

Nutzen und Anwendungen Intelligenter Energienetze

Expertengruppe Intelligente Energienetze

Digital-Gipfel
Plattform Innovative Digitalisierung der Wirtschaft
Fokusgruppe Intelligente Vernetzung

www.deutschland-intelligent-vernetzt.org



Inhalt

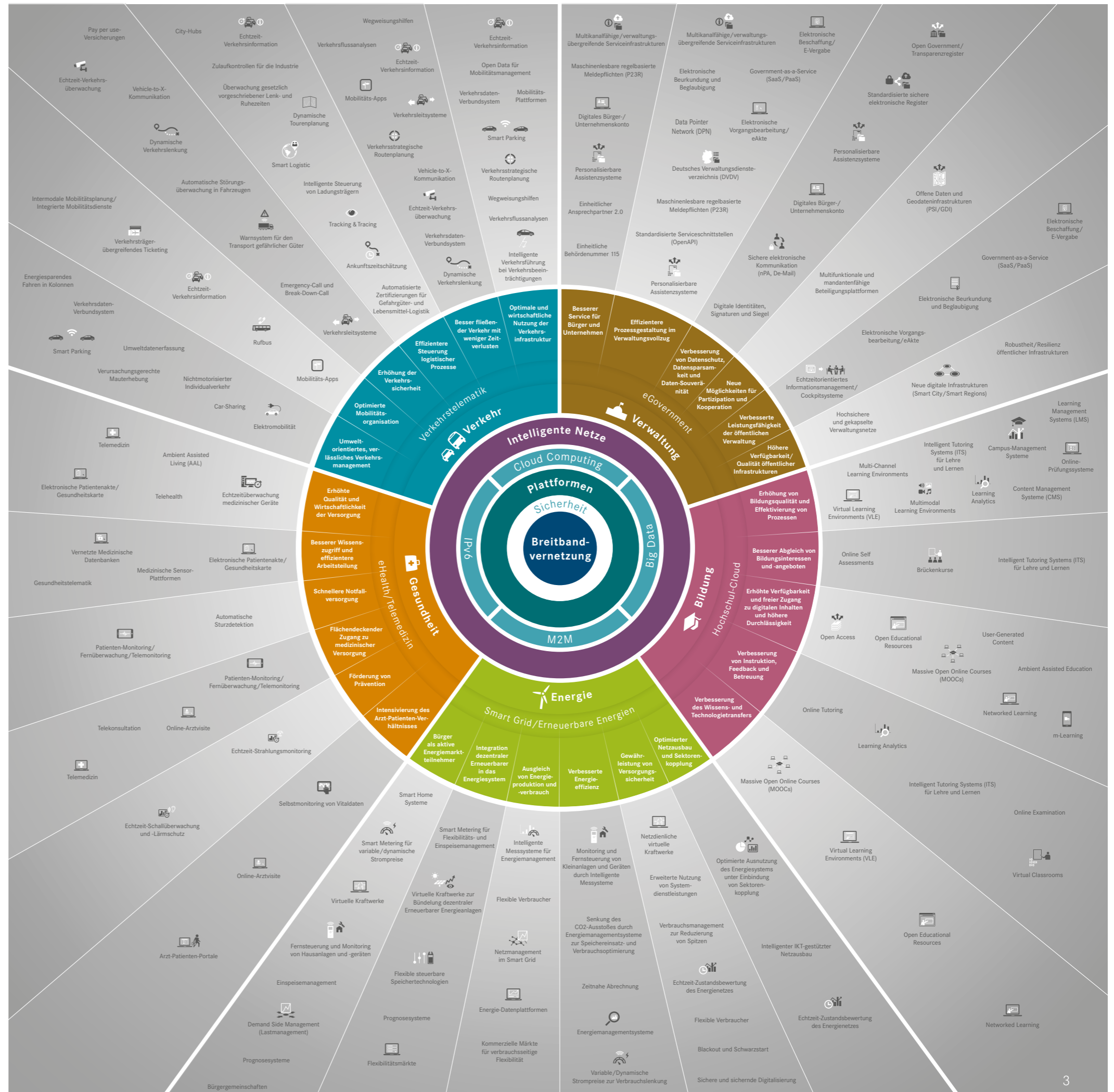
1. Einleitung	3
2. Beschreibung der Nutzen und Anwendungen Intelligenter Energienetze	5
3. Projektbeispiele	14
Mitwirkende Experten	16

1. Einleitung

Die Digitalisierung Deutschlands ist eine der zentralen gesamtwirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Gestaltungsaufgaben. Als branchen- und wettbewerbsübergreifendes Gremium verfolgt die *Fokusgruppe Intelligente Vernetzung* des Digital-Gipfels das Ziel, die Potenziale einer intelligenten Vernetzung Deutschlands zu analysieren, Chancen aufzuzeigen und im gemeinsamen Dialog zwischen Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft konsequent anzugehen. Grundlage hierfür ist es, fundierte Hintergrundinformationen zu geben und die Facetten der intelligenten Vernetzung verständlich zu machen.

Es geht bei der intelligenten Vernetzung um mehr, als die Nutzung des Internets, des Computers und des Smartphones. Es geht um eine stark wachsende Anzahl vernetzter Geräte, die mit anderen Maschinen oder Personen digital vernetzt kommunizieren – etwa im Haushalt, in einer Windkraftanlage, in einem Fahrzeug oder in einer Straßenlaterne.

