



Redispatch3.0

## Klein, aber flexibel: Digitale Technologien als Enabler dezentraler Kleinstflexibilitäten

Bis 2030 sollen 80 % des Bruttostromverbrauchs in Deutschland durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Um diese gesamtgesellschaftliche Herkulesaufgabe zu stemmen, wurde in Deutschland u. a. die Plattform Klimaneutrales Stromsystem (PKNS) mit dem Ziel initiiert, neue Lösungsmodelle für das Strommarktdesign der Zukunft zu erarbeiten. Eine zentrale Rolle spielt dabei die erfolgreiche Integration unterschiedlicher Kleinstflexibilitäten zum Ausgleich der schwankenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in unser Stromsystem. Kleinstflexibilitäten zeichnen sich durch eine installierte Leistung von unter 100 kW aus, befinden sich regelmäßig auf den unteren Netzebenen im Bereich der Nieder- und Mittelspannung hinter einem Netzanschlusspunkt und können zeitlich flexibel Energiemengen aufnehmen oder zur Verfügung stellen. Durch ihre Fähigkeit, Stromverbrauch und Einspeisung kurzfristig anzupassen, können Kleinstflexibilitäten im Rahmen von Netzengpassmanagementmaßnahmen und Systemdienstleistungen effektiv dazu beitragen, erneuerbare Energien ökologisch effizienter ins Gesamtsystem zu integrieren und somit CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Kosten für Netzengpassmanagementmaßnahmen signifikant reduzieren.

Erneuerbare Energien und dezentrale Kleinstflexibilitäten erhöhen allerdings merklich die Systemkomplexität. Nur durch eine zielgerichtete Digitalisierung können dabei die aus der Integration von Kleinstflexibilitäten resultierenden Koordinationsherausforderungen gelöst werden. Daher bilden digitale Lösungen die Grundlage für eine zielgerichtete Hebung des ökologischen und ökonomischen Potenzials dezentraler Kleinstflexibilitäten. Die Etablierung digitaler Personen- und Maschinenidentitäten ermöglicht beispielsweise die Identifikation dezentraler Kleinstflexibilitäten hinter den Stromzählern für eine transparente und manipulationssichere Vermarktung der Flexibilität. Synchronisierte und standardisierte digitale Energieregister tragen – aufbauend auf digitalen Personen- und Maschinenidentitäten – zu einer automatisierten Datenerfassung und -kommunikation bei, was zwingende Voraussetzung für die Integration der Vielzahl an heterogenen Kleinstflexibilitäten in den kommenden Jahren ist.

Institutsteil Wirtschaftsinformatik  
des Fraunhofer FIT  
Alter Postweg 101  
86159 Augsburg  
Deutschland

### Kontakt

Prof. Dr. Jens Strüker  
Prof. Dr. Martin Weibelzahl

jens.strueker@fit.fraunhofer.de  
martin.weibelzahl@fit.fraunhofer.de

[www.redispatch3.eu](http://www.redispatch3.eu)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Kleinstflexibilitäten können und müssen einen zentralen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten

Die wachsende Anzahl an dezentralen Kleinstflexibilitäten, in Kombination mit einer zunehmend verteilten und volatilen Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien, bietet eine große Chance, unser Stromsystem klimaneutral zu gestalten. Sie stellt das bestehende Stromsystem allerdings auch vor enorme Herausforderungen. Zum Beispiel müssen zur Vermeidung einer Über- oder Unterdeckung im Stromnetz – und damit möglicherweise verbundenen Blackouts – Netzbetreiber neben Maßnahmen zum Netzausbau vermehrt auf operatives Netzengpassmanagementmaßnahmen und Systemdienstleistungen zurückgreifen. So haben sich im [Jahr 2022](#) die Kosten für Netzengpassmanagementmaßnahmen im Vergleich zum [Vorjahreszeitraum](#) auf rund 4,25 Mrd. € nahezu verdoppelt. Dies führt, neben vermeidbaren volkswirtschaftlichen Kosten, welche über die Netzentgelte auf StromverbraucherInnen umgelegt werden, insbesondere im Falle des Redispatchs auch zu ökologischen Ineffizienzen durch die Abregelung erneuerbarer Energien bei gleichzeitigem Einsatz konventioneller Energieträger.

