verwendung. Sie beschreiben den Energiebedarf einzelner Gebäude oder Gebiete in Abhängigkeit von der Tages- und Jahreszeit.

Während der Lastgang eines einzelnen Kunden bei Strom und Wärme sehr hohe Bedarfsspitzen aufweist, führt eine Überlagerung der Einzellastgänge mehrerer

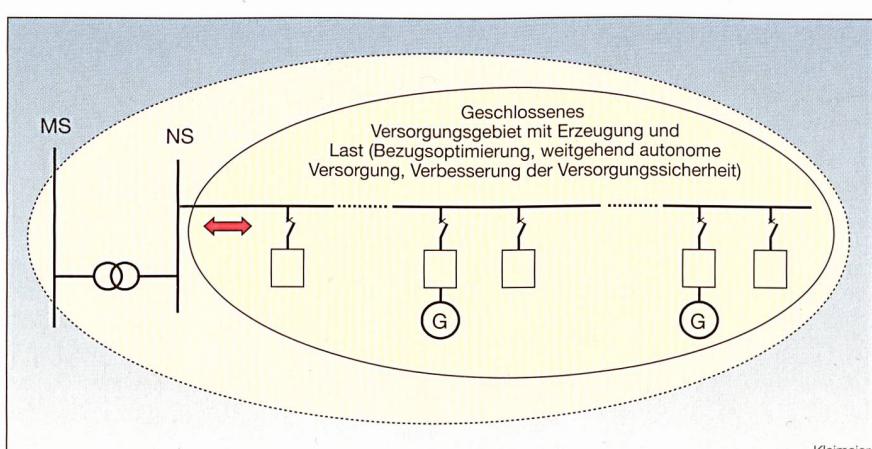


Bild 2 Microgrid

G: Generator; MS: Mittelspannung; NS: Niederspannung.

Kunden zu einer gewissen Vergleichsmässigung. Insgesamt bietet die dezentrale Versorgung eines grösseren Kollektivs – insbesondere eine Durchmischung von Wohnbebauung, Bürogebäuden und Gewerbebetrieben – eindeutige Vorteile gegenüber einer Einzelversorgung. Die Nutzung der Möglichkeiten einer Laststeuerung kann zu einer weiteren Vergleichsmässigung bzw. zu einer Anpassung an die jeweilige Situation auf der Erzeugungsseite beitragen.

Die betrachteten Erzeugersysteme sowohl für Strom als auch für Wärme unterscheiden sich in Bezug auf die Verfügbarkeit der Energieträger und damit hinsichtlich der Planbarkeit ihres Einsatzes. Während Systeme auf der Basis von Sonne und Wind dem fluktuierenden Dargebot folgen müssen, kann der Einsatz anderer Systeme weitgehend dem jeweiligen Bedarf angepasst werden. Dabei ist insbesondere zu beachten, dass sich die Stromerzeugung durch Fotovoltaikanlagen (PV-Anlagen) innerhalb von Siedlungen quasi zeitsynchron summiert.

Speichersysteme könnten in beiden Fällen unterstützend zum Einsatz kommen und die Betriebsweise dadurch optimieren. In der vorliegenden Studie werden ausschliesslich Heisswasserspeicher im Zusammenhang mit WKK-Systemen berücksichtigt. Speicher für elektrische Energie sind heute aus Kostengründen nur im Zusammenhang mit unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV) interessant.

Die thermische Vernetzung zu sogenannten Nahwärmennetzen eröffnet die Möglichkeit, ein für den Gesamtverbrauch an thermischer Energie (Raumheizung und Brauchwasser) optimiertes System aus Wärmeerzeugern und -speichern einzusetzen.

### Mikronetze (Microgrids)

Abgeschlossene dezentral versorgte Gebiete, die im Normalbetrieb mit dem öffentlichen Netz durch definierte Schnittstellen verbunden sind, lassen sich bei entsprechender technischer Ausstattung auch netzunabhängig betreiben. Solche quasi autarken Teilnetze werden Microgrids genannt.

