

Management Summary

Meta-Analyse „Energiesystem der Zukunft – Wesentliche Erkenntnisse und gemeinsame Positionen DVGW/VDE“

Februar 2016

Prof. Dr.-Ing. Markus Zdrallek

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik
der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Dr.-Ing. Marcus Stötzel

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik
der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

M. Sc. Daniel Wolter

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik
der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

M. Sc. Tobias Kornrumpf

Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgungstechnik
der Bergischen Universität Wuppertal, Wuppertal

Das Energiesystem der Zukunft besteht aus Strom und Gas – Ergebnisse einer Meta-Analyse von DVGW und VDE

Autoren: Daniel Wolter, Tobias Kornrumpf, Dr.-Ing. Marcus Stötzel, Prof. Dr.-Ing. Markus Zdrallek (alle Bergische Universität Wuppertal)

Im Auftrag von DVGW¹ und VDE² hat die Bergische Universität Wuppertal einen systematischen und umfassenden Vergleich der in insgesamt fast fünfzig Einzelstudien dargestellten Forschungsergebnisse beider Verbände durchgeführt. Das wichtigste Ergebnis vorweg: Beide Verbände teilen eine gemeinsame Vision für das Energiesystem der Zukunft – es besteht aus Strom und Gas! Ein reines Gassystem ist allein durch die Endlichkeit der Ressource undenkbar, für ein reines Stromsystem fehlt dagegen Möglichkeit der Langzeitspeicherung – hier sehen beide Verbände die Power-to-Gas-Technologie als einzig sinnvolle Lösung. So ist die gemeinsame Vision eines spartenübergreifende Energiesystems der Zukunft folgerichtig. Dies spiegelt sich auch in einem breiten Konsens der Forschungsergebnisse der Verbände zu den meisten Detailthemen wider. Lediglich in der Ausprägung einzelner Positionen finden sich nachvollziehbare, sparten- und verbandsspezifische Ansätze.

¹ DVGW: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e.V.

² VDE: Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V.

1 Hintergrund

Der Begriff der Energiewende beschreibt den bedeutendsten Transformationsprozess in der deutschen Energieversorgung der letzten einhundert Jahre. Im Sinne einer nachhaltigen und ökologischen Energieversorgung wird die zukünftige Energiebereitstellung in allen Sektoren immer stärker durch den Einsatz erneuerbarer Energien geprägt sein. Die Dimension der daraus resultierenden Herausforderungen erfordert eine spartenübergreifende Zusammenarbeit von allen Akteuren der Energiewirtschaft. Der VDE und der DVGW haben diese Notwendigkeit erkannt und mit der Unterzeichnung eines Memorandum of Understanding im September 2014 den Grundstein für eine vertiefte strategische Kooperation im Bereich der Forschung und Entwicklung gelegt.

In einem ersten Schritt wurden nun die bisherigen Studien- und Forschungsergebnisse der beiden Verbände in einer Meta-Analyse gegenübergestellt und verglichen. Ziel der Meta-Analyse war die Erstellung eines umfassenden Bildes der Sichtweisen von VDE und DVGW auf die Ausgestaltung des Energiesystems der Zukunft. Der dabei festgestellte Konsens zu ganz wesentlichen Fragestellungen im Kontext der Energiewende bekräftigt die These, dass der Schlüssel in einer spartenübergreifenden Kooperation liegt.

2 Methodisches Vorgehen

Die Grundlage für die Meta-Analyse bildete die Untersuchung von Themenfeldern des Energiesystems der Zukunft. Besondere Bedeutung kam dabei der Relevanz eines Themenfeldes für das Gelingen der Energiewende zu. Es wurden fünf Themenfelder identifiziert (vgl. Abbildung 1).