Als Intelligente Netze werden Lösungen bezeichnet, die netzbasiert eine Regelung oder Koordination unterschiedlichster technischer Geräte ermöglichen. Dies geschieht zumeist kontextbezogen und über einen automatisierten Austausch von Daten. Ziel im Energiebereich ist es, komplexe Prozesse besser zu managen, die Effizienz zu steigern, Verbrauch und Erzeugung miteinander zu koppeln und damit Ressourcen zu schonen sowie weitere, neue vernetzte Anwendungen zu ermöglichen.





Warum braucht Deutschland für die Energiewende Intelligente Netze?

Durch den massiven Zubau erneuerbarer Energien ändern sich die Anforderungen an die Stromnetze grundlegend. Die zunehmende Volatilität und Dezentralität der Energieerzeugung erhöht die Komplexität und erfordert eine höhere Flexibilität der Netze sowie eine angepasste Steuerungslogik. Das Energieversorgungssystem wird zu einem komplexen, mehrstufigen System, an dem nicht nur deutlich mehr Erzeugungseinheiten angeschlossen sind, sondern in dem die Verbraucher und Produzenten darüber hinaus multifunktional agieren.

Der Aufbau von Intelligenen Energienetzen dient unter anderem dazu, Daten einer großen Zahl von Akteuren flexibel, bidirektional und nahezu in Echtzeit miteinander zu verknüpfen und zu verarbeiten, um den Strombedarf aller Verbraucher intelligent abzuschätzen und auf dieser Basis die Erzeugung und Bereitstellung des Stroms dynamisch anzupassen. Gleichfalls werden neue dynamische Angebote ermöglicht, die zu Änderungen im Verhalten der Verbraucher führen.

Dieses Dokument dient der Konkretisierung und strukturierten Beschreibung der Anwendungsfelder und Nutzen Intelligenter Energienetze.

2. Beschreibung der Nutzen und Anwendungen Intelligenter Energienetze

Das folgende Kapitel enthält Beschreibungen der Nutzen und Anwendungsfelder Intelligenter Energienetze für die einzelnen Bürger, die Unternehmen sowie die Volkswirtschaft insgesamt.

Übersicht der Nutzenkategorien und Zuordnung der Anwendungsfelder

Nutzenkategorie	Anwendungsfeld
1 Bürger als aktive Energiemarktteilnehmer	Smart Home Systeme, Smart Metering für variable / dynamische Strompreise, Virtuelle Kraftwerke, Fernsteuerung und Monitoring von Hausanlagen und -geräten, Einspeisemanagement, Demand Side Management (Lastmanagement), Prognosesysteme, Bürgergemeinschaften
2 Integration dezentraler Erneuerbarer in das Energiesystem	Smart Metering für Flexibilitäts- und Einspeisemanagement, Virtuelle Kraftwerke zur Bündelung dezentraler Erneuerbarer Energieanlagen, Flexible steuerbare Speichertechnologien, Prognosesysteme, Flexibilitätsmärkte
3 Ausgleich von Energieproduktion und -verbrauch	Intelligente Messsysteme für Energiemanagement, Flexible Verbraucher, Netzmanagement im Smart Grid, Energie-Datenplattformen, Kommerzielle Märkte für verbrauchsseitige Flexibilität
4 Verbesserte Energieeffizienz	Monitoring und Fernsteuerung von Kleinanlagen und Geräten durch Intelligente Messsysteme, Senkung des CO ₂ -Ausstoßes durch Energiemanagementsysteme zur Speichereinsatz- und Verbrauchsoptimierung, Zeitnahe Abrechnung, Energiemanagementsysteme, Variable / Dynamische Strompreise zur Verbrauchslenkung
5 Gewährleistung von Versorgungssicherheit	Netzdienliche virtuelle Kraftwerke, Erweiterte Nutzung von Systemdienstleistungen, Verbrauchsmanagement zur Reduzierung von Spitzen, Echtzeit-Zustandsbewertung des Energienetzes, Flexible Verbraucher, Blackout und Schwarzstart, Sichere und sichernde Digitalisierung
6 Optimierter Netzausbau und Sektorenkopplung	Optimierte Ausnutzung des Energiesystems unter Einbindung von Sektorenkopplung, Intelligenter IKT-gestützter Netzausbau, Echtzeit-Zustandsbewertung des Energienetzes



1 Bürger als aktive Energiemarktteilnehmer

Die Entwicklung von digitalen Märkten, die eng mit intelligenten Energienetzen verflochten sind, erlaubt Bürgern mit ihren mittlerweile Millionen von dezentralen erneuerbaren Anlagen, Wärmepumpen, stationären Stromspeichern und Elektrofahrzeugen einen unmittelbaren Zugang zu Märkten¹. Besteht eine entsprechende sichere technische Schnittstelle für einen durchgängig digitalen Marktzugang, kann beispielsweise ein kleiner Haushaltsstromspeicher innerhalb von Minuten zwischen Eigenverbrauch, netzstützenden Maßnahmen oder der Teilnahme am Großhandel wechseln. Eine Marktteilnahme impliziert dabei anders als Eingriffe durch Stromnetzbetreiber, dass Anlagen nach Nutzerpräferenzen automatisiert entscheiden können, wann sie in welchem Umfang an Märkten teilnehmen. Die Integration von verteilter Erzeugung und Lasten wird in einem zunehmend wetterabhängigen Energiesystem zu einer ökonomischen und ökologischen Notwendigkeit.