Betreiber von Microgrids tragen im gleichen Umfang für die Sicherstellung des Netzbetriebes Verantwortung wie die heutigen Netzbetreiber. Im Normalfall decken die dezentralen Erzeugungseinheiten den jeweiligen Bedarf. Die Verbindung zu einem überlagerten Netz sorgt ergänzend dafür, dass auch bei Ausfall oder Nichtverfügbarkeit eines Teils der dezentralen Erzeugung die Versorgung des Microgrids gewährleistet ist (Bild 2).

Umgekehrt sieht dieses Konzept vor, dass sich bei Störungen im überlagerten

	Angebot fluktuierend	planbar
Wärme	– Solarthermie	– Brennwertkessel – Biomasse (z.B. Holzpellets) – Wärmepumpen
Strom	– Fotovoltaikanlagen – Windenergieanlagen – kleine Laufwasserkraftwerke	– Geothermische Anlagen
WKK		– Verbrennungsmotor – Mikroturbinen – Brennstoffzellen – Biogasanlagen

Tabelle Fluktuierende und planbare Stromerzeugung

Netz ein Microgrid vom Restnetz abkoppelt und sich zumindest vorübergehend durch vorhandene dezentrale Erzeuger selbst versorgen kann. Neben einer ausreichenden Erzeugungskapazität erfordert dies eine hochdynamische Regelfähigkeit der DEA und neue dezentrale Regelkonzepte unter Einbeziehung der Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechnik.

Zusätzliche Optionen bestehen in verbraucherseitigen Massnahmen. Über Lastabschaltungen oder -verschiebungen sowie gegebenenfalls auch Nutzung von Speichern lassen sich zusätzliche Optimierungspotenziale generieren.

### Auswirkungen auf das Stromnetz

#### Virtuelles Kraftwerk

Mit einem zentralen Energiemanagementsystem lassen sich dezentrale Erzeugungsanlagen bündeln und um Bedien- und Beobachtungsfunktionen so ergänzen, dass sie ein virtuelles grosses Kraftwerk bilden (Bild 3). Damit können sie sich am Stromhandel beteiligen. Entsprechend den technischen Eigenschaften der DEA könnte ein virtuelles Kraftwerk auch Regelernergie auf dem Markt anbieten.

Durch die Zusammenfassung von DEA mit fluktuierendem Dargebot und steuerbaren DEA lässt sich auf diese Weise eine gleichmässige Energielieferung erreichen. Eine Beschränkung auf lokale Gegebenheiten ist aufgrund der Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologien hierbei nicht erforderlich.

Die heutigen Übertragungs- und Verteilungsnetze sind auf der Grundlage eines gerichteten Lastflusses, von den an das Übertragungsnetz angeschlossenen Kraftwerken hin zu den Verbrauchern, geplant und errichtet worden. Mit steigender verbrauchsnahe Einspeisung elektrischer Energie aus DEA in das Verteilernetz ist zunehmend auch mit einer Rückspeisung in das überlagerte Netz zu rechnen.

Bei einem grossflächigen Einsatz von DEA sind insbesondere die nachfolgend beschriebenen Aspekte zu betrachten.

#### Kurzschlussleistung

DEA mit konventionellen Generatoren erhöhen die Kurzschlussleistung und können dazu führen, dass vorhandene Netzkomponenten an ihre Auslegungsgrenzen

