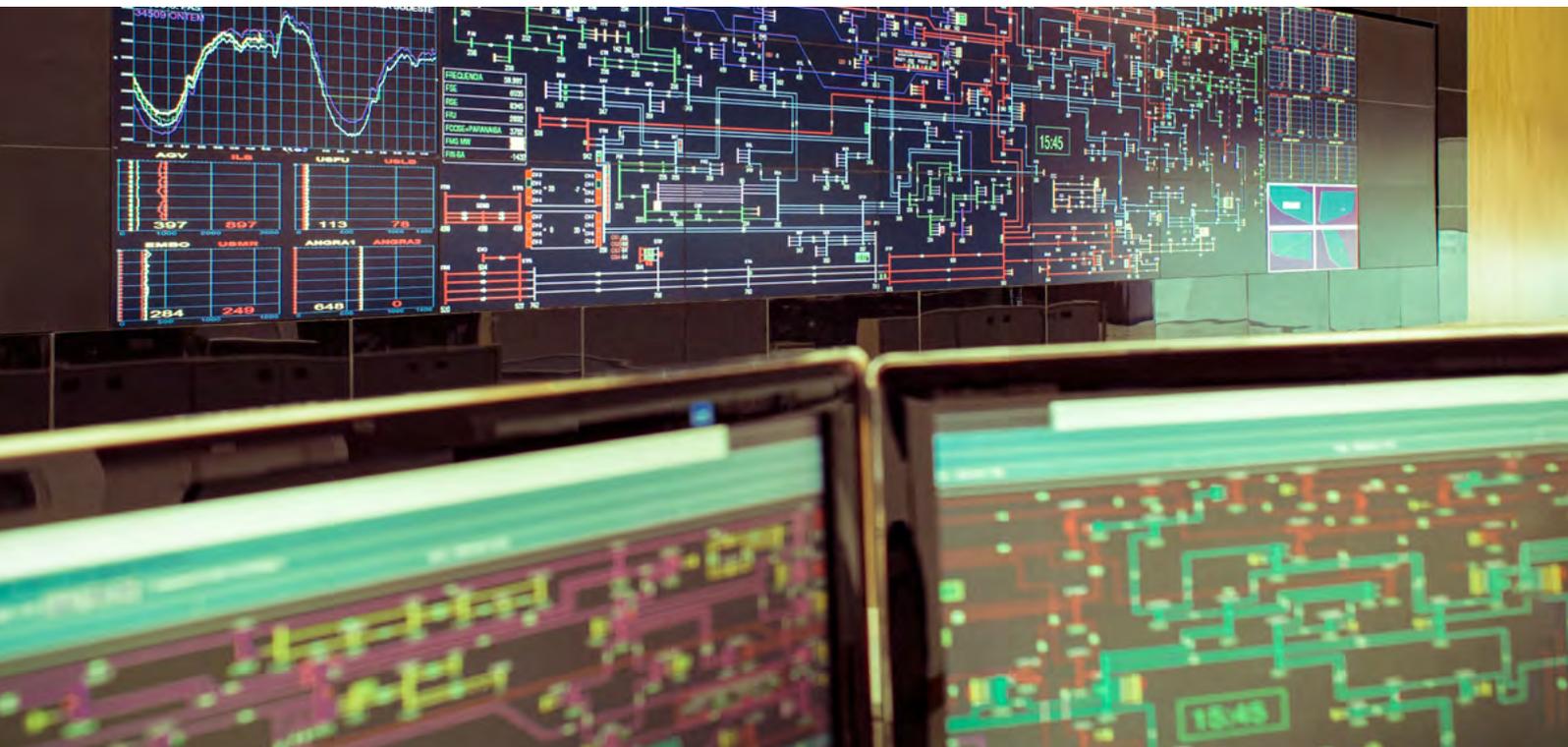




BDI

Bundesverband der
Deutschen Industrie e.V.



Prioritäten für die Energieforschung in Deutschland 2016

Empfehlungen für eine wettbewerbsorientierte
Technologie- und Standortpolitik
in Zeiten der Energiewende

Vorwort

Kraftwerke, Windkraftanlagen, Netztechnologien, Technologien für die Energienutzung – dies alles bietet die deutsche Industrie und noch viel mehr. Gerade wenn es um den Auf- und Umbau der energietechnischen Infrastruktur weltweit geht, sind unsere Unternehmen führend. Und auch mit Blick auf die Herausforderungen der Zukunft ist die deutsche Industrie gut aufgestellt.

Richtig ist aber auch: Der Heimatmarkt der Energiewende ist anspruchsvoll und fordert die Unternehmen. Die Energiewende – als Labor im Industriemaßstab – kann dafür sorgen, dass nicht nur die Anbieter und Nutzer von Energietechnik einen möglichen Startvorteil im sich intensivierenden internationalen Wettbewerb haben. Im Zuge des Umbaus des Stromsystems müssen auch industrielle Verbraucher veränderte Anforderungen erfüllen. Eine an das fluktuierende Stromangebot angepasste, flexible Produktion erscheint notwendig. Wo technisch und prozessual sinnvoll, können Energieeffizienzmaßnahmen Kostensteigerungen aufgrund steigender Umweltaforderungen oder hoher Energiepreise abfedern. Viele Branchen – zum Beispiel Automobilbau oder chemische Industrie – können noch deutlicher zu einem Akteur in der Energiewelt von morgen werden.

Forschung, Technologieentwicklung und Innovation im Rahmen der Energiewende müssen daher auch weiterhin mit hoher Priorität vorangetrieben werden, sind sie doch jetzt und in absehbarer Zukunft Grundlage für Wachstum und Erfolg der deutschen Industrie. Die Forscher, Ingenieure und Produktentwickler in der Industrie suchen aus eigenem Interesse ständig nach Antworten auf die neuen Herausforderungen. Insbesondere bei langfristigen, risikoreichen Technologieentwicklungen und bei Vorhaben, die nur technologie- und branchenübergreifend implementiert werden können, braucht die Wirtschaft jedoch die Unterstützung des Staates.

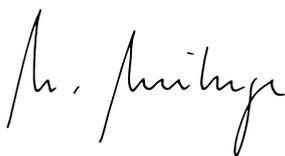
Forschungsstandorte sind das unverzichtbare Fundament für eine wertschöpfende industrielle Produktion in der Folge.

Der weltweite Wettbewerb um diese Forschungsstandorte für nachhaltigere und effizientere technologische Lösungen ist deshalb intensiv. Eine nachlassende staatliche Forschungsförderung oder gar ein Absenken hinter den Stand anderer Nicht-EU-Länder würde zu erheblichen Wettbewerbsnachteilen deutscher und auch europäischer Unternehmen und Forschungseinrichtungen führen. Sowohl die angewandte Forschung als auch insbesondere Forschung in der Demonstrationsphase müssen dabei stärker als bisher ermöglicht werden. Es gilt, die öffentlichen Mittel als Ergänzung zu den Aufwendungen der Unternehmen insgesamt weiter deutlich zu erhöhen und mit verbesserter Effektivität einzusetzen.