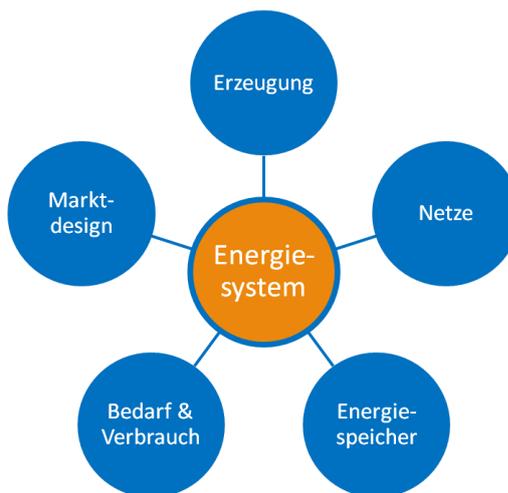


Abbildung 1: Themenfelder des Energiesystems der Zukunft

Alle betrachteten Studien des VDE und DVGW sind im Hinblick auf Aussagen zu diesen Themenfeldern detailliert und systematisch analysiert worden. Zudem wurde ein Quervergleich mit weiteren wesentlichen, jenseits der Verbändearbeit entstanden Studien Dritter durchgeführt. Einen Überblick über die im Rahmen dieser Studie betrachteten Forschungsarbeiten gibt Abbildung 2.

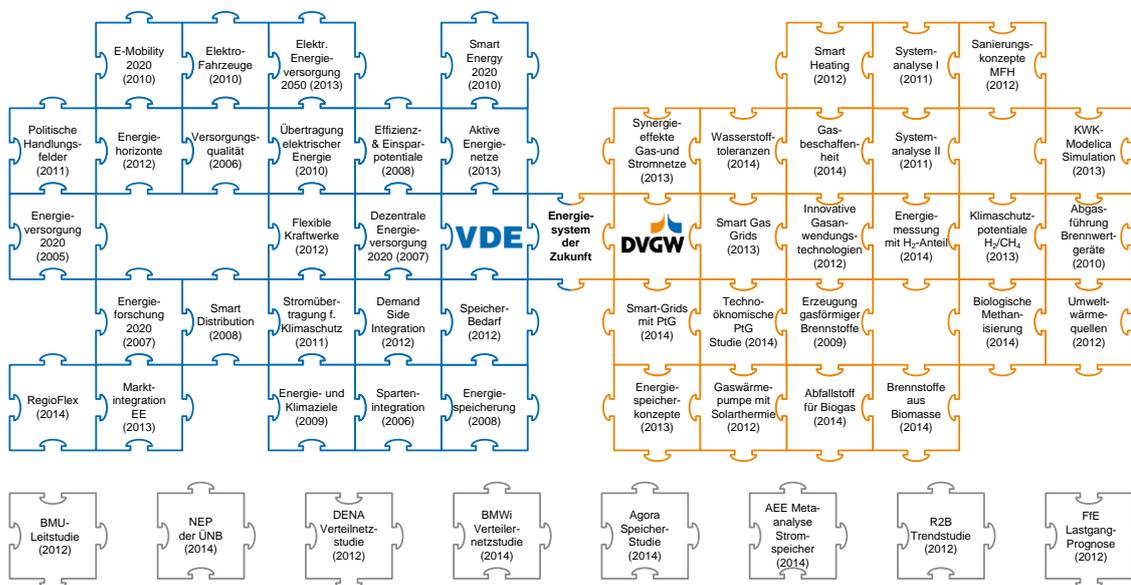


Abbildung 2: Betrachteter Studienrahmen VDE und DVGW und Dritter

Um die Vielzahl der Studien systematisch untersuchen zu können, wurde eine dreistufige Vorgehensweise gewählt:

1. Zunächst galt es, inhaltliche Schwerpunkte der vorliegenden Studien zu identifizieren und diese Schwerpunkte den vorgestellten Themenfeldern des Energiesystems zuzuordnen. Damit wurde sichergestellt, dass alle Aussagen einer Studie zu verschiedenen Themenfeldern auch entsprechend kategorisiert erfasst sind. Desweiteren konnte vermieden werden, die Bedeutung einiger Studien a priori für bestimmte Themenfelder beispielsweise aufgrund des Titels der Studie auszuschließen.
2. Im Anschluss wurden die Positionen der Verbände je Themenfeld auf Basis der in Arbeitsschritt 1 identifizierten Schwerpunkte gegenübergestellt. Die Gegenüberstellung erfolgte mithilfe von verschiedenen Bewertungsclustern. Diese Bewertungscluster dienten der weiteren Kategorisierung der einzelnen Aussagen und vereinfachten die konkrete Gegenüberstellung der Positionen der beiden Verbände. Bei eventuellen Widersprüchen wurde eine Ursachenuntersuchung vorgenommen.
3. Eine Zusammenfassung je Themenfeld bildete den letzten Arbeitsschritt.