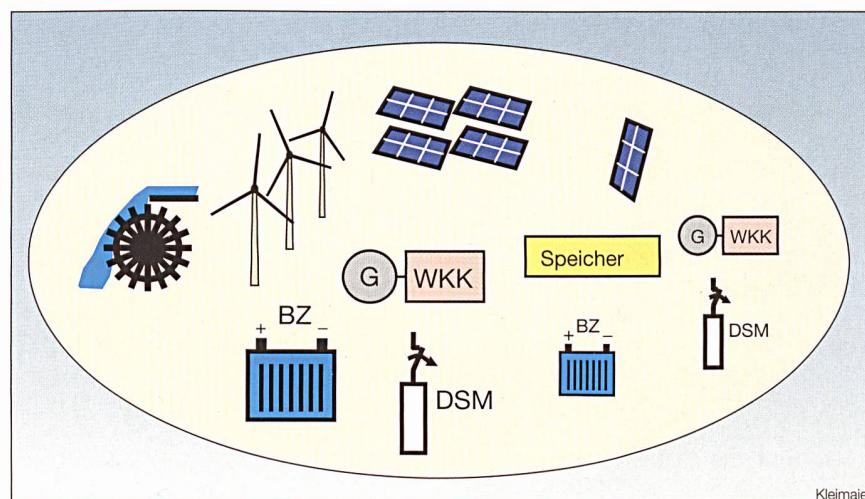


Bild 3 Virtuelles Kraftwerk – Betrieb vieler kleiner Einheiten wie ein grosses Kraftwerk  
BZ: Brennstoffzelle; DSM: Demand Side Management; G: Generator

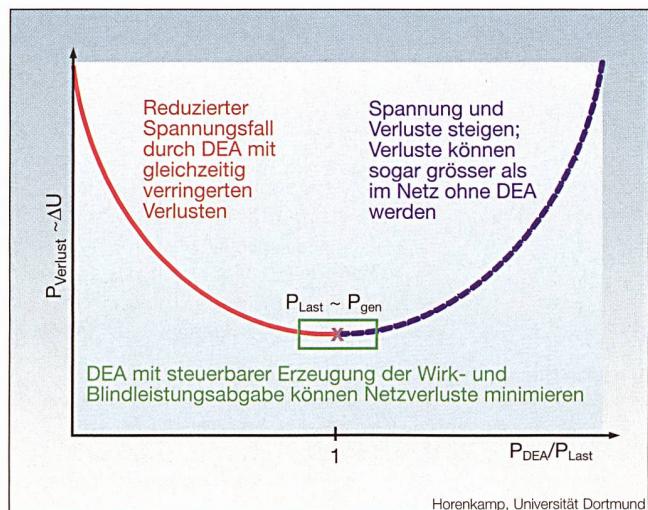


Bild 4 Netzverluste

es möglich ist, die Netzverknüpfungspunkte und die Betriebsweise der DEA geeignet zu wählen, lassen sich bei lokalen Lastzuwachsen ggf. auftretende Netzengpässe und der damit erforderliche Netzausbau vermeiden oder verzögern.

Netzbelastungen durch einen hohen Anteil an ungesteuert einspeisenden DEA können umgekehrt jedoch auch entsprechende Netzausbaumassnahmen erforderlich machen.

## Betrieb eines Gesamtsystems

Bei der Stromversorgung ist zu beachten, dass für eine ausreichende Qualität der Versorgung die Erzeugung in jedem Augenblick dem Bedarf entsprechen muss. Neben einer hinreichenden Redundanz in der Erzeugung bedarf es hierfür eines ausgefeilten Regelsystems. War früher der Ausfall eines grossen Kraftwerks dimensionierend, so bestimmt heute die Windenergie massgeblich den Regelbedarf. Das ungleichmässige Windaufkommen führt zu fluktuierender Stromerzeugung mit erheblichen Leistungsschwankungen. Der Netzbetreiber muss die Abweichungen zwischen Erzeugung und Bedarf ausregeln und hat hierfür geeignete Kraftwerksleistung unter Vertrag. Neben zentralen Kraftwerken – einschliesslich Windparks – und verschiedenen DEA-Technologien sind zukünftig auch steuer- und schaltbare Lasten sowie Speicher bei der Netzführung eines Gesamtsystems zu berücksichtigen (Bild 5). Des Weiteren wird die Netzführung von bestehenden Verträgen zur Energielieferung, Energieabnahme und erforderlichen Reserveleistung beeinflusst.