**Dezentrale Kleinstflexibilitäten** (PV-Anlagen, Elektrofahrzeuge, Wärmepumpen oder Stromspeicher mit einer Leistung unter 100 kW) können durch ihre Fähigkeit, Stromverbrauch und Einspeisung kurzfristig anzupassen, ihre Flexibilität beispielsweise im Rahmen von **Netzengpassmanagementmaßnahmen und Systemdienstleistungen** zur Verfügung stellen und somit dazu beitragen, erneuerbare Energien ökologisch effizienter zu integrieren und dadurch CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie Kosten für Netzengpassmanagementmaßnahmen signifikant verringern.

Die Weiterentwicklung<sup>1</sup> bestehender Maßnahmen des Netzengpassmanagements, wie beispielsweise die Einführung des Redispatch 3.0, verfolgt daher das Ziel, die **wachsende Anzahl an Kleinstflexibilitäten erfolgreich einzubinden**. Hierbei müssen innovative und intelligente Ansätze zur Integration dieser Kleinstflexibilitäten in das Stromsystem geschaffen werden. Das hohe Maß an Dezentralität sowie die Vielzahl und Heterogenität der einzubindenden Anlagen stellt das Gesamtstromsystem jedoch vor weitere Herausforderungen. In diesem Zusammenhang bieten digitale Technologien ein hohes Potenzial, erfolgreich mit diesen Herausforderungen umzugehen und die Planung, Erfassung, Steuerung, Vermarktung und Abrechnung dezentraler Kleinstflexibilitäten zu ermöglichen und somit das große ökonomische und ökologische Potenzial ihrer Vermarktung zu heben.

## Die Etablierung digitaler Personen- und Maschinenidentitäten ermöglicht die Identifikation dezentraler Kleinstflexibilitäten hinter den Stromzählern

Smart Meter bilden die Grundlage für die Vermarktung von Kleinstflexibilitäten. Sie ermöglichen die **feingranulare Erfassung** von Verbrauchs- und Einspeisedaten, auf deren Basis anschließend die Vermarktung von räumlicher und zeitlicher Flexibilität stattfinden kann. Eine derartige Erfassung ist insbesondere bei der Echtzeit-Kommunikation verfügbarer Kapazitäten an Netz- und Messstellenbetreiber beispielsweise im Rahmen der Bereitstellung von Systemdienstleistungen von zentraler Bedeutung. Neben der Erhebung feingranularer Verbrauchs- und Einspeisedaten mittels Smart Meter müssen diese jedoch zusätzlich **anlagenscharf** einer dezentralen Kleinstflexibilität zugeordnet und die entsprechenden Stamm- und Bewegungsdaten manipulationssicher entlang der gesamten (Strom-)Lieferkette kommuniziert werden können. Nur auf diese Weise können Nachfrager und Anbieter die Herkunft der dezentralen Kleinstflexibilität belegen. Derzeit endet die Digitalisierung der (Strom-)Lieferkette jedoch am Smart Meter Gateway, wodurch die anlagenscharfe Identifikation von Kleinstflexibilitäten hinter dem Stromzähler erschwert wird. Mittels manipulationssicherer **digitaler Personen- und Maschinenidentitäten** als Erweiterung des Smart Meter Gateways kann diese Digitalisierungslücke geschlossen werden. Die resultierende Ende-zu-Ende-Digitalisierung ermöglicht beispielsweise Netzbetreibern – neben der verifizierbaren Erbringung von Kleinstflexibilität aus einer bestimmten Anlage – dezentrale Kleinstflexibilitäten im Bedarfsfall anlagenscharf anzusteuern und somit die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen von Netzengpassmanagement transparent zu machen und zu minimieren.

**Selbstsouveräne digitale Identitäten (SSI)** stellen ein zweckmäßiges Konzept für eine skalierbare Umsetzung digitaler Personen- und Maschinenidentitäten für beispielsweise Elektrofahrzeuge oder Wärmepumpen dar. Dabei werden NutzerInnen dazu befähigt, ihre Identität und benötigte Nachweise selbst in einem dezentralen Identitätsmanagementsystem zu verwalten. Dadurch gewährleistet SSI, dass die Überprüfung und Verwendung von Nachweisen nicht von einer einzelnen Instanz, wie beispielsweise einem Internetplattformbetreiber, abhängen. So kann eine transparente und sichere Identifikation und Vermarktung der Kleinstflexibilitäten ermöglicht werden.