Der BDI formuliert daher zum zweiten Mal nach 2011 forschungspolitische Positionen und technologische Prioritäten. Die konsequente Bearbeitung der hier aufgezeigten prioritären Forschungs- und Technologiefelder wird dazu beitragen, die Energiewende zielgerichtet und effizient umzusetzen und zugleich die Position der deutschen Industrie auf den weltweiten Märkten zu stärken. Aus 27 Technologiefeldern hat der BDI zehn besonders förderungswürdige Themen identifiziert, von denen wir uns eine hohe Effektivität für die weitere Gestaltung der Energiewelt von morgen versprechen. Besonders wichtig dabei ist für uns die mögliche Hebelwirkung staatlicher Forschungsförderung. Diese muss vorrangig dazu dienen, in heute noch unrentablen aber chancenreichen Bereichen privatwirtschaftliche Aktivitäten anzustoßen und zu ergänzen. Angesichts begrenzter öffentlicher Mittel ist aus unserer Sicht eine Priorisierung derjenigen Themen angezeigt, die von staatlicher Unterstützung in besonderem Maße profitieren.

Wir sind überzeugt: Eine strategisch ausgerichtete Energieforschungspolitik stärkt das Industrieland Deutschland und ergänzt als technologische Basis die Ziele der Energiewende und ihre Umsetzung.

Wir wünschen Ihnen eine spannende und erkenntnisreiche Lektüre.



Dr. Udo Niehage
Konzernbeauftragter Energiewende der Siemens
AG und Vorsitzender des BDI-Arbeitskreises
Energieforschung/Energietechnologien



Holger Lösch
Mitglied der Hauptgeschäftsführung
Bundesverband der Deutsche Industrie e. V.

Trends von morgen für Forschungsprioritäten von heute

Die Industrie im Umfeld sich rapide entwickelnder Energiemärkte

Beim Klimagipfel in Paris verständigte sich die Welt darauf, ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts netto keine Treibhausgasemissionen mehr zuzulassen. Ziel ist es, die globale Erwärmung auf weniger als 2 °C zu begrenzen. Zur gleichen Zeit sank der Ölpreis mit weniger als 30 \$ je Barrel in eine Preiskategorie, die zum letzten Mal 2004 auftrat. 2015 sah zudem weltweit mit rund 330 Mrd. Dollar einen neuen Rekord bei den Investitionen in erneuerbare Energien. Der Kapazitätszubaue bei Wind und Solar entsprach so dem aller anderen Stromerzeugungsarten zusammen. In Deutschland erhöhten der weitere Zubau und günstige Witterungsbedingungen den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf nun 32,5 %. Diese Beispiele zeigen, dass die Energiewirtschaft sich in einem großen Umbruch befindet. Diese Dynamik beeinflusst auch die mit der Energiewirtschaft eng verbundenen Industriezweige.

Für die deutsche Industrie kristallisieren sich entscheidende Trends auf europäischer und globaler Ebene heraus – auch mit Blick auf die Forschungsprioritäten. Es ist dabei primär der globale Absatzmarkt für energie-technische Produkte und Lösungen, der die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen der deutschen Industrie antreibt.

- Der Energiehunger der Welt wird weiter ansteigen. Laut Internationaler Energieagentur wird sich so auch der Stromverbrauch bis zum Jahr 2035 im Vergleich zu heute um rund 70 % erhöhen.

- Die erneuerbaren Energien werden einen immer größeren Anteil dieses Energiehunger decken können. Ihre Verbreitung wird jedoch vor allem in den OECD-Staaten mit veränderten Anforderungen an Netze, Speichertechnologien und an das Energiesystem insgesamt einhergehen.
- Durch Elektromobilität, Fortschritte bei den Energiespeichertechnologien (für Strom, Wärme oder Zwischenprodukte unterschiedlicher Art) sowie der Digitalisierung und die auch dadurch mögliche engere Kopplung der Verbrauchssektoren wird der Anteil der elektrischen Energie in allen Teilen des Gesamtenergiesystems überproportional zunehmen. Der Informations- und Kommunikationstechnik kommt eine entscheidende Bedeutung zu. Sie wird zum „enabler“ des Wandels.
- An verminderten Emissionen der fossilen Energiewirtschaft führt kein Weg vorbei. Zusätzlich zum Ausbau der erneuerbaren Energien werden nachhaltigere Fördermethoden bei Öl und Gas, effizientere Kraftwerke und Übertragungstechniken sowie Technologien und Prozesse zur Abscheidung und industriellen Nutzung von Treibhausgasen notwendig sein.

Technologieanbieter und Industrieunternehmen müssen sich auf diese Trends ein- und ihre Produkte und Prozesse auf die Realitäten von morgen umstellen. Staatliche und private Energieforschungsprogramme müssen eine Antwort auf diese Trends finden.

„Prioritäten der Energieforschung“ - Auftrag, Ansatz und Adressaten

Eine nachhaltigere und effizientere Energie- und Industrietechnik sind in Anbetracht dieser Trends Schlüsselkomponenten für eine auch zukünftig wettbewerbsfähige deutsche Industrie. Diese fokussiert daher im eigenen Interesse ihre Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen. Die Unternehmen befinden sich bei der Entwicklung von Lösungen aber zunehmend in einem globalen Wettstreit, der in vielen Ländern mit wettbewerbsverzerrenden Bandagen geführt wird. Die Nichtbeachtung von Patentrechten und geistigem Eigentum ist nur ein Problem. Großzügige Forschungssubventionen oder gar vom Staat protegierte Unternehmen komplexieren das Bild. Es ist daher für die deutsche und die europäische Industrie unumgänglich, technologisch immer einen Schritt voraus zu sein.

Hier ist auch die staatliche Forschungsförderung gefragt. Es ist gut, dass über die letzten zehn Jahre die Ausgaben des Bundes für Energieforschung nahezu verdoppelt wurden. Die im Vergleich mit anderen Wettbewerbern immer noch kleinen Budgets für die Energieforschung und insbesondere für die Energieforschung in der Industrie müssen weiter und unter stabilen Rahmenbedingungen erhöht werden. Im Verbund in gemeinsamen Clustern zwischen der öffentlichen Hand und der Privatwirtschaft können Forschungsanstrengungen fruchten.