Selbst unter günstigsten Bedingungen steht einem lokalen Energiebedarf nur in seltenen Fällen ein entsprechendes lokales, also dezentrales Energieangebot gegenüber. In Zukunft ist daher von einem Nebeneinander von zentralen und dezentralen Versorgungssystemen – unter möglichst breiter Nutzung der verteilten regenerativen Energieressourcen – auszugehen. Ermöglicht wird dies durch ein über alle Spannungsebenen gut ausgebautes Stromnetz, das den sich unter wechselnden Betriebszuständen ergebenden Energiefluss zuverlässig gewährleisten kann.

Das bestehende Verbundnetz trägt dazu bei, die Stromerzeugung technisch und wirtschaftlich zu optimieren und die Anforderungen an eine ökologische und nachhaltige Energieversorgung zu erfüllen. Erst mithilfe eines leistungsfähigen Netzes über alle Spannungsebenen lassen sich zudem manche nur bedarfsfern verfügbare Primärenergieträger erschliessen. Der dadurch mögliche Energiemix ist die Basis für stabile Strompreise.

kommen. DEA, die über Umrichter an das Verteilernetz angekoppelt sind – z.B. PV-Anlagen – liefern hingegen keinen nennenswerten Beitrag zur Kurzschlussleistung. Eine zu geringe Kurzschlussleistung hat Auswirkungen auf die Schutzkonzepte und begrenzt die Anschlussmöglichkeiten für leistungsstarke Verbraucher und ggf. andere DEA.

### Lastfluss und Spannungshaltung

Schwankungen des Dargebots, z.B. durch den Durchzug von Wolkenfronten, führen bei einer Vielzahl angeschlossener fotovoltaischer Systeme zu grossen Lastflussänderungen mit z.T. erheblichen Schwankungen der Spannung im Verteilungsnetz.

### Netzverluste

Prinzipiell können DEA die Netzverluste reduzieren, da die Entfernungen zwischen Erzeuger und Verbraucher in der Regel kurz sind. Die Netzverluste sind minimal, wenn Stromerzeugung und -bedarf an jedem Knoten idealerweise exakt gleich sind (Bild 4). Bei einem massiven Zubau von DEA kommt es zu einer Rückspeisung in das Übertragungsnetz und damit zu einem Anstieg der Verluste. In der Praxis variieren die Verluste in Abhängigkeit von der Erzeugungs- und Lastsituation.

### Anlagen- und Netzschatz

Die Schutztechnik soll eine schnelle, sichere und selektive Klärung oder Freischaltung fehlerhafter Netzbereiche oder Anlagen gewährleisten. Die heute in den Verteilernetzen eingesetzten, einfachen Schutzeinrichtungen sind für einen unidirektionalen Energiefluss und ausreichend hohe Kurzschlussströme ausgelegt. Der vermehrte Einsatz von DEA erfordert neue Schutzkonzepte und -geräte.

Schutzkonzepte ohne Kommunikation sind auf neue Analysemöglichkeiten von Netzinformationen am Einbauort des Schutzes angewiesen, um so eine bessere Sensitivität gegenüber sich ändernden Einspeiseverhältnissen zu gewährleisten. Bei Lösungen mit Kommunikation stehen signalvergleichende Schutzprinzipien im Vordergrund.

### Systemdienstleistungen

Die Netzbetreiber sind in ihren Versorgungsbereichen für die Netzregelung verantwortlich. Dies umfasst die Regelung von Frequenz, Spannung, Blind- und Kurzschlussleistung, den Leistungsaustausch mit anderen Versorgungsbezirken, das Engpassmanagement sowie die Führung aller anderen mit der Netzsicherheit verbunden Aufgabenstellungen. Dieses gesamte Leistungspaket wird auch als Systemdienstleistung bezeichnet. Mit steigender Durchdringung der Netze mit DEA müssen diese zunehmend zu den Systemdienstleistungen beitragen, um einen sicheren Netzbetrieb zu gewährleisten.

Technisch stellt eine Beteiligung an den Systemdienstleistungen hohe Ansprüche an DEA. Dies betrifft insbesondere die Dynamik der Stromerzeugung, die den jeweiligen Anforderungen genügen muss. Die Einbindung in ein geeignetes Managementsystem ist in der Regel unabdingbar.

