

Eckpunkte zur Begriffsdefinition Sektorenkopplung

Sektorenkopplung – Motor für Innovationen

Energieversorgung ist in Deutschland sehr vielfältig. Eine Vielzahl dezentraler Energieverbrauchs- und Erzeugungseinheiten muss systemisch miteinander verbunden werden. Diese Vernetzung wird Sektorenkopplung genannt. Strom, Wärme, Verkehr: In allen Bereichen wird an einem Systemdesign der Energiewende gearbeitet – jedoch immer noch mit zu starkem Fokus auf den Strommarkt. Inzwischen wird immer deutlicher, dass die besten Synergien dann entstehen, wenn sektorenübergreifend gedacht wird. Neue Technologien wie Power-to-Gas oder innovative Mobilitätslösungen werden hierbei eine wichtige Rolle spielen. Ein idealer Motor für nachhaltige Innovationen und deutsche Ingenieurskunst.

Als Sektoren werden in der Energiewirtschaft Strom, Wärme und Verkehr bezeichnet. Die Verbrauchsgruppen Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen sowie private Haushalte finden sich darin wieder.

Unter Sektorenkopplung wird die Verknüpfung der Strom-, Wärme- und Verkehrssektoren unter Nutzung der bestehenden Infrastruktursysteme verstanden. Über verschiedene Sektorenkopplungstechnologien wie z. B. KWK(K), Power-to-Gas, Power-to-Heat sowie Elektro- und Erdgasmobilität können diese zusammenwirken. Der Begriff Wärme schließt dabei häufig auch Kälte als Nutzenergie ein. Bei der Sektorenkopplung muss zudem beachtet werden, dass erneuerbar erzeugter Strom durch die Volatilität von Wind und solarer Strahlungsenergie eine Energieressource darstellt, die in den zur Verfügung stehenden Netzen bewirtschaftet werden muss. Hierbei gilt es, Aspekte wie Transport, Speicherung und Engpassmanagement zu berücksichtigen. Dies erfordert entsprechende Anpassungen der

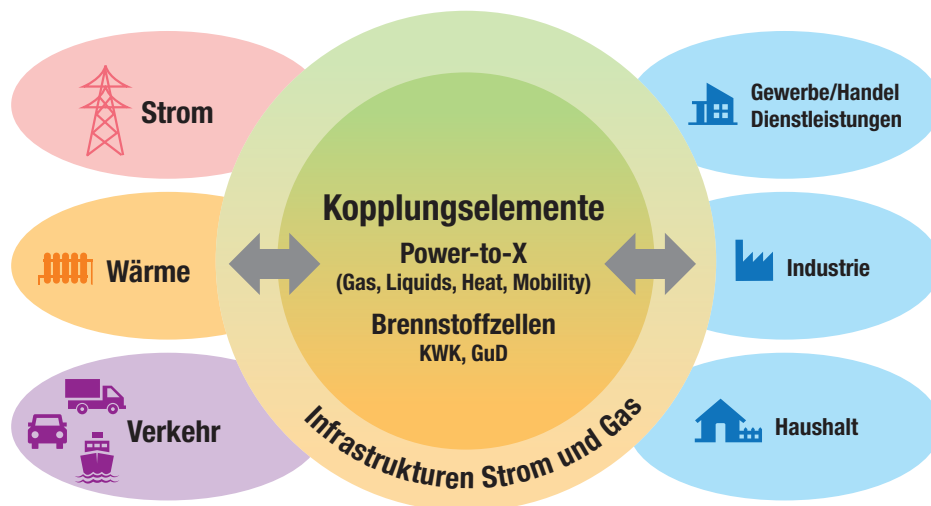
vorhandenen Infrastruktur. Sektorenkopplung schafft die Voraussetzungen dafür, jede Energie bzw. jeden Energieträger wie Strom, Gas und Wärme zur richtigen Zeit am richtigen Ort einsetzen zu können.