Abbildung 3 verdeutlicht das dreistufige Vorgehen.

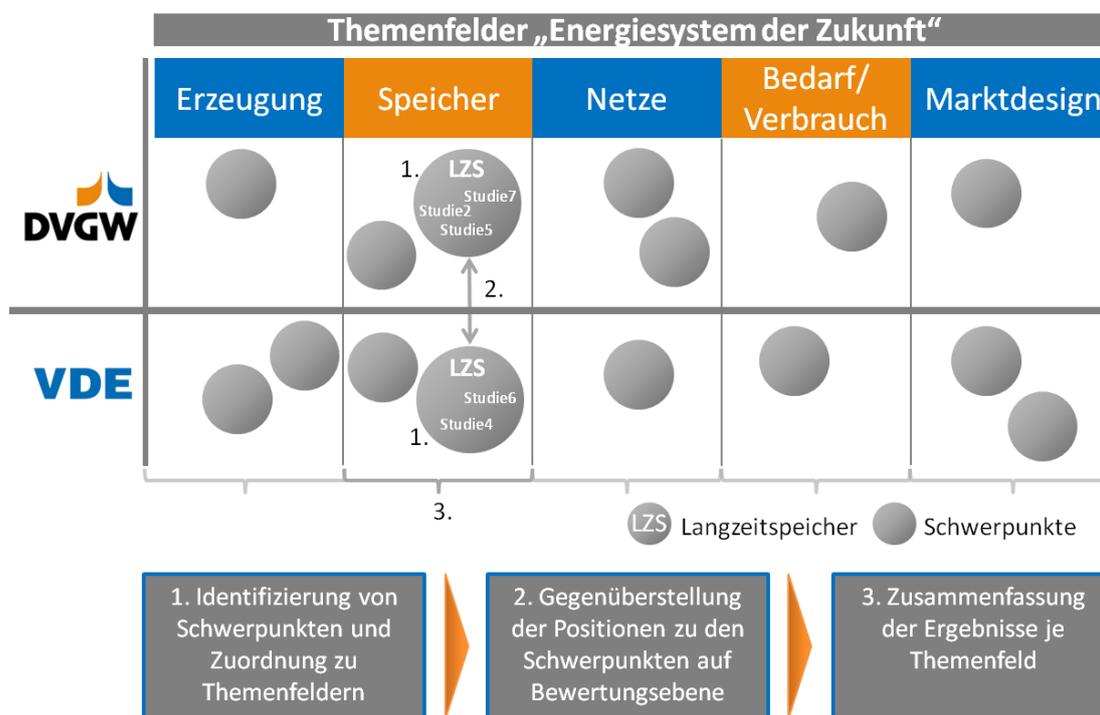


Abbildung 3: Methodisches Vorgehen

3 Themenfeldanalyse

Die systematische Gegenüberstellung von Kernaussagen aus 23 VDE- und 22 DVGW-Studien ergab ein umfangreiches Bild zu den Positionen und Einschätzungen der beiden Verbände zum Energiesystem der Zukunft. Die wichtigsten Erkenntnisse aus den fünf identifizierten Themenfeldern werden nachfolgend zusammengefasst.

3.1 Energiespeicher

Die Speicherung elektrischer Energie stellt eine der größten Herausforderungen im sich wandelnden Energiesystem mit zunächst mehrheitlicher und später vollständiger regenerativer Versorgung dar. Die dargebotsabhängige Erzeugung durch Windenergie- und Photovoltaikanlagen wird nicht zu jedem Zeitpunkt mit dem jeweils aktuellen Verbrauch übereinstimmen. Daraus resultierende kurzzeitige und langzeitige Über- bzw. Unterangebote lassen sich durch Speichersysteme ausgleichen.