1.1 Smart Home Systeme

Im Smart Home sind eine beliebige Zahl von Geräten und Installationen im Haus miteinander vernetzt. Diese Geräte können auf Signale aus dem Energiesystem reagieren und entsprechend ihre Verbräuche anpassen, etwa im Bereich Kühlung oder Beheizung.



1.2 Smart Metering für variable / dynamische Strompreise

Durch die häufigere Erfassung des Stromverbrauchs durch Smart Meter können Stromtarife angeboten werden, die sich deutlich stärker an den stündlich wechselnden Großhandelspreisen orientieren. Ein Intelligentes Messsystem (iMSys)² ist ein digitaler Zähler, der typischerweise den Stromverbrauch / die Stromproduktion eines Haushaltes in kurzen Intervallen misst und diese Information einer zentralen Instanz zur Verarbeitung überträgt. Smart Metering ermöglicht so die Ermittlung und zeitnahe Kommunikation von Energieverbrauchsinformationen zwischen Zähler und Energieverteilernetz.

vgl. Anwendungsfelder 1.8, 2.5, 3.5 und 4.4



1.3 Virtuelle Kraftwerke

Ein virtuelles Kraftwerk ist ein intelligenter Zusammenschluss mehrerer lokal getrennter Kleinstkraftwerke zu einem System, das ähnliche Energiekapazitäten aufweisen kann wie ein Großkraftwerk.

vgl. Anwendungsfelder 2.1 und 4.5

¹ Vergleiche Wirtschaftsrat der CDU, European Energy Lab 2030 und Hochschule Fresenius: „Digitale Echtzeit-Energiewirtschaft – Bausteine für ein marktwirtschaftliches Zielmodell“, 2019. wirtschaftsrat.de

² Definition Intelligenter Messsysteme siehe bundesnetzagentur.de



1.4 Fernsteuerung und Monitoring von Hausanlagen und -geräten

Durch das Smart Meter Gateway steht ein hochsicherer Kanal in den Haushalt bereit, durch den der Nutzer bei Bedarf von außen auf Anlagen, Geräte und Software zugreifen kann.

vgl. Anwendungsfeld 3.5

1.5 Einspeisemanagement

Beim Einspeisemanagement werden Anlagen zur Einspeisung von Erneuerbarer Energie vorübergehend gedrosselt, um eine lokale oder regionale Überlastung des Netzes zu vermeiden. So kann in erheblichem Maß Netzausbau vermieden werden.

vgl. Anwendungsfeld 1.8



1.6 Demand Side Management (Lastmanagement)

Demand Side Management bezeichnet die Steuerung der Stromnachfrage z. B. über spezielle Stromtarife oder die gezielte An- und Abschaltung von Elektrizität verbrauchenden Geräten. Ziel ist es, Erzeugung und Verbrauch besser aufeinander abzustimmen, Erzeugungs- und Preisschwankungen auszugleichen, Ausgleichs- und Regelenergie bereitzustellen und perspektivisch überlastete Netzabschnitte, insbesondere im Verteilnetz, zu entlasten. Durch die Einbeziehung der Nachfrageseite in das flexible Management des Stromversorgungssystems ermöglicht das Lastmanagement die Einbindung von privaten Verbrauchern als aktive Energiemarktakteure.

1.7 Prognosesysteme

Durch eine verbesserte Datenbasis können Erzeugung aus Erneuerbaren, Verbrauch und Auslastung der Netze besser prognostiziert werden, sodass deren Abstimmung effizienter erfolgen kann und kritische Netzsituationen früher erkannt werden können.

vgl. Anwendungsfeld 2.3

1.8 Bürgergemeinschaften

Bürgergemeinschaften können Strom gemeinschaftlich erzeugen, speichern, an Dritte veräußern oder unter ihren Mitgliedern verteilen. Der gemeinschaftliche Eigenverbrauch ist insbesondere für Gebäudekomplexe und Mehrparteiengebäude relevant. Sogenannter Überschussstrom von Eigenverbrauchern kann über Vertriebs- und Flexibilitätsplattformen oder Aggregatoren veräußert werden.

2 Integration dezentraler Erneuerbarer in das Energiesystem

Die Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien ist im Gegensatz zu konventionellen Energieträgern durch eine hohe Volatilität und eine geringe zeitliche Flexibilität charakterisiert, was mit einer deutlich schwierigeren technischen Handhabbarkeit und einer per se weniger verlässlichen Bedarfsdeckung verbunden ist. Übertragungs- und Verteilnetze müssen nachgerüstet werden, damit Netzüberlastungen vermieden werden. Intelligente digitale Steuerungskomponenten erlauben es, die zunehmende volatile Einspeisung zu beherrschen und die Kapazität bestehender Netze besser auszunutzen und damit den unpopulären und aufwändigen physikalischen Netzausbau lokal zu reduzieren bzw. zu vermeiden. Grundsätzlich ist jedoch ein physikalischer Netzausbau nicht vollständig zu vermeiden, damit Erzeugung und Verbrauch auch zukünftig verlässlich in Einklang gebracht werden können.