Mit Blick auf die spezifischen Herausforderungen der zukünftigen Energiewelt empfiehlt sich dabei ein zielgerichteter und strategischer Ansatz. In Anbetracht begrenzter öffentlicher Mittel ist eine Priorisierung auf technologische Kernthemen notwendig. Basis für die Auswahl der in diesem Positionspapier zu bewertenden

Technologien ist die Vorgängerversion aus dem Jahr 2011. Die damals 31 bewerteten Technologie- und Themenfelder aus allen maßgeblichen energietechnischen Bereichen wurden auf 27 reduziert. Anschließend wurden die Technologiefelder gegeneinander anhand der Kriterien „Nutzen der Technologie“, „F&E-Effektivität“, „Wirtschaftliche Bedeutung für den Standort Deutschland“ und „Gesellschaftliche und Politische Akzeptanz“ bewertet. Das Ranking 2016, die methodische Vorgehensweise inklusive einer detaillierten Beschreibung der Kriterien, eine steckbriefartige Auflistung der jeweiligen Forschungs Herausforderungen im jeweilig priorisierten Themenfeld, wie auch eine Übersicht über die wichtigsten Verschiebungen zur Vorversion finden Sie auf den nächsten Seiten.

„Prioritäten der Energieforschung 2016“ richtet sich vor allem an die bei der Energieforschung federführenden Ressorts der Bundesregierung, die der BDI in ihrem eingeschlagenen Kurs bestärken möchte. Die Industrie empfiehlt der Bundesregierung, die in dieser Broschüre identifizierten Schlüsseltechnologien zu priorisieren. Auch richtet sich die Publikation an die Verantwortungsträger auf Ebene der Bundesländer und in der (außer-)universitären Forschungslandschaft, die wichtige Partner der Industrie sind. Schließlich empfehlen wir die Lektüre Entscheidungsträgern auf der europäischen Ebene. Nicht nur ist Energieforschung und Technologieentwicklung ein erklärtes Standbein der von der EU 2015 lancierten Energie-Union. Europa hat sich ein auch in Krisenzeiten notwendiges Ziel der Reindustrialisierung von 20 % an der Bruttowertschöpfung bis bereits 2020 gesetzt. Forschung und Entwicklung in Schlüsseltechnologien von morgen sind Grundvoraussetzungen für das Erreichen dieses Ziels.

Methodik, Veränderungen zur Vorversion

Technologieauswahl 2016 gegenüber 2011 nur leicht verändert

„Prioritäten der Energieforschung 2016“ orientiert sich inhaltlich und methodisch eng an der Vorgängerversion aus dem Jahr 2011. Kernbestandteil ist eine Bewertung der aufgeführten Energietechnologien/Technologiefelder anhand der auf Seite 9 aufgelisteten Kriterien. Sowohl die Bestimmung der relevanten Kriterien als auch die Technologieauswahl erfolgte zum Jahreswechsel 2015/2016 durch den BDI Arbeitskreis Energieforschung & Energietechnologien (die Mitglieder der Redaktionsgruppe finden Sie im Impressum). 2011 wurden die Technologien noch in enger Anlehnung an die BMWi-Studie „Energietechnologien 2050“ bestimmt. Da die Energiewirtschaft ein sehr langfristiges Geschäftsfeld ist und es Jahrzehnte dauern kann bis neue technologische Entwicklungen in den Markt eintreten, hat sich die Technologieauswahl 2016 nicht dramatisch verändert. Abgedeckt werden alle Bereiche der Gewinnung, Umwandlung, Speicherung, Transport und Nutzung von Energieträgern. Im Vergleich zur ersten Version wurden in Teilen neue Themen (Fracking, Sektorkopplung, Stoffnetze) aufgeführt und bewertet. Ebenfalls wurden Technologiefelder umgruppiert, umbenannt oder aufgeteilt (Energiespeicher-Technologien, Mobilitätstechnologien, Nukleartechnik, CCS/CCU, weitere).

Qualitative Bewertung basiert auf Expertengesprächen innerhalb der Industrie

Die individuelle Bewertung in den einzelnen Dimensionen erfolgt auf einer Skala von 1 – 5 (- bis +). Ein „+“ der Photovoltaik (PV) beim Kriterium „Klima- und Umweltschutz“ bedeutet beispielsweise, dass der Technologie qualitativ vom Arbeitskreis eine sehr hohe Bedeutung für die Dimension Klima- und Umweltschutz auf globaler Ebene zugesprochen wird. Die Bewertung resultiert dabei aus einem qualitativen Vergleich gegenüber den anderen aufgeführten Technologiefeldern. Das Technologiefeld „hocheffiziente/flexible Kraftwerke, KWK“ erhält beispielsweise hingegen nur eine hohe Bedeutung in dieser Dimension, da die CO₂-Emissionen bei der Stromerzeugung lediglich verringert aber nicht komplett reduziert werden. Auch bewertet der BDI Technologien, die für sich – isoliert betrachtet – kein CO₂ einsparen. Neue und bessere Netztechnologien zur Stromübertragung sind jedoch die Grundvoraussetzung für eine Integration der erneuerbaren Energien in einem Industrieland, weshalb diesem Technologiefeld als „enabler“ durchaus eine hohe Bedeutung in der Dimension „Klima- und Umweltschutz“ zugebilligt werden kann.

Sonderstellung des Themas „IKT“ auch grafisch hervorgehoben

Eine Sonderstellung nimmt in dieser Version das Thema „Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)/ Digitalisierung“ ein. 2011 wurde dieses Themenfeld nur als „smart grids“ aufgeführt. Mittlerweile ist klar geworden, dass „IKT“ weitaus mehr als diese Anwendung beinhaltet. Im Diagramm auf der folgenden Seite taucht das Themenfeld daher als umfassende „Bubble“ auf. Der BDI-Arbeitskreis misst der Einführung von „IKT“ als Schnittstellentechnologie in nahezu allen Technologiefeldern eine sehr hohe Bedeutung zu. Folglich muss auch hier ein Forschungsschwerpunkt liegen. Auf Seite 8 finden Sie daher auch eine ausführlichere Beschreibung des Technologiefeldes und der relevanten Forschungs- und Entwicklungsfragen in diesem Bereich.

Auswahl und Gewichtung der Kriterien reflektiert veränderte energiepolitische Debatte

Im Anschluss an die individuelle Bewertung wurden die Dimensionen zu einem Gesamtwert für die Technologie summiert. Dabei haben die unterschiedlichen Kriterien unterschiedliche Gewichte erhalten, die sich von der Vorgängerversion unterscheiden.