Die Anwendung der im Kapitel 2 vorgestellten Methodik auf das Themenfeld Energiespeicher führt zu der in der Abbildung 4 exemplarisch dargestellten Strukturierung. Die Aussagen zu den identifizierten Schwerpunkten Kurzzeitspeicher und Langzeitspeicher wurden auf der Bewertungsebene anhand der Kategorien Technologien, Speicherbedarf, Kosten und Systemkonzepte/Geschäftsmodelle gegenübergestellt.

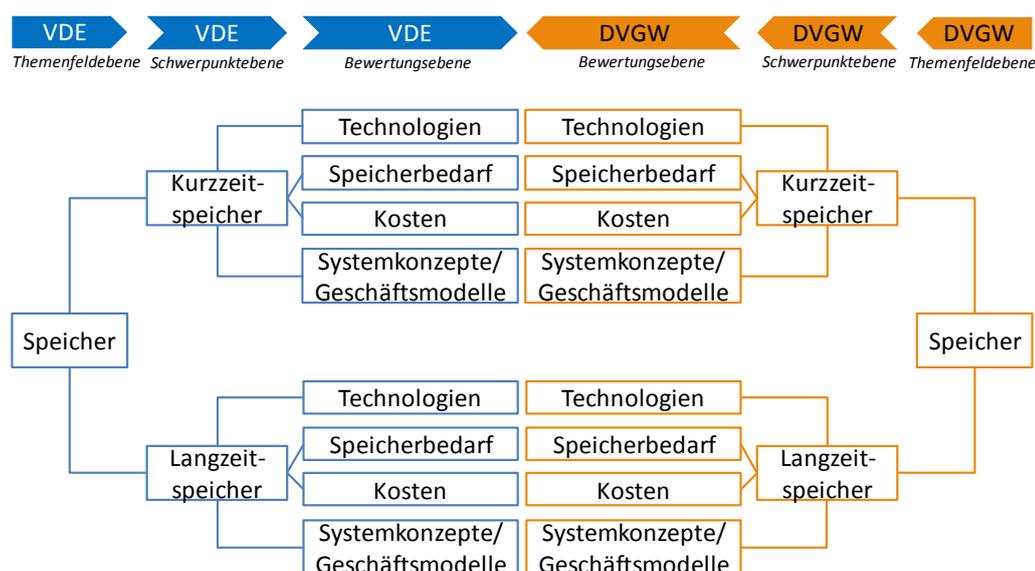


Abbildung 4: Ebenenstruktur zur Themenfeldanalyse am Beispiel Energiespeicher

Im Bereich der Kurzzeitspeicher (Stunden- und Tagesspeicherung) sehen beide Verbände das Potential von weiteren Pumpspeicherkraftwerken in Deutschland als nahezu erschöpft an. Druckluftspeichern wird ein größeres Entwicklungspotential zugeschrieben. Die zukünftige Relevanz von Batteriespeichern wird in den VDE-Studien höher eingeschätzt als in den DVGW-Studien, in denen Batteriespeicher allerdings auch keinen thematischen Schwerpunkt bilden.

Mit steigendem Anteil an erneuerbaren Energien gewinnt die Thematik der Langzeitspeicherung (Wochen- und Monatsspeicherung) deutlich an Gewicht. Die Studien beider Verbände eint die Einschätzung, dass Power-to-Gas (PtG) die einzig sinnvolle Technologieoption im Bereich der Langzeitspeicherung ist. Allerdings ergeben sich durch die Betrachtung unterschiedlicher Einsatzzwecke abweichende Einschätzungen zur Höhe und zum Zeitpunkt des zukünftigen Speicherbedarfs. In der relevanten VDE-Studie dient der Speicher nur zum bilanziellen Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch. Der DVGW sieht darüber hinaus den netzengpassbedingten Einsatz als Anwendungsfall. Diese Betrachtungsweise spiegelt auch die enge Verknüpfung der Themenfelder Speicher und Netze wieder.