### Netzplanung und -investitionen

Netze müssen generell für den worst case, d.h. maximale Last bei minimaler Erzeugung oder maximale Erzeugung bei minimaler Last, ausgelegt werden. Hierbei sind auch mögliche Ausfallszenarien zu berücksichtigen.

Netzentlastungen sind möglich, wenn DEA zeitlich und örtlich gezielt sowie gesichert zur Bedarfsdeckung beitragen. Falls

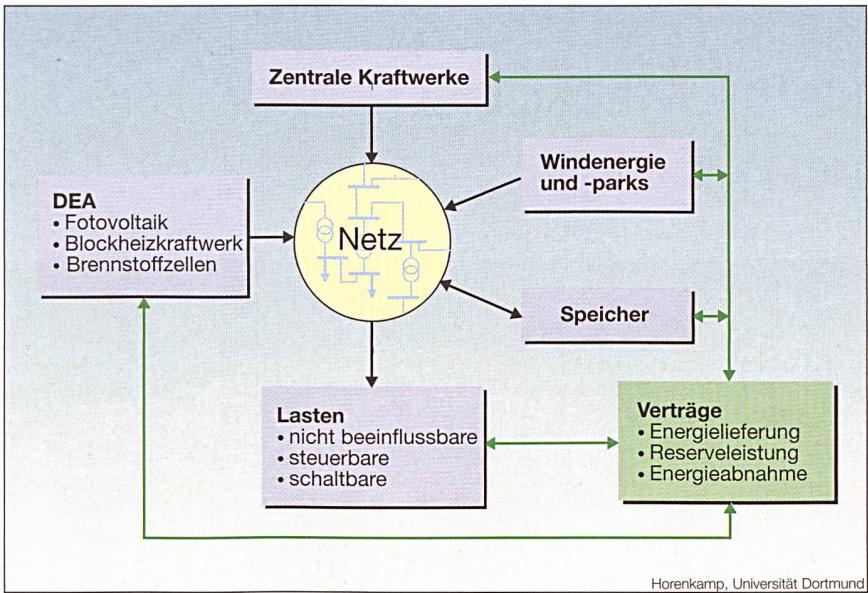


Bild 5 Einflussgrößen auf die Netzbetriebsführung

Trotz verbesserter Prognosesysteme ist es unerlässlich, für die Dauer der Nichtverfügbarkeit erneuerbarer Energieträger das Leistungsdefizit durch sogenannte «Schatenkraftwerke» auszugleichen. Hierfür kommen im Betrachtungszeitraum aufgrund des rasanten Windkraftausbaus nur konventionelle Kraftwerke in Frage. DEA und Speichersysteme könnten unterstützend zum Einsatz kommen.

Von den Grosskraftwerken werden daher immer mehr Regelleistung und immer häufigere An- und Abfahrzyklen gefordert. Dies hat neben erhöhten dynamischen Belastungen auch Einfluss auf den Brennstoffbedarf sowie auf den Wirkungsgrad. Damit werden auch die spezifischen Emissionen dieser Kraftwerke steigen.

Neben einer Regelung über Erzeugungssysteme ist prinzipiell – zumindest partiell – eine Anpassung des Verbrauchs an die verfügbaren Erzeugungskapazitäten per Lastmanagement möglich.

Zum Lastmanagement zählt letztlich auch das Aufladen von Energiespeichern. Betrachtet man zukünftige Wasserstoff-Szenarien, so lassen sich auch geeignete Elektrolyseure<sup>4)</sup> in dieses Regelregime einbeziehen.

Der Betrieb eines Gesamtsystems muss also einerseits den verschiedenen Gegebenheiten und Anforderungen der unterschiedlichen Teilsysteme und andererseits

den Anforderungen der Kunden gerecht werden. Er muss deshalb so erfolgen, dass sich die Anforderungen an Zuverlässigkeit, Effizienz, Ökologie, Nachhaltigkeit, Sozialverträglichkeit, Volkswirtschaft und Reduzierung der Importabhängigkeit in einem europäischen Energieverbund soweit wie möglich erfüllen lassen.