F&E-Effektivität

(neues Gewicht 30 %, 2011: 20 %)

Wirtschaftliche Bedeutung für Deutschland

(neues Gewicht 25 %, 2011: 30 %)

Gesellschaftliche & politische Akzeptanz/Relevanz

(neues Gewicht 20 %, 2011: 10 %)

Nutzen der Technologie

(neues Gewicht 25 %, 2011: 40 %)

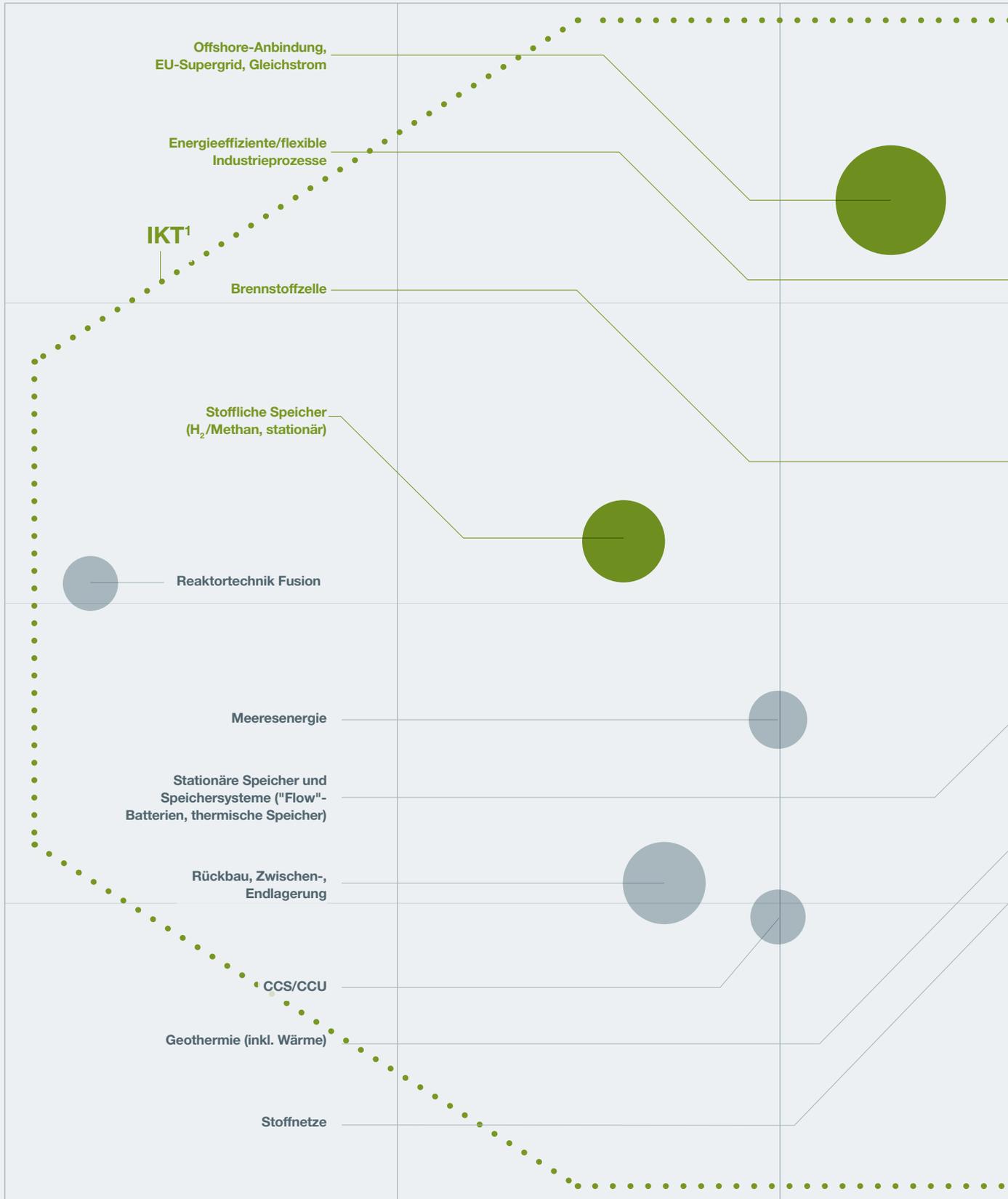
Der BDI nimmt damit auch Rücksicht auf gesellschaftliche Entwicklungen. So wurde „die gesellschaftliche & politische Akzeptanz/Relevanz“ um 10 Prozentpunkte aufgewertet. Wie im Vorwort erwähnt, erhält die F&E-Effektivität mit 30 % das höchste Einzelgewicht. Dieses unterstreicht die Notwendigkeit, dass staatliches Geld vor allem dort ausgegeben werden soll, wo es den höchsten Hebeleffekt hat. Dies ist vor allem dort der Fall, wo private Unternehmen aufgrund von Risikoerwägungen möglicherweise vor Investitionen zurückschrecken.

Wesentliche Veränderungen zur Vorversion

Nicht nur die technologische Entwicklung erhält innerhalb von fünf Jahren neue Impulse. Auch gesellschaftlich, wirtschaftlich und politisch gibt es Veränderungen gegenüber 2011. „*Prioritäten der Energieforschung 2016*“ priorisiert so im Vergleich das Themenfeld „*Multimodale Systeme/Sektorkopplung*“ höher. Dies ist vor allem der sich schneller als erwartet vollziehenden Durchdringung des Strommarkts mit erneuerbaren, fluktuierenden Energien geschuldet. Diese sind auch zunehmend eine Herausforderung für die Strom verbrauchende Industrie, so dass Forschung bei „*energieeffizienten und flexiblen Industrieprozessen*“ wichtiger wird. Neben der „*E-Mobilität (inkl. Batterie)*“ erfahren auch weitere Technologien, die ebenfalls für die Integration der erneuerbaren Energien in Deutschland aber auch weltweit wichtiger werden, eine Aufwertung. Forschung im Bereich der „*stofflichen Speicher (H₂/Methan, stationär)*“ und bei Speichertechnologien insgesamt muss daher weiter priorisiert werden. Auch Netztechnologien bleiben wie schon in der Vorversion bedeutend für Versorgungssicherheit und Wertschöpfung. Gerade so schafft es 2016 die „*PV*“ in die Priorisierung. Die wirtschaftliche Bedeutung des Sektors ist zwar im Vergleich zu 2011 gesunken. Dennoch bleibt die Technologie aufgrund der Forschungscluster und des großen globalen Potenzials weiter priorisiert. Eine genauere Beschreibung der jeweiligen Forschungsthemen finden Sie im entsprechenden „*Steckbrief*“ in der aufklappbaren Tabelle.