### Herausforderungen

Eine große Herausforderung für die Etablierung digitaler Personen- und Maschinenidentitäten stellt der notwendige **flächendeckende Ausbau der digitalen Infrastruktur** im öffentlichen und privaten Bereich dar. Derzeit führt das Fehlen eines bestehenden Ökosystems von Anwendungen und Nutzenden noch zu fehlenden

<sup>1</sup> Derzeit werden unterschiedliche Maßnahmen zur Hebung des Flexibilitätspotenzials von Kleinstflexibilitäten diskutiert, wie die Umsetzung des §14a EnWG zur netzorientierten Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen und Netzanschlüssen, einer Dynamisierung der Netzentgelte oder der Schaffung neuer (lokaler) sowie der Öffnung bestehender Vermarktungsformen für Kleinstflexibilitäten.

Anreizen für Unternehmen und dadurch Zurückhaltung, die Servicelandschaft auszubauen. Zudem ist ein flächendeckender Ausbau der digitalen Infrastruktur mit Investitionen und Zeitaufwand verbunden, beispielsweise für die Installation von Smart Metern, Energie-Monitoring-Software oder Systemen zur Datenkommunikation. Insbesondere für kleine Unternehmen und Privathaushalte stellt dies eine teils hohe finanzielle Belastung dar. Außerdem werden für die Inbetriebnahme und Wartung dieser Systeme qualifizierte Fachkräfte benötigt. Der derzeit **vorherrschende Fachkräftemangel** in Deutschland hindert den von der Bundesregierung im Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (**GNDEW**) geplanten beschleunigten Ausbau.

**Mangels einer etablierten Branchenlösung** und gegeben einer großen Bandbreite an verfügbaren Technologien besteht zudem Unsicherheit darüber, welche digitalen Lösungen einschließlich entsprechender Protokolle sich langfristig und durch welche Instanz betrieben (öffentlich versus privat) durchsetzen. Dadurch werden Investitionsentscheidungen weiter erschwert und gehemmt. Auch **fehlendes Technologieverständnis** bei Unternehmen und Politik hindern die Etablierung digitaler Personen- und Maschinenidentitäten. Insbesondere in Situationen, in denen der Mehrwert einer Technologie wie z.B. SSI unklar ist und die Notwendigkeit der Einführung digitaler Personen- und Maschinenidentitäten unerkannt bleibt, stellt fehlende Handlungsbereitschaft eine zentrale Herausforderung dar.



### Handlungsempfehlungen

Seitens der Politik ist es zwingend notwendig, die Entwicklung digitaler Lösungen voranzutreiben und den **Smart-Meter-Gateway-Rollout zu beschleunigen**. SSI wird als technische Lösung empfohlen, da durch die inhärenten Sicherheitsvorkehrungen der Gefährdung vertraulicher Daten und Datenmanipulation vorgebeugt wird. Die Vermarktung von Kleinstflexibilitäten mithilfe digitaler Technologien basiert auf der Sammlung, Aufbereitung und Analyse von VerbraucherInnen Daten. Die Übertragung und Speicherung sensibler Daten ist dabei notwendig, um eine individuell passende Vermarktungsform der Kleinstflexibilität zu wählen. SSI gewährleistet dabei die **datenschutzrechtlichen Anforderungen**. Die Entwicklung einheitlicher Standards für digitale Lösungen kann die Etablierung digitaler Personen- und Maschinenidentitäten vorantreiben. Langfristig gilt es daher, eine Einigung zwischen Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern, Verbraucherverbänden, Wirtschaft und Politik zu erreichen und gesetzlich zu verankern, um **digitale Personen- und Maschinenidentitäten als Branchenstandard zu etablieren**. Durch transparente Datenschutzrichtlinien und bundesweite digitale Informationsangebote kann zusätzlich das Vertrauen der VerbraucherInnen in die Technologie gestärkt werden.