### Zusammenfassung

Im Rahmen einer Studie [1] wurden die Optionen einer verstärkten dezentralen Energieversorgung untersucht. Die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die hoch-

effiziente, kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme in WKK-Anlagen bieten ein hohes Potenzial zur Einsparung von Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes sind dabei auch alternative Konzepte zur Wärmebereitstellung mit zu berücksichtigen. Die Ergebnisse zeigen, dass die zukünftig verfügbaren Technologien dazu beitragen können, dass sich dezentrale und zentrale Technologien sinnvoll ergänzen, im Erzeugungsbereich genauso wie im Netzbereich.

### Referenzen

- [1] Dezentrale Energieversorgung 2020. VDE-Studie, 2007, [www.vde.com/VDE/Fachgesellschaften/ETG](http://www.vde.com/VDE/Fachgesellschaften/ETG).
- [2] Elektrische Energieversorgung 2020. VDE-Studie, 2005, [www.vde.com/VDE/Fachgesellschaften/ETG](http://www.vde.com/VDE/Fachgesellschaften/ETG).

### Angaben zum Autor

Dr.-Ing. **Martin Kleimaier** war bis 2004 bei RWE Energy in Dortmund verantwortlich für Forschung und Entwicklung. Er ist als freier Berater Mitglied der Taskforce «Dezentrale Energieversorgung» der ETG im VDE.

Tuchmachersteig 10, D-45239 Essen,  
martin.kleimaier@t-online.de

<sup>1)</sup>VDE: Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik. Elektrotechnischer Fachverband in Deutschland.

<sup>2)</sup>Dargebot: Das zeitlich nicht verschiebbare Energieangebot aus erneuerbaren Quellen.

<sup>3)</sup>Monovalent: Eine monovalente Anlage deckt den gesamten Bedarf an Heizwärme und evtl. auch zusätzlich an Warmwasser während des ganzen Jahres.

<sup>4)</sup>Elektrolyseur: Vorrichtung zur Zersetzung von Wasser durch Elektrolyse in seine Grundkomponenten Wasserstoff und Sauerstoff.

### Résumé

### La fourniture décentralisée d'énergie en 2020

Résumé des aspects techniques de l'étude du VDE «La fourniture décentralisée d'énergie en 2020». L'économie de l'énergie est en plein changement dans le monde. D'une part, le changement climatique accéléré exige une réduction immédiate des gaz de serre, d'autre part, vu l'énorme augmentation des besoins en énergie des pays émergents, on doit prévoir une pénurie prochaine d'agents énergétiques fossiles. Des concepts de production d'énergie décentralisés et basés tant sur des énergies renouvelables que sur l'exploitation efficace des énergies fossiles avec cogénération chaleur-force pourraient apporter une précieuse contribution. Une task force de la Société pour les techniques d'énergie (ETG) du VDE<sup>1)</sup> a examiné les possibilités et concepts d'une production d'énergie décentralisée pour l'an 2020 [1]. A côté de la fourniture d'énergie, elle a également étudié des concepts alternatifs de fourniture de chaleur. L'article résume les résultats de l'étude.

# Wer sichert Ihre elektrische Energieversorgung?



## AREVA T&D Experten, Ihre bewährten Partner.

Seit über 100 Jahren erarbeiten wir für Sie maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Energieversorgung. Unsere Fachkompetenz in der Energieübertragung und -verteilung ist Grundlage der industriellen Entwicklung und garantiert Millionen von Menschen weltweit eine sichere und zuverlässige Stromversorgung.

AREVA T&D bietet Ihnen die Erfahrung und das Know-how an innovativen Produkten, Systemen und Dienstleistungen: kundenindividuell, termingerecht und von hoher Qualität.

AREVA T&D AG, Carl-Sprecher-Strasse 3, 5036 Oberentfelden  
Tel. 062 737 33 33 Fax 062 737 31 80 - [www.areva.com](http://www.areva.com)



A  
**AREVA**