2.1 Smart Metering für Flexibilitäts- und Einspeisemanagement

Über die hochsicheren Kommunikationsgeräte eines Smart Meter Gateways können dezentrale Anlagen zur Stromerzeugung über verschlüsselte Kommunikationskanäle an die Systeme der Netzbetreiber angebunden und mit Hilfe einer Steuerbox gesteuert werden.
vgl. Anwendungsfelder 1.2, 1.5, 2.5, 3.5 und 4.4



2.2 Virtuelle Kraftwerke zur Bündelung dezentraler Erneuerbarer Energieanlagen

Virtuelle Kraftwerke ermöglichen die technische und marktseitige Bündelung zahlreicher Erneuerbarer Energieanlagen. Die Erfassung und Optimierung der Einspeisung von Erneuerbaren Energieanlagen (PV- / Windkraftanlagen, Brennstoffzellen u. a.) ermöglicht verlässlichere Netzplanung und einen effizienteren Betrieb der Anlagen. Durch die höheren Wirkungsgrade wird ein zusätzlicher wirtschaftlicher Nutzen erzielt, der zur Erreichung der gesetzten Ziele der Energiewende beiträgt.
vgl. Anwendungsfelder 1.3 und 4.5



2.3 Flexible steuerbare Speichertechnologien

Zum Ausgleich von Erzeugung und Nachfrage erlauben flexible steuerbare Speichertechnologien eine gezielte Modifikation der Leistungsgänge von Stromerzeugung erneuerbarer Energieanlagen und Stromverbrauch. Erst diese Lastverschiebung ermöglicht eine auf erneuerbaren Energien beruhende Energiewende, indem durch gezielte Steuerung ein Gleichgewicht zwischen eingespeister unflexibler, fluktuierender erneuerbarer Energie und dem Verbrauch geschaffen wird.
vgl. Anwendungsfelder 1.4 und 4.1

3.4 Prognosesysteme

Durch eine verbesserte Datenbasis können Erzeugung aus Erneuerbaren, Verbrauch und Auslastung der Netze besser prognostiziert werden, sodass deren Abstimmung effizienter erfolgt und kritische Netzsituationen rechtzeitig erkannt werden können.
vgl. Anwendungsfeld 1.7



2.5 Flexibilitätsmärkte

Flexibilitätsmärkte stellen automatisierte Regelungsverfahren für Industrie- und Gewerbekunden sowie für Haushalte bereit, mit denen die Verbrauchsseite auf Signale der Erzeugungssituation, der Netzauslastung oder generell auf Preissignale reagieren kann.
vgl. Anwendungsfeld 3.4

3 Ausgleich von Energieproduktion und -verbrauch

Der stetige Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch muss zukünftig aufgrund der steigenden Volatilität und geringeren Flexibilität der Energieproduktion stärker durch flexible Verbraucher ausgeglichen werden, sowohl auf lokaler Ebene, als auch überregional. Der lokale Ansatz soll dazu beitragen, überregionale Ungleichgewichte so weit wie möglich zu minimieren, die Gesamtsituation des Netzes zu stabilisieren und so die Notwendigkeit eines starken Ausbaus von Übertragungskapazitäten zu reduzieren. Überregional ist jedoch weiterhin ein Ausgleich zwischen lokaler Erzeugung und Gebieten mit hohem Energieverbrauch wie industriellen Ballungszentren und Großstädten notwendig. Mechanismen und Technologien verschiedener Ausprägung, bspw. Elektrofahrzeuge als Speicher oder Märkte für Flexibilität, können einen Beitrag zum Ausgleich von Energieproduktion und -verbrauch leisten. Regulatorische Rahmenbedingungen müssen verstärkt Anreize für den Verbrauch regionaler Energie setzen bzw. zulassen.



3.1 Intelligente Messsysteme für Energiemanagement

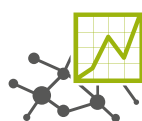
Intelligente Messsysteme (iMSys) versetzen private Verbraucher in die Lage, durch Messung, Steuerung und Optimierung des eigenen Energieverbrauchs sowie der eigenen Energieeinspeisung aktiv als Akteure am Energiemarkt teilzunehmen. Durch Energiemanagement kann auf Signale aus dem Stromhandel oder vom Netzbetrieb reagiert werden.

vgl. Anwendungsfelder 1.2, 1.8, 3.5 und 4.4

3.2 Flexible Verbraucher

Elektrofahrzeuge und die dazugehörige Ladeinfrastruktur können einen Beitrag zum Ausgleich von Energieproduktion und -verbrauch leisten. Überschüssiger Strom aus verteilten, stark volatilen Erneuerbaren Energien kann dezentral in Elektrofahrzeugen gespeichert werden, bis er benötigt und lokal wieder an das Netz abgegeben wird.

vgl. Anwendungsfeld 5.5



3.3 Netzmanagement im Smart Grid

Die grundsätzliche Verfügbarkeit von mehr Daten erlaubt den Verteilnetzbetreibern eine deutlich bessere Erfassung ihres Netzes. Bei entsprechender Aktorik können sie steuernd eingreifen und auch bei einem hohen Anteil dezentraler Energieerzeugung jederzeit eine stabile Netzsituation gewährleisten. Darüber hinaus können vorhandene Netze höher ausgelastet werden.

vgl. Anwendungsfeld 5.4 und 6.3



3.4 Energie-Datenplattformen

Energie-Datenplattformen dienen als Informationsdrehscheibe und Quelle von Tarifierungen auf dem Markt für Energielieferungen, Energieeinspeisung, Energietransport und Aggregationsdienstleistungen. Sie ermöglichen allen Marktteilnehmern einen vereinfachten Marktzugang.