## Synchronisierte und standardisierte digitale Energieregister ermöglichen eine skalierbare Datenerfassung und -kommunikation

Datenregister (wie beispielsweise das Marktstammdaten- oder das Herkunftsnachweisregister) dienen der Erfassung und Überprüfung relevanter Informationen über Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen, um Transparenz und Nachverfolgbarkeit von Stromangebot und -nachfrage im Energiesektor zu gewährleisten. Diese Register werden derzeit teilweise noch manuell gepflegt, was zu Fehlern bei der Datenübertragung oder der Eintragung veralteter Informationen führen kann. Zudem sind die verschiedenen Register nicht untereinander synchronisiert. Daraus resultierende **Medienbrüche beeinträchtigen** u. a. die **Datenqualität** und führen zu zusätzlichem Aufwand z. B. für Fehlerkorrekturen und somit vermeidbaren (Mehr-)Kosten. Bei der erwartbar steigenden Anzahl dezentraler Kleinstflexibilitäten in den kommenden Jahren geraten manuell gepflegte Systeme zunehmend an ihre Grenzen. Eine automatisierte Erfassung von Stamm- und Bewegungsdaten dezentraler Kleinstflexibilitäten ist daher zwingend erforderlich. **Skalierbare Lösungen**, die auf einer **gemeinsamen digitalen Infrastruktur** aufbauen, werden dabei benötigt, um den Datenaustausch zu automatisieren und die Interoperabilität der verschiedenen (IT-)Systeme zu gewährleisten. Diese Register bilden des Weiteren die Grundlage für einen fehlerfreien Informationsaustausch zwischen Netzbetreibern und Anbietern dezentraler Kleinstflexibilitäten und erleichtern zudem den **schnellen und unkomplizierten Rollenwechsel bei der Flexibilitätsvermarktung**. Anbieter von Kleinstflexibilitäten müssen in der Lage sein, schnell in die Rolle des Nachfragers zu wechseln, um von fluktuierenden Strompreisen profitieren und das Flexibilitätspotenzial ihrer Anlagen so bestmöglich ausschöpfen zu können. Dies fördert eine **Flexibilitätsvermarktung nahe Echtzeit** und schafft zusätzliche Anreize für Investitionen in flexible Anlagen.



### Herausforderungen

Eine Hürde besteht in der Integration neuer Infrastruktur in bestehende Systeme. Eine nahtlose Verbindung und Kommunikation zwischen verschiedenen Technologien und Plattformen als Voraussetzung für die Zuverlässigkeit digitaler Technologien sowie die Effizienz des Energiesektors insgesamt **erfordert Interoperabilität und einheitliche Standards**. Diese erleichtern die Zusammenarbeit verschiedener Akteure und ermöglichen eine effiziente und skalierbare Infrastruktur für digitale Technologien im Energiebereich. Dadurch können Kompatibilitätsprobleme vermieden und der reibungslose Austausch von Informationen und Daten zwischen verschiedenen Systemen und Akteuren sichergestellt werden.



## Handlungsempfehlungen

Um die Nutzung dezentraler Kleinstflexibilitäten mithilfe digitaler Energieregister zu fördern, bedarf es zugehöriger **einheitlicher sowie transparenter Standards und Regelungen**. Benötigt wird eine **einheitliche digitale Infrastruktur automatisierter, (teil-)synchronisierter, manipulationssicherer und interoperabler Register** zur schnellen, fehlerfreien und vertrauenswürdigen Erfassung der Vielzahl an Kleinstflexibilitäten. Diese bilden die Grundlage für eine Hebung des ökonomischen und ökologischen Potenzials einer Integration von Kleinstflexibilitäten in den Redispatch. Als Nachweis für grünen und lokalen Strom werden beispielsweise **anlagenscharfe** Identitätsdaten wie Typ oder Standort (**Stammdaten**) sowie Erzeugungs- und Verbrauchsdaten (**Bewegungsdaten**) benötigt. **Modellregionen** für regulatorisches Lernen zur Erprobung und Bewertung verschiedener technischer Lösungen sollten gezielt geschaffen und gestärkt werden.