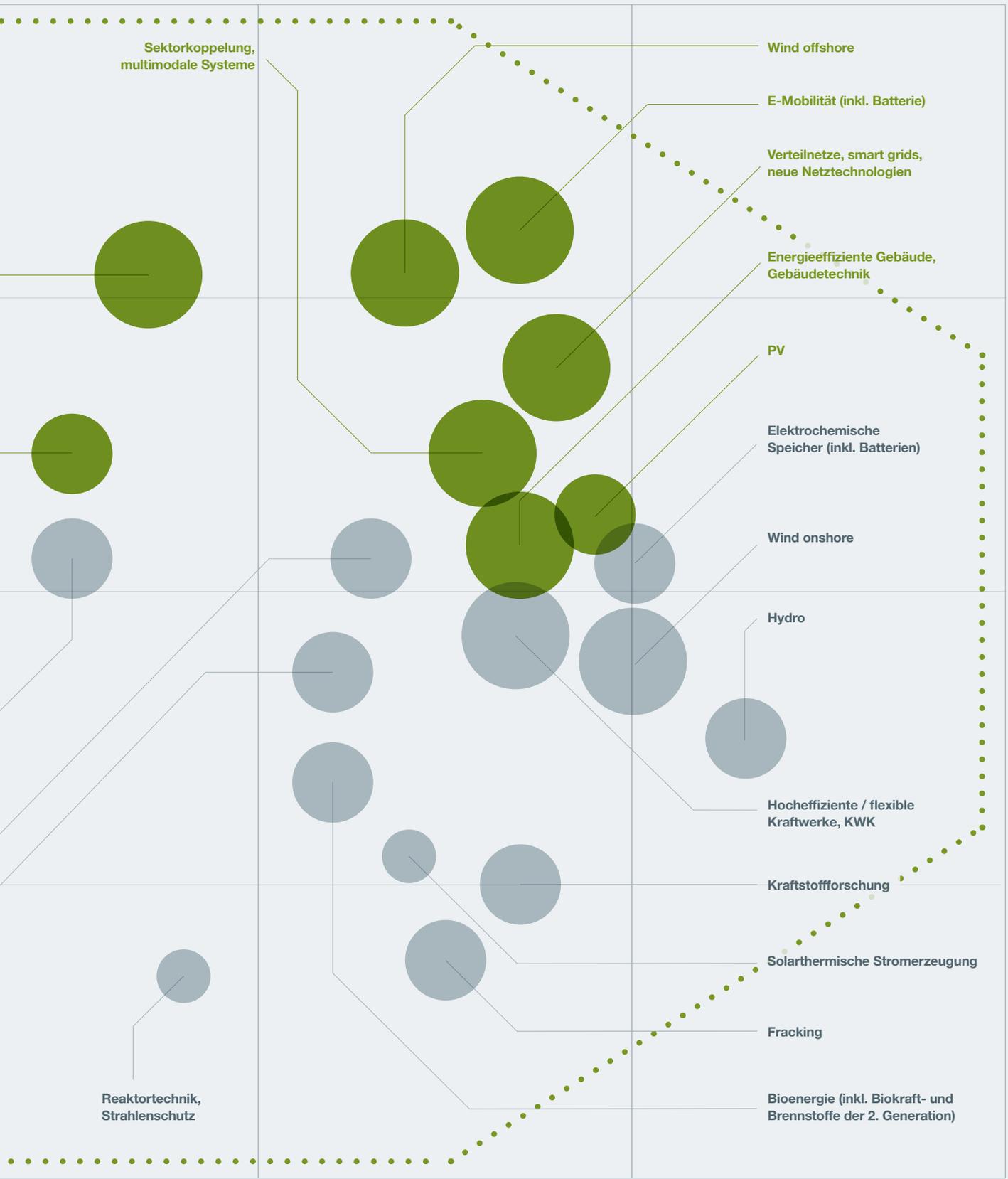
Einige Technologien werden jedoch auch minder priorisiert. Darunter fallen „*CCS/CCU*“, „*energieeffiziente und flexible Kraftwerke*“ und die „*solarthermische Stromerzeugung*“. Entweder hat sich das politische Klima/ die Akzeptanz für diese Technologien entschieden verschlechtert oder aber die fortschreitende Kommerzialisierung (Kraftwerke) bei Schlüsselthemen führt zu einer geringeren F&E-Effektivität. Die Auswahl der zehn prioritären Themen der Energieforschung ist dabei jedoch nicht als absolut zu sehen. Auch erfolgen die Empfehlungen zur Energieforschung aufgrund der zuvor aufgelisteten Kriterien. Nichtsdestotrotz kommt auch einigen nicht priorisierten Themen, beispielsweise „*hocheffizienten Kraftwerkstechnologien*“ und „*CCS*“, unter Wertschöpfungs- und Klimaschutzaspekten eine hohe Bedeutung zu. Die größten Baustellen für die Zukunft liegen dabei jedoch nicht (mehr) im Bereich der Energieforschungs- und Innovationspolitik.

Gesamtbewertung* ↑



* Neue Gewichtung: F&E-Effektivität mit 30 %, „Nutzen der Technologie“ mit 25 %, „wirtschaftliche Bedeutung“ mit 25 %, „Sonstiges/Akzeptanz“ mit 20 %

¹ Elemente der Digitalisierung durchdringen sämtliche Bereiche der Energiewelt von morgen. Digitalisierung ist als Schnittstelle ein sektorübergreifendes Forschungsgebiet und wird daher umfassend mit einer gepunkteten Linie dargestellt.



Marktreife →

 Für staatliche Forschungsförderung priorisierte Technologien/Prozesse

 Größe der Blase reflektiert wirtschaftliche Bedeutung des Technologiefeldes für den Standort Deutschland