3.5 Kommerzielle Märkte für verbrauchsseitige Flexibilität

Kommerzielle Märkte für verbrauchsseitige Flexibilität stellen in Stromnetzen automatisierte Regelungsverfahren für Industrie- und Gewerbekunden sowie Haushalte bereit, mit denen die Verbrauchsseite auf Signale der Erzeugungssituation, der Netzauslastung oder generell auf Preissignale reagieren kann. Diese verbrauchsseitige Flexibilität ermöglicht einen dezentralen Ausgleich von Energieproduktion und -verbrauch und die Vermeidung von kritischen Netzsituationen.

vgl. Anwendungsfeld 2.5

4 Verbesserte Energieeffizienz

Ein digitalisiertes Energienetz bietet viele Möglichkeiten, die zu einer unmittelbaren, deutlichen Senkung der CO₂-Emissionen durch Verbesserungen im Bereich der Energieeffizienz beitragen. Voraussetzung ist die digitale Erschließung der energieverbrauchenden Geräte und Anlagen durch das Smart Metering, durch die eine automatisierte Überwachung und Ansteuerbarkeit technisch erst ermöglicht wird. Intelligente Energiemanagementsysteme übernehmen die kontinuierliche Aufgabe der energieeffizienten Bewirtschaftung einer einzelnen Energieanlage, eines Haushalts, eines Quartiers, eines Betriebes oder einer Industrieanlage. Die zeitnahe Abrechnung des Stromverbrauchs und der Einsatz variabler bzw. zeitlich dynamischer Stromtarife in Verbindung mit Energiemanagementsystemen können verbrauchslenkende Wirkung entfalten, ohne den Kundennutzen einzuschränken oder den Menschen mit zusätzlichen Aufgaben zu belasten.



4.1 Monitoring und Fernsteuerung von Kleinanlagen und Geräten durch Intelligente Messsysteme

Intelligente Messsysteme versetzen Verbraucher in Haushalt, Quartier, Gewerbe und Industrie in die Lage, durch Messung und Steuerung des eigenen Energiekonsums sowie der eigenen Energieeinspeisung aktiv als Akteure am Energiemarkt teilzunehmen. Durch Intelligente Messsysteme kann der Verbraucher den eigenen Stromverbrauch transparent erfassen, Stromfresser identifizieren und austauschen und ggf. eigene Erzeugungsanlagen einbinden.

vgl. Anwendungsfeld 1.2, 1.4, 1.8, 2.5, 3.5 und 4.4

4.2 Senkung des CO₂-Ausstoßes durch Energiemanagementsysteme zur Speichereinsatz- und Verbrauchsoptimierung

Durch das Smart Meter Gateway steht ein hochsicherer Kanal in das Haus bereit, durch den der Nutzer bei Bedarf von unterwegs auf Anwendungen im Haushalt zugreifen kann.

vgl. Anwendungsfeld 1.4

4.3 Zeitnahe Abrechnung

Die vereinfachte Auslesung der Zählerstände erlaubt eine deutlich häufigere Abrechnung des Stromverbrauchs als nur einmal jährlich. Abrechnungen sind somit genauer und Kunden erhalten eine zeitnahe Information zu ihrem tatsächlichen Stromverbrauch und können entsprechend reagieren. Dies setzt einen Anreiz zu energieeffizientem Verhalten.



4.4 Energiemanagementsysteme

Energiemanagementsysteme dienen der Messung, Steuerung und Optimierung des eigenen Energieverbrauchs sowie der eigenen Energieeinspeisung. Durch Energiemanagementsysteme können Verbraucher aktiv als Akteure am Energiemarkt teilnehmen und auf Signale aus dem Stromgroßhandel oder vom Netzbetrieb reagieren.

vgl. Anwendungsfelder 3.1 und 4.2



4.5 Variable / Dynamische Strompreise zur Verbrauchslenkung

Durch die häufigere Erfassung des Stromverbrauchs durch Smart Meter können Stromtarife angeboten werden, die sich deutlich stärker an den stündlich wechselnden Großhandelspreisen orientieren.

vgl. Anwendungsfelder 1.2, 2.5 und 3.5

5 Gewährleistung von Versorgungssicherheit

Wesentliche Randbedingung jeder möglichen Form des Umbaus von Energieerzeugung und -netz ist die Kontinuität in der Gewährleistung von Versorgungssicherheit. Angesichts zunehmend volatiler und unflexibler Energieerzeugung sind zur Wahrung und Erhöhung von Netzstabilität insbesondere intelligente Zustandserfassungs- (Sensorik) und Steuerungskomponenten (Managementsysteme, Aktorik) im Energiesystem notwendig. Insbesondere durch die Digitalisierung und die Änderungen bei Erzeugung und Verbrauch sind hier große Herausforderungen zu meistern.