Sektorenkopplung ist an konkreten Zielen auszurichten

Die Sektorenkopplung wird auf die Verbrauchsgruppen Haushalt, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie und deren Bedarfsprofile ausgerichtet. Die einzelnen Verbrauchsgruppen sind für jeweils unterschiedliche Technologien prädestiniert und bieten über die jeweiligen Kopplungselemente die Möglichkeit, systemdienlich, gesamtökologisch und makroökonomisch wirksam zwischen den Netzen zu agieren.

Das Ziel dieser Kopplung über einzelne Energie- und Verbrauchssektoren hinaus ist das Erreichen der Klimaneutralität, insbesondere durch die weiter voranschreitende Einbindung der erneuerbaren Energien bei gleichzeitiger Versorgungssicherheit und Wirtschaft-





Sektorkopplung: Auf die Infrastrukturen kommt es an.

lichkeit für den Endverbraucher. Die Erzeugung von massiv fluktuierendem elektrischem Strom aus Wind und Sonne in Windkraft- oder Fotovoltaik-Anlagen bringt einen umfassenden Systemwechsel mit sich. Durch die Abhängigkeit der Stromerzeugung vom Wetter kann es häufig dazu kommen, dass zu viel oder auch zu wenig Strom zur Verfügung steht. Diese Problematik wird umso bedeutender, je mehr Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. 2015 wurden

Durch die sektorenübergreifende Kopplung lassen sich zudem weitere Effizienz- und CO₂-Minderungspotenziale erschließen, durch die die energiepolitischen Ziele erst erreicht werden. Zellulare Strukturen, wie z. B. städtische Quartiere, sind eine Möglichkeit für die Sektorkopplung, da hier die unterschiedlichen Akteure aufeinandertreffen und sich die Möglichkeiten verschiedenster Interaktionen bieten.

» Die Sektorkopplung ermöglicht die Dekarbonisierung Deutschlands durch die erneuerbaren Energien auch abseits des Stromsektors. «

rund 30 Prozent des Bruttostromverbrauches durch erneuerbare Energien gewonnen, für das Jahr 2025 sind bereits 40 bis 45 Prozent vorgesehen. Schon heute werden pro Jahr eine Milliarde Euro für Ausgleichsmaßnahmen (sogenannte Redispatch-Maßnahmen) gezahlt, um die Netzstabilität bei überbordender EE-Stromproduktion zu erhalten. Dieser Trend wird weiter stark zunehmen, wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Aktuell wird der Ausgleich zwischen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und dem Strombedarf durch konventionelle Kraftwerke geleistet. Die Sektorkopplung ermöglicht die Dekarbonisierung Deutschlands durch die erneuerbaren Energien auch abseits des Stromsektors, indem diese in den Wärme- und Verkehrssektor oder durch stoffliche Nutzung von Wasserstoff in der Industrie eingebunden werden.

Aktuell wird der Ausgleich zwischen der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und dem Strombedarf durch konventionelle Kraftwerke geleistet. Die Sektorkopplung ermöglicht die Dekarbonisierung Deutschlands durch die erneuerbaren Energien auch abseits des Stromsektors, indem diese in den Wärme- und Verkehrssektor oder durch stoffliche Nutzung von Wasserstoff in der Industrie eingebunden werden.

Vorhandene Infrastrukturen müssen wirtschaftlich und intelligent genutzt werden

Die Verengung der Energiewende auf eine Strom(erzeugungswende stößt an infrastrukturelle Grenzen, wobei Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien aufgrund von Stromnetzengpässen oder nicht vorhandener Nachfrage abgeregelt werden müssen. Die bestehenden Gas- und Wärmenetzinfrastrukturen beispielsweise können große Mengen Energie aufnehmen und damit einer effizienten und klimafreundlichen Nutzung in den Sektoren zuführen. Darüber hinaus können sie eine zunehmend essenzielle Speicher- und Flexibilisierungsfunktion erfüllen. Ursprünglich primär als Versorgungslösungen geplant, können Gas- und Wärmenetze eine wichtige Rolle bei der Sektorkopplung übernehmen.