## Die Nutzung Digitaler Technologien erfordert hinreichende Erlöse aus der Vermarktung von Kleinstflexibilitäten für Anlagenbetreiber

Wie in diesem Papier dargelegt, ermöglichen verschiedene **digitale Lösungen** eine verifizierbare, manipulationssichere und skalierbare Erfassung sowie Weitergabe anlagenscharfer Verbrauchs- und Einspeisedaten und bilden somit die Grundlage für die Nutzbarmachung von Kleinstflexibilitäten. Eine solche Erfassung und Weitergabe von Daten befähigt Unternehmen beispielsweise dazu, den belegbaren Beweis für die Verwendung von lokalem und grünem Strom kosteneffizient zu erbringen und schafft den Rahmen für ein belastbares und transparentes CO<sub>2</sub>-Reporting. Dies ist ein Beispiel, wie digitale Technologien **neue Geschäftsmodelle entwickeln und neue Wege der Flexibilitätsvermarktung eröffnen**. Auf der anderen Seite erfordert die Nutzung digitaler Technologien zwingend innovative Geschäftsfelder, um eine Amortisation der notwendigen Investitionen in digitale Technologien zu gewährleisten und entsprechende Investitionen zu ermöglichen.



## Herausforderungen

Die dringende Notwendigkeit von neuen Geschäftsmodellen und Vermarktungsmöglichkeiten für Kleinstflexibilitäten werden derzeit intensiv in Wissenschaft, Wirtschaft und Politik diskutiert. Hier ergibt sich aktuell allerdings eine Reihe an Hemmnissen: Aus regulatorischer Sicht bestehen Unsicherheiten und Versäumnisse hinsichtlich der Steuerung auf Erzeugungsseite sowie der Schnittstelle zu Netzleitsystemen, welche neue Geschäftsmodelle und zugehörige Investitionen hemmen. Dabei sollte sich die Regulatorik am aktuellen Stand der Lösungen am Markt orientieren. Zudem behindern veraltete Marktregeln in vielen Fällen die erfolgreiche Vermarktung von Flexibilität und schmälern entsprechend mögliche Flexibilitätserlöse. Daneben verfügen beispielsweise nicht alle Haushalte über schnelles Internet oder notwendige digitalen Endgeräte. Dies **schränkt die Reichweite von digitalen Technologien** weiter ein und hemmt damit verschiedene neue Geschäftsmodelle. Besonders betroffen sind oftmals Bevölkerungsgruppen und Unternehmen in strukturschwachen Gebieten oder einkommensschwache Haushalte mit begrenzter Konnektivität.



## Handlungsempfehlungen

Damit das ökonomische Potenzial dezentraler Kleinstflexibilitäten gehoben werden kann, bedarf es entsprechender Vermarktungsmöglichkeiten, die eine **schnelle Amortisierung** der notwendigen Investitionskosten in digitale Technologien ermöglichen. Strommärkte sollten daher – durch eine **Anpassung bestehender Marktregeln** – für den Handel von Kleinstflexibilitäten geöffnet werden. Alternativ können auch **neue (lokale) Märkte** eingeführt werden. Des Weiteren ist zu prüfen, welche Programme und Fördermöglichkeiten in strukturschwachen Gebieten und für einkommensschwache Haushalte bereits vorhanden sind, welche Einschränkungen in Bezug auf den Kapitalzugang bestehen und wie diese vermehrt eingesetzt bzw. gelöst werden können. Die Schaffung einer gemeinsamen digitalen Infrastruktur z.B. auf Basis eines **gemeinsamen Datenraums**, könnte Kosten im Vergleich zum Aufbau einer heterogenen Infrastruktur sparen, Synergien heben und eine Interoperabilität zwischen allen Akteuren gewährleisten. **Die Integration von Kleinstflexibilitäten erfordert insgesamt einen flexiblen und lernenden Regulierungsrahmen**, weshalb von politischer Ebene **Modellregionen** für regulatorisches Lernen geschaffen werden sollten, um passende Regulierungsrahmen zu erproben.

**Die Weiterentwicklung, Standardisierung und Implementierung digitaler Technologien bei der Vermarktung von Kleinstflexibilitäten nimmt eine Schlüsselrolle bei der erfolgreichen Realisierung eines klimaneutralen Energiesektors mit bezahlbaren Energiepreisen ein!**