5.1 Netzdienliche virtuelle Kraftwerke

Ein virtuelles Kraftwerk ist ein intelligenter Zusammenschluss mehrerer lokal getrennter Kleinstkraftwerke zu einem System, das ähnliche Energiekapazitäten aufweisen kann wie ein Großkraftwerk. Virtuelle Kraftwerke bieten Flexibilität an, die insbesondere regional bzw. lokal von Verteilnetzbetreibern netzdienlich genutzt werden können.

vgl. Anwendungsfelder 1.3 und 2.1

5.2 Erweiterte Nutzung von Systemdienstleistungen

Der erweiterte Einsatz von IKT ermöglicht es Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern, für Frequenz- und Spannungshaltung sowie für einen eventuellen Versorgungswiederaufbau auch auf bisher nicht verfügbare Anbieter und Ressourcen zurückzugreifen. Dadurch wird die Systemstabilität unter der Voraussetzung tendenziell erhöht, dass die neuen Anbieter definierte Qualitätskriterien erfüllen, deren Umsetzung durch den Einsatz von IKT möglich gemacht wird.

5.3 Verbrauchsmanagement zur Reduzierung von Spitzen

Die Energiewende stellt neue Herausforderungen an die Flexibilität des Gesamtsystems. Durch gezieltes Verbrauchsmanagement können kurzzeitige Netzengpass-Situationen abgefedert und so Lastspitzen reduziert werden. Ziel des Verbrauchsmanagements ist es, Erzeugung und Verbrauch besser aufeinander abzustimmen, Ausgleichs- und Regelenergie bereitzustellen und perspektivisch überlastete Netzabschnitte, insbesondere im Verteilnetz, zu entlasten. Dies leistet einen erheblichen Beitrag zur Versorgungssicherheit.



5.4 Echtzeit-Zustandsbewertung des Energienetzes

Die Echtzeit-Zustandsmessung des Energienetzes auch in der Mittel- und Niederspannungsebene mit Hilfe von IKT ermöglicht Netzbetreibern zukünftig ein schnelleres Einschreiten in kritischen Situationen zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität und damit zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit.

vgl. Anwendungsfeld 6.3

5.5 Flexible Verbraucher

Elektrofahrzeuge und die dazugehörige Ladeinfrastruktur können einen Beitrag zum Ausgleich von Energieproduktion und -verbrauch leisten. Überschüssiger Strom aus verteilten, stark volatilen Erneuerbaren Energien kann dezentral in Elektrofahrzeugen gespeichert werden, bis er benötigt und lokal wieder an das Netz abgegeben wird.

vgl. Anwendungsfeld 3.2

5.6 Blackout und Schwarzstart

Im von dezentraler Erzeugung und Digitalisierung geprägten Stromsystem können sich im Falle eines Blackouts Netzabschnitte vom vorgelagerten Netz abkoppeln und einen Notbetrieb sicherstellen („Inselbetrieb“). Dies setzt aber einen Netzabschnitt mit hinreichend großer Erzeugung und steuerbarem Verbrauch voraus. Ein Schwarzstart ist für den Netzbetreiber ein technisch schwieriges Unterfangen. Es lässt sich zuverlässiger bewältigen, wenn die Möglichkeit besteht,



in der Wiederaufbauphase Erzeuger- und Verbraucheranlagen Stück für Stück ab- oder hinzuschalten. Auch können Informationen über den Systemzustand der Insel den Wiederaufbau vereinfachen.

5.7 Sichere und sichernde Digitalisierung

Zunehmend sind Geräte wie Hausspeicher, Wärmepumpen oder Kühlschränke, die an das Stromnetz angebunden werden, über das offene Internet vernetzt („Internet of Things“, IoT), während die operativen Systeme in gesonderten Leittechnik-Netzen streng abgeschottet ihren Dienst versehen. Indem Informationen für die Leittechnik bereitgestellt und erweiterte Kontroll- und Steuerungsmöglichkeiten umgesetzt werden, leistet Digitalisierung einen großen Beitrag zur Versorgungssicherheit („sichernde“ Digitalisierung). Diese sog. „IT / OT-Konvergenz“ birgt jedoch auch das Risiko, dass sich bösartige „Hacker“ Zugriff auf das Stromnetz verschaffen. Strenge Vorschriften an Security müssen dieses Risiko unter Beachtung der ökonomischen Effizienz so gut wie möglich verringern („sichere“ Digitalisierung).

6 Optimierter Netzausbau und Sektorenkopplung

Um angesichts extrem hoher Kosten des konventionellen Energienetzeausbaus (neue Trassen, Verstärkung bestehender Verbindungen etc.) die Wirtschaftlichkeit der Energiewende zu verbessern, muss der Ausbaubedarf durch den Einsatz IKT-gestützter Mechanismen und Komponenten so weit wie möglich vermindert bzw. die unter ökonomischen Kriterien optimale Kombination aus Netzkapazitätsausbau und Aufbau von IKT-gestützter „Netzintelligenz“ gefunden werden. Mittels verbesserter Möglichkeiten der Netzsteuerung kann die Auslastung des Energiesystems optimiert werden. Hierbei bietet die Sektorenkopplung neue Möglichkeiten, beispielsweise zur effizienten Nutzung von Überschussstrom aus erneuerbaren Energieerzeugungsanlagen bei Power-to-X-Anwendungen, sektorenübergreifend Optimierungspotenziale zu heben.