Beschreibung der Technik / des Technologiefeldes	Wesentliche Punkte zur Bewertung / wesentliche Forschungsfelder
Offshore-Anbindung, EU-Supergrid, Gleichstrom	Grundvoraussetzung für die europaweite Integration der erneuerbaren Energien im Stromsektor. Hohe Bedeutung für Klima- und Umweltnutzen, Versorgungssicherheit und den Industriestandort bei gleichzeitig hoher F&E-Effektivität. Positive Bewertung bei Akzeptanz und politischer Relevanz.
Gleichstrom	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung bestehender, marktnaher Technik - Effizienzsteigerung bei Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) - Multiterminal und DC-Netze und deren Komponenten - Direkte DC/DC Spannungswandlung
Leistungselektronik	- Dringend notwendige Technologien zur Aufrechterhaltung der Spannungs- und Frequenzstabilität, Schaffung von Alternativen für die netzstabilisierenden Eigenschaften von Generatoren in Großkraftwerken
Offshore Anbindung	- Komplexität- und Kostenreduktion des Strompfades vom Windpark bis zum Netzanschlusspunkt, Demo für neues Anbindungskonzept von Offshore-Windparks in Planung
E-Mobilität (inkl. Batterie)	Hohe F&E-Effektivität, hohe wirtschaftliche Bedeutung für den Standort Deutschland. Politische und gesellschaftliche Akzeptanz sehr hoch. Positiver Beitrag zu Umwelt- und Kundennutzen.
	<ul style="list-style-type: none"> - Flächendeckende, nachhaltige Implementierung der Elektromobilität zur Erreichung der Klimaziele notwendig, mangelnde Reichweiten und hinter den Erwartungen der Nutzer bleibender Ladekomfort Haupthindernisse für größere Akzeptanz und Marktdurchdringung - Entwicklung künftiger Batteriesysteme sowie deren Leistungsdaten für höhere Zuverlässigkeit, Lebensdauer, Qualität und Sicherheit - Schwerpunkt der Forschung auf Energiespeichertechnologien, welche für den Einsatz in Plug-in-Hybridfahrzeugen (PHEV) und rein batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen (BEV) bis 2030 am aussichtsreichsten gelten - Lithium-basierte (3. Generation) und nicht Lithium-basierte Energiespeichertechnologien, Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie als Referenztechnologie (Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle schon mit höherer Energiedichte als Lithium-basierte Batterien) - Optimierung der Energiedichten bei Festkörper-Batterien, aber auch für zukünftige Kathodenmaterialien - Erforschung und Weiterentwicklung von Ladetechnologien, Optimierung von Schnittstellen und Erreichen größtmöglicher Energieeffizienz beim Laden bis hin zur Entwicklung intelligenter Geschäftsmodelle
Energieeffiziente flexible Industrieprozesse	Hohe F&E-Effektivität, große Bedeutung für energieintensive Industrien in Deutschland, effiziente CO₂-Vermeidung.
Energieeffiziente Industrieprozesse	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Konzepte und Verfahrensentwicklungen, modulare Verfahren, Mikroreaktoren - Kombinierte Produktions- und Trennverfahren - katalytische Verfahren (homo-, heterokatalytisch)
Flexible Industrieprozesse	<ul style="list-style-type: none"> - Prozesse mit elektrischen Energieeintrag, Elektrifizierung von batch-Prozessen - Elektrochemische Prozesse - Weiterentwicklung und Implementierung von Verfahren zur Nutzung von H₂ als Plattformchemikalie (Methanol-Synthese, Hydrierungen und Synthesegas-Erzeugung) - Elektrolyseverfahren, Verfahren zur Herstellung und Nutzung von H₂ auf Basis von regenerativem Strom (z. B. Lichtbogen-Technologien), Luftzerlegung, Industrial-Smart-Grids) - Zentrale/dezentrale Power to heat-Verfahren, Verfahren zu „Power to Steam/Gas to Power“ - Effiziente flüssig-flüssig Trennverfahren, Membran-Trennverfahren, Gastrennverfahren
Wind offshore	Windenergie auf See als weitere Säule für die zuverlässige Versorgung mit erneuerbarer Energie in Deutschland und Europa. Kennzeichnend: eine hohe Effizienz und über 4.000 Jahresvolllaststunden. Hoher Klima- und Umweltnutzen, hohe F&E-Effektivität. Zusätzlich hohe Bedeutung für den Standort bei hoher politischer Relevanz.
	<ul style="list-style-type: none"> - Lange Projektrealisierungszeiten und anspruchsvolle Technik erfordern stabilen und langfristig ausgelegten politischen Rahmen, weitere Kostensenkungen durch Forschung und Entwicklung von zentraler Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der Technologie - Entwicklungsschwerpunkte vor allem in Neu- und Weiterentwicklungen von Gründungsvarianten und -verfahren bzw. verbesserten Konzepten für die Gründungsstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen - Weiterentwicklungen bei der Simulation und Validierung von hydrodynamischen Lasten und Untersuchungen zu Lastsimulationen im Zusammenhang mit weiteren Umgebungsvariablen (Boden, Wellen etc.)
Verteilnetze, smart grids, neue Netztechnologien	Hohe wirtschaftliche Bedeutung für den Standort Deutschland. Hohe Bewertung in der Dimension „gesellschaftliche & politische Akzeptanz/ Relevanz“.
Gleichstromnetze	<ul style="list-style-type: none"> - In Verbindung mit Leistungselektronik verbesserte Integration von Batterie und verteilter Erzeugung, z. B. PV - Noch frühes Entwicklungsstadium; industrielle Umsetzung bis 2025 gering und auf kleinere Netzgrößen (Microgrid) limitiert
Leistungselektronik	- Verbesserung der netzdienlichen Stromrichterfunktionen, durch die hohe Verbreitung im Bereich dezentrale/verteilte Einspeisung Einsparpotenzial beim Netzausbau
IKT	- Verbesserte Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit des Energieflusses durch Informations- und Kommunikationstechnik, hohes Einsparpotenzial bei Netzausbau durch bessere Ausnutzung der bestehenden Übertragungskapazität
Micro Grids	- Kleinteiliges Energiemanagement zur Schaffung von miteinander kommunizierenden Energiezellen, frühes Entwicklungsstadium; Einsparpotenzial bei übergeordnetem Regelenenergiebedarf und Verbesserung der Resilienz
Sektorkopplung multimodale Systeme	Sektorkopplung: Zunehmende Verflechtung zwischen den Sektoren Elektrizität, Wärme und Mobilität. Notwendig, um durch zunehmend erneuerbare Elektrifizierung eine weitere Dekarbonisierung der Energienutzung voranzutreiben. Sektorkopplung auch durch erneuerbar hergestellte Energieträger (z. B. Wasserstoff, Methanol), die für die Dekarbonisierung nicht elektrifizierbarer Endenergienutzung (Langstreckenmobilität: Flug, Schiff, Straße) erforderlich sind. Hoher Klima- und Umweltnutzen, hohe Bedeutung für den Standort Deutschland.