3.2 Netze

Im Bereich der Stromnetze sehen beide Verbände einen erheblichen Aus- und Umbaubedarf sowohl auf Übertragungs- als auch auf der Verteilungsebene. Im Verteilungsnetz ist der Einsatz von innovativen Betriebsmitteln (z.B. regelbare Ortsnetztransformatoren) und dezentraler Netzautomatisierungssysteme oftmals eine kostengünstigere Alternative zum konventionellen Netzausbau. In Zukunft sind aus Sicht des DVGW auch Power-to-Gas-Anlagen ein netzdienlicher Bestandteil eines intelligenten Verteilungsnetzes.

Die derzeit beste Option, den zunehmenden Transportbedarf über lange Strecken (von den Erzeugungsschwerpunkten im Norden zu den Lastschwerpunkten im Süden) zu decken, ist aus Sicht des VDE der Aufbau eines –wie auch immer ausgeprägten– Overlay-Netzes. Eine DVGW-Studie kommt dagegen zu dem Ergebnis, dass durch den großtechnischen Einsatz von Power-to-Gas Anlagen mit einer Einspeisung ins Erdgasnetz ein „virtueller Stromtransport“ realisiert werden kann (Rückverstromung des Gases am Lastschwerpunkt). Dadurch ließe sich der Netzausbau im Übertragungsnetzbereich deutlich reduzieren.

Das zentrale Thema in den DVGW-Studien im Bereich der Gasnetze ist die Aufnahmekapazität des Erdgasnetzes für regenerative Gase (Wasserstoff aus PtG und Biogas). Insbesondere die Anhebung der Toleranzgrenzen für Wasserstoff auf 10 Vol.-% bedarf noch weiterer Untersuchungen, um die Auswirkungen dieser Gasbeschaffenheitsänderung auf die kritischen Komponenten wie z.B. Erdgas-Tanks, Gasturbinen und Speicherkavernen zu evaluieren. In den Studien des VDE wird das Gasnetz nicht weitergehend betrachtet.

3.3 Erzeugung

Das Themenfeld Erzeugung beinhaltet alle in den Studien behandelten Aspekte der Strom- und Wärmeerzeugung. Der Großteil der gemeinsamen Studieninhalte lässt sich mindestens einem der folgenden Schlagwörtern zuordnen: Dezentralisierung, Flexibilisierung und Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Aus den Studien lassen sich folgende gemeinsame Einschätzungen ableiten:

Das zukünftige Stromerzeugungssystem wird sowohl zentrale als auch dezentrale Elemente besitzen, die sowohl erneuerbare als auch fossile Energieträger verwenden. Neben den Erneuerbaren (insbesondere Windenergie und Photovoltaik) werden auch weiterhin konventionelle Kraftwerke benötigt. Diese müssen aufgrund der volatilen Einspeisung der Erneuerbaren jedoch deutlich flexibler betrieben werden als heute. Moderne, hocheffiziente Gas- und Dampfkraftwerke (GuD) können diese Anforderungen am besten erfüllen.

Die Vorteile von KWK-Systemen liegen insbesondere in der energetischen Gesamtbetrachtung von Strom- und Wärmeerzeugung. Die lokale Energiebereitstellung kann durch dezentrale KWK-Systeme optimiert werden, sofern ganzjährig ein ausreichender Wärmebedarf besteht. Kurz- bis mittelfristig wird Erdgas der Hauptenergieträger für KWK-Systeme bleiben, jedoch wird langfristig eine sukzessive Substitution durch regenerative Gase erfolgen (Wasserstoff, Bio-Methan etc.).

Unterschiede ergeben sich bei der Einschätzung der reinen Wärmeerzeugung. Während in den VDE-Studien mit einer zunehmenden Verbreitung von Elektrowärmepumpen gerechnet wird, werden in den DVGW-Studien hauptsächlich gasbasierten Heiztechnologien (z.B. Gaswärmepumpe) betrachtet.