6.1 Optimierte Ausnutzung des Energiesystems unter Einbindung von Sektorenkopplung

Eine optimierte Planung, Steuerung und Kontrolle von Energienetzen mit Hilfe von IKT führt dazu, dass die vorzuhaltenden Leitungs- und Netzreserven reduziert werden können. Insbesondere die sektorenübergreifende Verknüpfung der Infrastrukturen und die damit verbundenen Optimierungsansätze erlauben es, beispielsweise regenerativ erzeugten Überschussstrom effizient einsetzen zu können (z. B. im Rahmen von Power-to-X-Anwendungen). Auf diese Weise lässt sich der zusätzlich notwendige Netzausbau reduzieren.



6.2 Intelligenter IKT-gestützter Netzausbau

Ein intelligenter IKT-gestützter Netzausbau ermöglicht in Smart Grids die netzdienliche Nutzung von Flexibilitäten. Dabei bieten Einspeiser, Speicher und Verbraucher Flexibilität an, indem sie ihre geplante Einspeisung oder ihren geplanten Verbrauch zeitlich verschieben beziehungsweise teilweise oder vollständig darauf verzichten. So kann der Netzausbau auf das Optimum von Ausbau und Flexibilitätsnutzung begrenzt werden.

vgl. Anwendungsfeld 1.5



6.3 Echtzeit-Zustandsbewertung des Energienetzes

Die Echtzeit-Zustandsmessung des Energienetzes auch in der Mittel- und Niederspannungsebene mit Hilfe von IKT ermöglicht Netzbetreibern zukünftig ein schnelleres Einschreiten in kritischen Situationen zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität und damit zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit.

vgl. Anwendungsfeld 5.4



3. Projektbeispiele

Projektbeispiel zu 1 „Bürger als aktive Energiemarktteilnehmer“

Zur Realisierung eines energetischen Nachbarschafts-quartiers wird im Rahmen des Projektvorhabens ENaQ ein Infrastrukturkonzept erarbeitet und umgesetzt, das die physischen Infrastrukturen der Sektoren Strom, Wärme und Elektromobilität mit Hilfe von Energiekopp- lern miteinander zu einem sektorenübergreifenden Versorgungsnetz integriert. Ergänzend hierzu wird im Vorhaben die Machbarkeit einer digitalen Ser- vice-Plattform für ein intelligentes Last- und Beschaf- fungsmanagement auf Quartiersebene für dezentrale Energie-Erzeuger und -Verbraucher erforscht. Neben technischen Fragestellungen werden die Anwohner als Energieproduzenten und -konsumenten (Prosumer) in einem transdisziplinären Ansatz über ein Communi- ty-Portal einbezogen. Zur Umsetzung der Projektziele werden alle Wohneinheiten mit Smart-Meter-Gateways ausgestattet. Erzeuger und Verbraucher werden als steuerbare Einheiten eingebunden und unterschied- lichste Dienste rund um die Themen Energie und Mobilität sollen im Projekt umgesetzt werden und den Bürgern die Möglichkeit geben, aktive Teilnehmer des Energiesystems zu werden.

Projekt ENaQ: enaq-fliegerhorst.de

Projektbeispiele zu 2 „Integration dezen- traler Erneuerbarer in das Energiesystem“ und 3 „Ausgleich von Energieproduktion und -verbrauch“:

Mit virtuellen Kraftwerken zur Steuerung und Optimie- rung zahlreicher Erneuerbarer Energieanlagen beschäf- tigt sich unter anderem das SINTEG-Projekt enera, in dem insbesondere auch die Integration kleinerer Erzeuger und Verbraucher untersucht wird.

Flexibilitätsmärkte werden in mehreren SINTEG- Projekten betrachtet. Während in enera ein in den europäischen Spotmarkt integrierbares Konzept für lokale Flexibilitäten untersucht wird, setzen die

Konzepte der Projekte C / sells, WindNode, Designetz und NEW4.0 auf unabhängige Flexibilitätsplattformen. Zusätzlich wurde im Projekt „Das proaktive Verteilnetz“ eine Vertragsbezogene Nutzung lokaler Flexibilitäten betrachtet.

SINTEG-Projekte: sinteg.de
Das Proaktive Verteilnetz:
forschung-stromnetze.info

Projektbeispiele zu 4 „Verbesserte Energieeffizienz“

Mit Smart Metering für Monitoring und Fernsteuerung von Verbrauchs- und Erzeugungsanlagen beschäftigen sich alle SINTEG-Projekte, wobei durch den verzögerten Smart-Meter-Roll-Out während der Projektlaufzeit teil- weise keine umfangreichen Ergebnisse erzielt werden können.

Energiemanagementsysteme zur übergreifenden Optimierung von Verbrauchern werden z. B. im lan- desgeförderten Projekt DOSE betrachtet, in dem ein cloudbasiertes, dezentrales Open Source-Energiema- nagementsystem entwickelt und in einem Musterquartier getestet werden soll. Im Projekt AC4DC wurde das ener- gieeffiziente Lastmanagement von Rechenzentren unter- sucht. Im Projekt ENaQ soll u. a. Energiemanagement in einem innovativen Wohnquartier erprobt werden.