Der Bau und der Betrieb von Energieinfrastrukturen stellen einen nicht zu vernachlässigenden Kostenfaktor dar. Die intelligente Kopplung und Nutzung der Energieinfrastrukturen führt zu einer Optimierung des Ausbaubedarfes.



Die Elemente zur Sektorenkopplung stehen bereit

Damit erneuerbare Energie zunehmend zu jedem Zeitpunkt in den Sektoren genutzt werden kann, müssen Strom-, Wärme- und Verkehrssektor sowie die jeweiligen Infrastrukturen physisch miteinander verbunden werden. Kopplungselemente sind Power-to-Gas-Anlagen, Power-to-Heat-Anlagen, KWK-Anlagen, GuD-Anlagen sowie Mobilitätskonzepte mit Strom oder erneuerbaren Gasen:

- **Power-to-Gas (PtG):** PtG ist ein wichtiges Kopplungselement zwischen Strom- und Gasinfrastruktur. Die strombasierte, CO₂-freie Erzeugung von Gasen wie Wasserstoff bzw. Methan erlaubt es, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung und an der Energieversorgung insgesamt gleichermaßen zu steigern. Für die Langzeitspeicherung von Energie ist die Nutzung von PtG-Technologien die einzig sinnvolle Technologieoption. Die systemischen Vorteile des Einsatzes von PtG entlasten den klassischen Stromsektor durch mehr Flexibilität.
- **Power-to-Liquids:** Auf Basis von Wasserstoff, der mittels Elektrolyse aus erneuerbarem Strom hergestellt wird, lassen sich auch flüssige Grundchemikalien, wie Methanol oder Treibstoffe (z. B. Dimethylester oder Kerosin), herstellen. Auf diese Weise kann beispielsweise die klimaschädliche Nutzung von Treibstoffen aus fossilen Quellen bzw. auf Basis von Mineralöl verdrängt werden.
- **Power-to-Heat (PtH):** Der Einsatz von Strom im Wärmemarkt – durch die Verwendung von einfachen Heizelementen in Fernwärmesystemen oder die Zuschaltung von Wärmepumpen – ist eine technisch erprobte Sektorenkopplungsoption mit hohem Dekarbonisierungspotenzial.
- **Power-to-Mobility:** Strom kann direkt zum Laden von Elektrofahrzeugen genutzt werden, auch die systemdienliche Rückspeisung von Batterien in das Stromnetz ist denkbar. Alternativ können durch die Nutzung von Wasserstoff oder erneuerbarem Methan aus Power-to-Gas-Prozessen Fahrzeuge klimaneutral betrieben werden. Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb oder auf Basis von verdichtetem oder verflüssigtem Gas sind heute bereits verfügbar. Alle diese Technologien ermöglichen eine sukzessive und dauerhafte Dekarbonisierung des Verkehrssektors – längerfristig auch im Schiffs- und Flugverkehr.

- **Kraft-Wärme-Kopplung:** Durch den Ausbau von systemdienlich betriebenen KWK im Gebäude-, Gewerbe- und Industriesektor können flexible und kostengünstige Erzeugungskapazitäten geschaffen werden, die in der Lage sind, die Versorgung mit Strom und Wärme in Zeiten geringer regenerativer Stromerzeugung sicherzustellen. Ergänzt um Wärmespeicher und Power-to-Heat-Module werden KWK-Anlagen zu mehrfach flexiblen Schnittstellen von Energieformen und Infrastrukturen. Eine besonders wichtige Rolle können sie bei der Dekarbonisierung des Wärmesektors in Ballungsräumen spielen. Die gasbasierte und hocheffiziente Bereitstellung von Wärme und Strom in KWK-Anlagen ist und bleibt damit ein Schlüsselement für eine effiziente Sektorenkopplung.
- **Gas- und Dampfkraftwerke (GuD):** Auch die verstärkte Nutzung von GuD-Kraftwerken hat ein hohes Dekarbonisierungspotenzial, da die Umwandlung von im Erdgas gespeicherter Energie in Strom mit hohen elektrischen Wirkungsgraden (ca. 60 Prozent) erfolgt. Zusätzlich ist die Auskopplung von Wärme und damit eine weitere Effizienzsteigerung möglich.
- **Brennstoffzellenkraftwerke:** Mittels Brennstoffzellentechnologie kann auch in größerem Maßstab hocheffizient Strom erzeugt werden. Der dafür erforderliche, speicherbare Wasserstoff kann in Zeiten hoher Stromerzeugung aus Windkraft- und Solaranlagen mit Power-to-Gas-Anlagen gewonnen werden.