3.4 Bedarf & Verbrauch

Die zukünftige Entwicklung des Strombedarfs unterliegt vielfältigen und teils gegenläufigen Einflussfaktoren. Der demographischen Entwicklung in Deutschland und der steigenden Effizienz von elektrischen Verbrauchern steht eine zunehmende Technisierung der Haushalte und Verbreitung von elektrischen Anwendungen gegenüber. Des Weiteren werden in einigen Sektoren die bisherigen Energieträger durch elektrische Energie substituiert (z.B. Elektrofahrzeuge, Elektrowärmepumpe).

Insgesamt gehen beide Verbände von einem im Wesentlichen gleichbleibenden Strombedarf aus - VDE-Studien sehen eine leichte Tendenz nach oben, DVGW-Studien eine leichte Tendenz nach unten.

Neben der weiteren Reduzierung des Strombedarfs durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen, ist die zeitliche Flexibilisierung des Strombedarfs eine wichtige Zukunftsaufgabe. Zusätzlich zu den Lastmanagementpotenzialen in Industrie, Handel und Gewerbe können auch elektrische Anlagen der Erdgasinfrastruktur (z.B. bivalente Verdichter oder Gasvorwärmanlagen) einen Beitrag im Lastmanagement leisten.

Beide Verbände teilen die Einschätzung, dass der zukünftige Energiebedarf für Heizwärme und Warmwasseraufbereitung rückläufig sein wird. Die Wärmebereitstellung hat einen signifikanten Anteil am Gesamtenergiebedarf und weist ein sehr großes Einsparpotenzial auf. Durch effizientere Heizungssysteme und bessere Wärmedämmung kann dieses Potenzial sukzessiv gehoben werden. Die Einsparung durch Wärmedämmung muss allerdings besser mit der KWK-Auslegung koordiniert werden, da eine Reduzierung des Wärmebedarfs auch die Wirtschaftlichkeit der KWK erheblich beeinflusst.

3.5 Marktdesign

Aufgrund der Fokussierung auf technische Themen der beiden Verbände spielt das Themenfeld Marktdesign bisher keine große Rolle. Außer einigen generellen Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaft finden sich in den Studien des DVGW keine Aussagen zum Design von Märkten. Der VDE veröffentlichte zwei Studien, die das Thema Marktdesign intensiver behandeln und folgende Kernaussagen herausarbeiten:

Die Marktintegration von Erzeugungsanlagen, die durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert werden, ist notwendig und durch eine sukzessive Anpassung des Förderinstruments mit dem Ziel einer Direktvermarktung der Anlagen zu erreichen. Dabei ist die Wahl des Förderinstruments (Festpreisvergütung, Quotenmodell, Marktprämienmodell, etc.) nicht entscheidend, sondern vielmehr die effiziente und kontinuierliche Anpassung an die Entwicklung der zu fördernden Technologien.

Eine Umgestaltung der Märkte erfordert die Definition neuer Marktrollen oder eine Verschiebung von Marktrollen zwischen Akteuren. Erste Untersuchungen befassen sich zudem mit dem Aufbau eines regionalen Flexibilitätsmarktes mit dem Ziel, den Ausbaubedarf des Verteilungsnetzes durch Marktanreize zu reduzieren.

4 Fazit und Ausblick

Die Untersuchung der Forschungsarbeiten des VDE und des DVGW im Rahmen dieser Meta-Analyse zeigt, dass die Sichtweisen der Verbände auf das Energiesystem der Zukunft in den wesentlichen Positionen übereinstimmen. Nur in Einzelpunkten ergeben sich spartenbezogene Ausprägungen.

Das hohe Maß an Übereinstimmungen in den Positionen ist eine wichtige Basis für spartenübergreifende Forschungsaktivitäten. Im nächsten Schritt sollen gemeinsam konkrete Forschungsvorhaben ausgestaltet und initiiert werden. Der Schlüssel zu einer erfolgreichen Energiewende und dem Energiesystem der Zukunft liegt zweifelsfrei in der Konvergenz und dem ganzheitlichen Denken von Strom- und Gasversorgung.