SINTEG-Projekte: sinteg.de
Projekt ENaQ (Energetisches Nachbarschafts- quartier): enaq-fliegerhorst.de
Projekt AC4DC (Adaptive Computing for Green Data Centers): bmwi.de
Projekt D.O.S.E.: fachdokumente.lubw.baden- wuerttemberg.de



Projektbeispiele zu 5 „Gewährleistung von Versorgungssicherheit“

Mit den Themen dem Nutzen von Virtuelle Kraftwerke, Systemdienstleistungen (SDL) insbesondere aus dem Verteilnetz zur Systemsicherheit beschäftigen sich die SINTEG Projekte, insbesondere das Projekt enera.

Mit SDL im Verteilnetz hat sich das Projekt „Proaktives Verteilnetz“ intensiv auseinandergesetzt. Die Spitzenkappung zur Systemstabilisierung bzw. Engpassvermeidung wurde in sehr vielen Projekten untersucht, wie z. B. in den Verteilernetzstudie oder auch im „proaktiven Verteilnetz“, ebenso die Echtzeit-Zustandsbewertung im Verteilnetz. Den Zusammenhang zwischen Elektrofahrzeuge und Versorgungssicherheit erforscht etwa das Projekt „ELBE“. Lösungen für den Schwarzstart aus dem Verteilnetz mit kleinen Speichern und Zellen möchte das Projekt „Kickstarter“ finden. Wie eine Digitalisierung aussieht, die nutzbringend für die Versorgungssicherheit eingesetzt wird, untersucht das Projekt Cyber-Resilience-Lab,

Proaktives Verteilnetz : www.designetz.de
Kickstarter: forschung-stromnetze.info
ELBE: www.digital-energysolutions.de
Cyber Resilience Lab: offis.de

Projektbeispiel zu 6 „Optimierter Netzausbau und Sektorenkopplung“:

Um eine optimale Netzleistungsfähigkeit herstellen zu können und dabei auch den Netzausbau so wirtschaftlich wie möglich zu gestalten, finden neue Technologien und Verfahren in verschiedenen Anwendungsbereichen Einzug. Weitbereichsregelung oder auch Mittelspannungsregler bieten die Möglichkeit, die bestehende Infrastruktur optimaler auszunutzen und damit Investitionen in den Netzausbau deutlich zu senken. Darüber hinaus kann die Sektorenkopplung effizient eingesetzt werden, um Einfluss auf den Lastfluss des Verteilnetzes zu nehmen. Im Projekt „Das Proaktive Verteilnetz“ werden unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt, wie Investitionen in den Netzausbau reduziert werden können und wie Markt und reguliertes Netz in Bezug auf die optimale Netzleistungsfähigkeit zusammenwirken können.

Das Proaktive Verteilnetz:
forschung-stromnetze.info



Expertengruppe Intelligente Energienetze

Vorsitz



Dr. Andreas Breuer
innogy SE
andreas.breuer@innogy.com

Mitwirkende

Dr. Kristina Bogner
Schneider Electric GmbH

Claudia Lehmkuhl
innogy SE

Sven Renelt
Paatz|Scholz|von der Laan GmbH

Prof. Dr. Frank Bomarius
Fraunhofer IESE

Dr. Till Luhmann
BTC – Business Technology Consulting AG

Dr. Bernd Sörries
Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur
und Kommunikationsdienste GmbH (WIK)

Torsten Drzisga
E.ON Solutions GmbH

Dr. Christoph Mayer
OFFIS e.V.

Robert Spanheimer
Bitkom e.V.

Dr. Ulli Jamitzky
Roland Berger GmbH

Jens Mühlner
T-Systems International GmbH

Dr. Michael Stadler
BTC – Business Technology Consulting AG

Torsten Knop
Innogy SE

Dr. Ulf Narloch
Initiative Stadt.Land.Digital

Prof. Dr. Jens Strücker
Hochschule Fresenius gemeinnützige GmbH

Dr. Robert Kohrs
Fraunhofer ISE

Dr. Andreas Neff
Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft
und Weinbau Rheinland-Pfalz

Dr. Kristian Weiland
DB Energie GmbH

Ulf Korsch
Fujitsu Technology Solutions GmbH

Jens Opitz
FTTX-FjTH® Consulting

Dr. Manuel Weindorf
GE Energy Germany GmbH

Prof. Dr. Michael Laskowski
innogy SE

Sebastian Pache
GE Energy Germany GmbH

Hartfrid Wolff
KPMG Law Rechtsanwaltsgesellschaft mbH

Dr. Sebastian Leder
Deloitte Consulting GmbH

Dr. Rebekka Porath
Intel Deutschland GmbH



Expertengruppe Intelligente Energienetze

Fokusgruppe Intelligente Vernetzung

Oktober 2019

Herausgeber

Digital-Gipfel

Plattform Innovative Digitalisierung der Wirtschaft

Ansprechpartner

Dr. Andreas Breuer

innogy SE

andreas.breuer@innogy.com

www.deutschland-intelligent-vernetzt.org