Beschreibung der Technik / des Technologiefeldes	Wesentliche Punkte zur Bewertung / wesentliche Forschungsfelder
	<ul style="list-style-type: none"> - Sektorkopplung: Neben Power-to-Heat (Wärmepumpe, E-Heizer) und Power-to-Gas/Fuel Anwendungen (Elektrolyse, Methanolsynthese, Brennstoffzellen) auch die Elektromobilität/PHEVs - Bestimmung (ggf. durch interdisziplinäre Untersuchungen) einer sinnvollen Reihenfolge der Elektrifizierung weiterer Sektoren unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren (Ökonomie, Ökologie, Akzeptanz etc.) - Untersuchung der Auswirkungen der Sektorkopplung auf die einzelnen Sektoren - Untersuchung der Rückwirkungen auf die notwendige gesicherte Kraftwerksleistung bei zunehmender Elektrifizierung des Wärmemarktes - Abschätzung wirtschaftlich nutzbarer negativer Residuallasten (auch Schwankungen über Jahre und deren örtliche Ausprägung, Rolle von „Überschussstrom“) - Vergleich verschiedener erneuerbar hergestellte Energieträger (Wasserstoff, Methanol, Methan) hinsichtlich ihrer Eignung zur Dekarbonisierung weiterer Sektoren (Langstreckenmobilität: Flug, Schiff, Straße; Langzeitspeicher; Industrie) - Erstellung von Empfehlungen für die Überarbeitung von regulatorischen Anreizen für/gegen eine Sektorkopplung in Deutschland - Bewertung der Auswirkung der Sektorkopplung auf Verteil- und Übertragungsnetze - Untersuchung der Möglichkeiten zur Etablierung eines Zugangs für Verbraucher und Industrie zum Strombörsenpreis (für den Gebäudebereich und darüber hinaus)
Brennstoffzelle (BZ)	<p>BZ gewinnen elektrochemisch aus Wasserstoff Strom und Wärme. Vorteile: hoher elektrischer Wirkungsgrad, wenig Schadstoffe und Kohlendioxidemissionen. Breiter Einsatz: Autos, dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung. Vielzahl von Technologien: Nieder- und Hochtemperatur Polymerelektrolyt-BZ, Phosphorsäure-BZ, Schmelzkarbonat BZ, Festoxid BZ. Technologische Entwicklung in den letzten fünf Jahren durchlaufen, so dass wirtschaftliche Bedeutung heute höher bewertet. Stärkung der technologischen Position von Anlagen-, Automobil-, Elektro- und Chemie-Industrie.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung als Voraussetzung für die erfolgreiche Markteinführung notwendig - Breite, kostengünstige Wasserstoff-Versorgung - Verbesserte Zuverlässigkeit und Lebensdauer - Reduzierung der Systemkomplexität und -kosten - Verbesserte, kostengünstige Kernkomponenten wie Katalysatoren, Membran und Elektroden - Untersuchung der Möglichkeiten zur Verbesserung des Wirkungsgrads und zur Minderung der Investitionskosten von Brennstoffzellen zum Einsatz im Gebäudebereich
Photovoltaik (PV)	<p>Deutschland mit weltweit führenden Clustern in der PV-Forschung und im Maschinen und Anlagenbau. Wirtschaftliche Bedeutung jedoch aufgrund der schwierigen Wettbewerbssituation in der Endmontage gesunken. Weltweit hohe Bedeutung der PV für Klima- und Umweltschutz. Hohe Werte bei Akzeptanz und politischer Relevanz. Ziele für die Energieforschung: Effizienzsteigerung, Kostensenkung, Erhöhung der Lebensdauer, Einsatz von weniger und nachhaltigeren Ressourcen.</p>
Zielgerichtete Material- und Technologieentwicklung von Farbstoff- und Perowskitzellen sowie organische Zellen	<ul style="list-style-type: none"> - Verbesserung des Photonenmanagements bei bestehenden Techniken (z. B. kristalline Zellen) - Tandem- und Konzentratoren-Zellkonzepte - Photokatalysezellen zur direkten Herstellung von Wasserstoff aus Sonnenlicht und Wasser - Dünnschichtzellen (Reduktion von Materialmengen, Vermeidung von kritischen Materialien)
Verbesserte Modultechnologie	<ul style="list-style-type: none"> - Kapselung der Module - Integration in bauliche Strukturen - Recycling und Verwertung
Systemintegration von PV	<ul style="list-style-type: none"> - Systemoptimierung inklusive multifunktionaler PV Wechselrichter mit hoher Zuverlässigkeit, Lebensdauer und der Möglichkeit zu erweiterten Systemdienstleistungen (Netze und Erzeugung) - PV-Systeme mit Batteriespeichern und deren Netzintegration (u. a. Eigenverbrauchsoptimierung, Systemdienstleistungen)
Stoffliche Speicher (H₂ /Methan, stationär)	<p>Umwandlung von „Überschussstrom“ in Wasserstoff, Methan oder andere Kohlenwasserstoffe zur Speicherung und Rückverstromung oder zur weiteren Verwendung im Wärme- oder Verkehrssektor. Bekannte Technologien, derzeit jedoch unwirtschaftlich. Hohe Investitionskosten, niedrige Vollbenutzungsstunden (Vbh) bei Nutzung fluktuierender erneuerbarer Energien. Hohe F&E-Effektivität, hohe politische Relevanz.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlagenforschung: Elementarprozesse der Elektrolyse - Angewandte Forschung: Reduktion Investitionskosten, wirtschaftlicher Betrieb mit schwankender Last, hohe Lastwechselfestigkeit
Energieeffiziente Gebäude	<p>40 Prozent des Primärenergieverbrauchs im Gebäudebereich. Beachtliche Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bei großem Nutzen für Klimaschutz und Ressourcenschonung. Großer wirtschaftlicher Nutzen bei hoher politischer Relevanz.</p>
Netzinfrastruktur für kosteneffizienteren Einsatz von Gebäudetechnik	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung eines Strompreis-Informations- und Signalsystems. Implementierung in das Elektrizitätsnetz. Ermöglicht dem Verbraucher einen kosten- und energieeffizienteren Einsatz der Gebäudetechnik
Hybride Energie-Systemen für den Gebäudebereich	<ul style="list-style-type: none"> - Weiterentwicklung und Verbesserung von hybriden Energiesystemen zur Nutzung fossiler Wärmesysteme (z. B. Brennwerttechnik) als auch strombasierter Wärmesysteme (z. B. Wärmepumpen)
Erforschung und Weiterentwicklung von Hochleistungswerkstoffen für den Gebäudebereich	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung der Möglichkeiten, wie einzelne Materialien und verschiedene Materialien in Kombination mit besonderer Dämmwirkung bzw. besonderem Mehrwert eingesetzt werden können - Weiterentwicklung der Recyclingfähigkeit und der Ressourceneffizienz von Bau- und Werkstoffen im Gebäudebereich
Digitalisierung im Gebäudebereich	<ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung und Definition von Standards und Entwicklung standardisierter Lösungen für die Überbrückung der Schnittstellen zwischen Planung, Fertigung und Betrieb - Weiterentwicklung multimodaler Energiesystemdesigns für Gebäude sowie der Möglichkeiten für die Einbindung des Gebäudes in Versorgungsnetze (multimodale smart grids) - Analyse der Möglichkeiten für Integriertes Gebäudemanagement (lokal, verteilt oder in der Cloud) zur Steigerung der Flexibilität des Gebäudes (Klima-, umwelt- und ressourcenschonender Verbrauch)

IKT/Digitalisierung – technologieübergreifend und zunehmend von Bedeutung

Beschreibung der Technik/des Technologiefeldes

Alle Ebenen der Informations- und Kommunikationstechnik durchlaufen aktuell eine rasante Entwicklung. Auf der Ebene der Sensorik/Aktorik gibt es eine Vielfalt neuer Optionen, die im Wesentlichen zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit des Produktionsprozesses führen. Kombiniert mit den gewachsenen Anforderungen an Sicherheitsfragen (gesellschaftlicher Diskurs über Datensicherheit und -hoheit), flächendeckende breitbandige Übertragungstechnik (5G – 5. Generation Mobilfunk) bis hin zu Cloud-basierten Anwendungen (Globalisierung der Systeme) zeigt sich eine extreme Geschwindigkeit in der Veränderung der Einzelelemente hin zur umfassenden Vernetzung aller bislang getrennt betrachteten Systeme. Die dadurch entstehende Systemlandschaft mit deutlich größeren Volumen an Daten und daraus ableitbaren Informationen (Big Data und Cognitive Computing) stellen eine neue Qualität der gesamten IKT dar. Nicht mehr das einzelne Element ist als Herausforderung zu betrachten, sondern das neuartige Zusammenspiel von Effekten in sehr hoher Prozessdynamik. Für die Energiewirtschaft zeigt sich exemplarisch die Bedeutung der IKT sehr deutlich an der drastisch zunehmenden Anzahl der zu vernetzenden Anlagen sowie der notwendigen Intelligenz in der Steuerung der Prozesse und Nutzung der Infrastruktur. Hochkomplexe und kritische Infrastrukturen können sinnvoll nur durch den Einsatz von moderner IKT gesteuert werden und verlangen dementsprechende Beachtung – auch für zukünftige Forschungsfragen.