» **Ursprünglich primär als Versorgungslösungen geplant, können Gas- und Wärmenetze eine wichtige Rolle bei der Sektorenkopplung übernehmen.** «

Das von den beiden Verbänden DVGW und VDE getragene Projekt „Zellulare, multimodale Energienetze“ hat u. a. das Ziel, die sektorenübergreifende Kopplung im Rahmen eines gesamtsystemischen Ansatzes zu entwickeln und als gemeinsame Vision eines Energiesystems der Zukunft darzustellen. Hierzu wird zunächst eine technische Lösung und anschließend das dazu geeignete Marktmodell erarbeitet sowie das notwendige, regulatorische Umfeld definiert.



Der regulatorische Rahmen ist weiterzuentwickeln, um die sektoren- und infrastrukturübergreifende Energiewende zu fördern

Gezielte Forschungsförderung der Bundesregierung und die Forschungs- und Entwicklungsarbeit zahlreicher Unternehmen haben es ermöglicht, dass die technische Entwicklung der erforderlichen Kopplungselemente erfolgreich vorangetrieben wurde. Der regulatorische Rahmen der Energiewirtschaft hingegen ist weiterzuentwickeln, da sich die traditionelle Trennung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr nach wie vor in sektorenspezifischen Regelungen, Instrumenten und Verantwortlichkeiten niederschlägt. Dies zu überwinden, ist die zentrale energiepolitische Herausforderung der kommenden Jahre, die es alsbald anzunehmen gilt. Sektor- und infrastrukturübergreifende Energieflüsse und Investitionen in Netze und

Kopplungselemente werden andernfalls ausbleiben.

Auch sind weitere Kostendegressionen und der Ausbau einer Technologieführerschaft bei den Power-to-X-Zukunftstech-

nologien nur dann zu erwarten, wenn sie einen Platz im gegenwärtigen Marktumfeld vorfinden. Dies ist zugleich Bedingung dafür, deren Exportpotenzial zu heben und die Technologieführerschaft deutscher Unternehmen in diesen Zukunftsmärkten zu sichern.

Die Sektorenkopplung kann bereits heute einen volkswirtschaftlich sinnvollen Beitrag zur Dekarbonisierung des Energiesystems leisten. Der sektorenspezifisch ausgestaltete regulatorische Rahmen steht dem aber in vielen Fällen noch entscheidend im Wege.

» **Der regulatorische Rahmen der Energiewirtschaft ist weiterzuentwickeln. Dies zu überwinden, ist die zentrale energiepolitische Herausforderung der kommenden Jahre.**



Herausgeber

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. – Technisch wissenschaftlicher Verein und VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.

Ansprechpartner:

Frank Dietzsch
DVGW-Bereich Gasversorgung
Tel.: +49 228 9188-914
E-Mail: dietzsch@dvgw.de
Internet: www.dvgw.de

Daniel Wosnitzka
DVGW-Pressesprecher
Tel.: +49 30 79473-664
E-Mail: wosnitzka@dvgw.de
Internet: www.dvgw.de

Jan Suckow
Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN)
Tel.: +49 30 38386-875
E-Mail: jan.suckow@vde.com
Internet: www.vde.com

Dr. Thomas Benz
Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG)
Tel.: +49 69 6308-346
E-Mail: etg@vde.com
Internet: www.vde.com