Wesentliche Punkte zur Bewertung

Auf jedes einzelne Technologiefeld hat die aktuelle Entwicklung der IKT signifikanten Einfluss. In der Darstellung wurde aufgrund dieser Tatsache IKT als Kreis dargestellt der alle Einzelthemen durchdringt und in jedem Teilaspekt zu finden ist. Im Zuge der Anforderung, Prioritäten der Energieforschung zu dokumentieren, ist somit eine Darstellung als einzelnes Technologiefeld nicht sinnvoll, sondern die Interaktion aller Elemente als solches ist das Forschungsgebiet. Insbesondere auch sozio-ökonomische Komponenten der Forschung werden eine zunehmende Relevanz bekommen.

Wesentliche Forschungsfelder

Innerhalb des Gesamtkomplexes der IKT steht trotz des hohen Grades der Kommerzialisierung eine Reihe von F&E Fragen zur Klärung an. Dies betrifft einerseits technische Entwicklungen, die im Wesentlichen den Datenaustausch mittels standardisierter Dienste z. B. über Plattformansätze betreffen. Weiterhin sind die Fragen zum Umgang mit dem Datenschutz (personenbezogene Daten) sowie essenzielle Eigentumsfragen zu Daten, die im Kontext der Interpretation aus Prozessen gewonnen werden, zu klären. Der F&E-Anteil betrifft dabei neben real technischen Entwicklungen zu einem beträchtlichen Anteil Fragen zum gesellschaftlichen Wertewandel.

Ausgehend von der Dynamik der aktuellen Entwicklung ist es für den Standort Deutschland entscheidend, die IKT-Durchdringung in den anderen Technologiefeldern zu unterstützen und an den entsprechenden Schnittstellen eine Marktführerschaft zu erreichen. Ohne gezielte F&E-Aktivitäten im IKT-Umfeld sind wirtschaftliche Nachteile im internationalen Wettbewerb unvermeidlich.

Kriterien zur Technologiepriorisierung für die staatliche Forschungsförderung

1. Nutzen der Technologie

Auswirkungen eines erfolgreichen Einsatzes der Technologie (bzw. des durch F&E bewirkten Fortschritts) in plausiblen zukünftigem Umfang in den definierten wesentlichen Nutzendimensionen (die in etwa die Seiten des „Dreiecks“ der Energieversorgung – Ökonomie, Ökologie, Versorgungssicherheit – widerspiegeln). Die Beurteilung sollte unabhängig vom Land des Einsatzes erfolgen (im Gegensatz zum Kriterium „Wirtschaftliche Bedeutung“, wo aus der Sicht der deutschen Volkswirtschaft bewertet wird).

1.1. Klima- und Umweltschutz

Kann CO₂ vermieden werden, möglichst nachhaltig? Gibt es andere Emissionen bzw. weitere Umweltauswirkungen, wie Abgase, Lärmbelastung etc. (Vergleich mit Stand der Technik)?

1.2. Ressourcenschonung

Abschätzung der eingesparten Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Boden, Luft) im Produktionsprozess/in der Nutzung über die Lebensdauer.

1.3. Versorgungssicherheit

Sind Materialien und Betriebsstoffe leicht und auch in Zukunft wirtschaftlich aus gesicherter Versorgung zu beziehen? Beitrag zur Sicherstellung einer verlässlichen Energieversorgung. Schätzung der Verfügbarkeit der Ressourcen unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit aus heutiger Sicht.

1.4. Kundennutzen

Gibt es wirtschaftliche Vorteile? Kommen über den reinen Nutzen der Energieversorgung weitere Formen des Kundennutzens zum Zuge (Komfort, zusätzliche Funktionen)?

2. F&E-Effektivität

Kann der Staat mit relativ wenig Forschungsgeld spürbare Verbesserungen bei der Technologieentwicklung bewirken (Position in der Lernkurve)?

3. Wirtschaftliche Bedeutung

Der Effekt von öffentlichen F&E auf die deutsche Volkswirtschaft wird in dieser Kategorie bewertet. Ein positiver Effekt kann dadurch entstehen, dass Produktion, Wertschöpfung und Forschungsinfrastruktur in Deutschland gestärkt werden. Auch potenzielle Weltmarktanteile für deutsche Unternehmen finden hier Berücksichtigung.

4. Gesellschaftliche & Politische Akzeptanz/ Relevanz

4.1. Akzeptanz

Wird die betrachtete Technologie von weiten Teilen der Bevölkerung positiv gesehen? Gibt es eine breite gesellschaftliche Akzeptanz für die Produktion und Nutzung der Technologie?

4.2. Attraktivität

Ist die Nutzung des Produktes durch den einzelnen und in der öffentlichen Darstellung positiv besetzt (Lifestyle, Prestige, u. a.)?

4.3. Politische Relevanz

Unterstützt die Technologie politisch vorgegebene Zielsetzungen? Und umgekehrt: Wird die Technologie von der Politik unterstützt?

Impressum

Herausgeber

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI)
Breite Straße 29
10178 Berlin
T: +49 30 2028-0
www.bdi.eu

Redaktion

Dr. Carsten Rolle, Abteilungsleiter
Abteilung Energie- und Klimapolitik

Philipp Nießen, Referent
Abteilung Energie- und Klimapolitik

Gesamtredaktion

Dr. Frank-Detlef Drake, RWE AG
Prof. Jürgen-Friedrich Hake, Forschungszentrum Jülich
Gerd Krieger, VDMA Power Systems
Dr. Nathalie Martin-Hübner, Robert BOSCH GmbH
Wiebke Metzler, Siemens AG
Prof. Dr. Wolfram Münch, EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Dr. Udo Niehage, Siemens AG
Dr. Martin Reuter, Verband der Chemischen Industrie (VCI)
Detlef Schumann, BridgingIT GmbH
Dr. Carla Seidel, BASF

Konzeption & Umsetzung

Sarah Pöhlmann
Abteilung Marketing, Online und Veranstaltungen

Layout

Michel Arencibia
www.man-design.net

Druck

Das Druckteam Berlin
www.druckteam-berlin.de

Verlag

Industrie-Förderung GmbH, Berlin

Bildnachweis

Cover: © Siemens AG

Stand

Mai 2016
BDI-Publikations-Nr. 044

