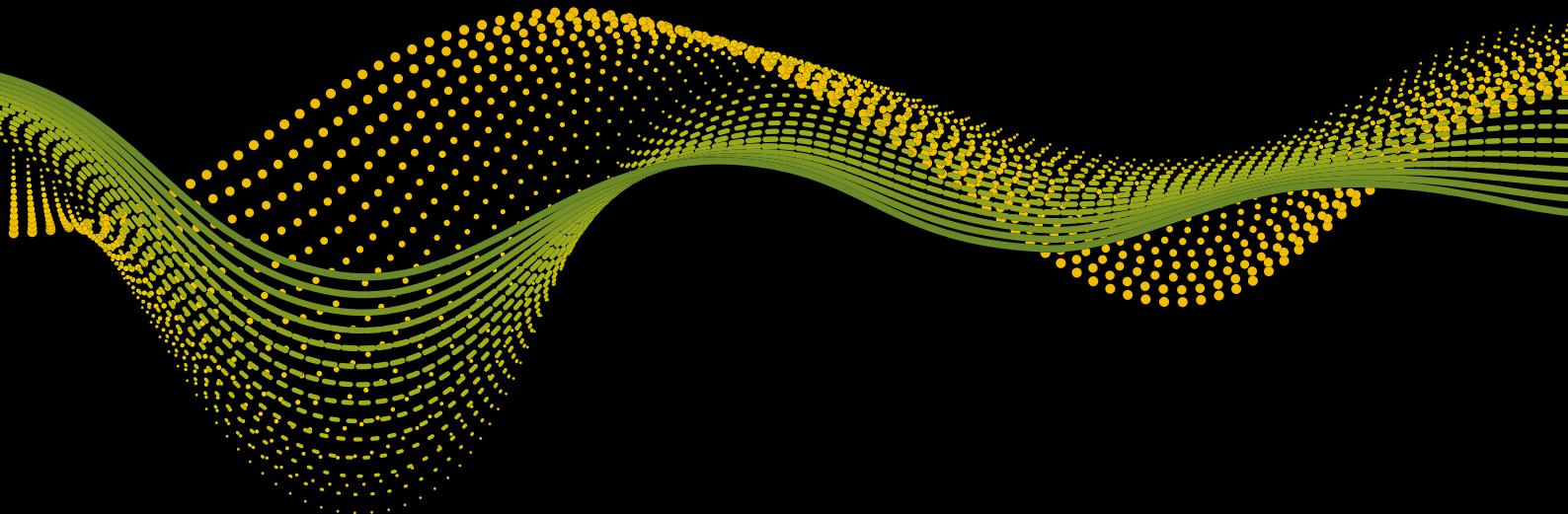


e|m|w

Das ener|gate-Magazin.



Schwerpunkt

Kraftwerke, Krisen, Klima –
Europas Energiezukunft im Fokus

Werkzeugkasten für eine
effiziente Energiewende

– welchen Beitrag das Verteilnetz leisten kann

Von **Matthias Löhlein, Alexander Jäger, Quirin Strobel, Simon Klingel**, Bayernwerk
& **Dr. Henning Schuster, Vicky Bung, Kilian Bienert**, E-Bridge Consulting



© Frank Wagner/istockphoto

Werkzeugkasten für eine effiziente Energiewende

- welchen Beitrag das Verteilnetz leisten kann

 Von **Matthias Löhlein, Alexander Jäger, Quirin Strobel, Simon Klingel**, Bayernwerk
& **Dr. Henning Schuster, Vicky Bung, Kilian Bienert**, E-Bridge Consulting

Die Energiewende steht vor einer neuen Phase, bei der Effizienz und Bezahlbarkeit in den Vordergrund rücken. Gleichzeitig hat das Ziel einer klimaneutralen Wirtschaft und Gesellschaft Bestand. Vor dem Hintergrund steigender Kosten für Netzausbau und Redispatch hat das Bayernwerk gemeinsam mit E-Bridge Consulting Werkzeuge für eine bezahlbare Energiewende aus Netzbetreiber- und Kundenperspektive untersucht. Eine Stresstest-Analyse prüfte zudem die Werkzeuge auf ihre Belastbarkeit gegenüber disruptiven Entwicklungen – etwa durch CO₂-Bepreisung, Lieferengpässe bei Komponenten, Preiszonensplitting oder Deindustrialisierung. Das Ergebnis: Die Maßnahmen erweisen sich als weitgehend robust und anpassungsfähig.

Das Netz steht durch den Zubau dezentraler Energieanlagen und eine immer weiter steigende Zahl an Anfragen unter Druck und vor Investitionen in Milliardenhöhe. Neue Umspannwerke, Leitungen sowie intelligente Technik für Steuerung und Messung sind notwendig. Die kontinuierlich steigenden Kosten für Netzausbau und Redispatch machen deutlich: Es braucht gezielte Hebel, um den wirtschaftlichen Druck auf das Energiesystem zu mindern. Vor diesem Hintergrund initiierte der Netzbetreiber Bayernwerk ein Projekt, das praktikable Lösungen identifizierte, die die Netzentwicklung durch innovative Ansätze effizienter machen. Im Fokus des Projekts standen Technologien und Maßnahmen, die sowohl die Nutzung bestehender Netzkapazitäten verbessern als auch zukünftige Infrastrukturanforderungen reduzieren können – ohne die Versorgungssicherheit oder den Ausbau der Erneuerbaren zu gefährden.

Elf priorisierte Werkzeuge bilden die Basis für das Gesamtbild

Während des Projekts entstand ein Werkzeugkasten mit 25 innovativen Maßnahmen zur wirtschaftlichen Integration von Energiewendetechnologien. Diese wurden systematisch bewertet, priorisiert und in einem fünfstufigen Verfahren zu einem Gesamtbild für ein kosteneffizientes Energiesystem verdichtet. Bei elf dieser Werkzeuge wurde ein gutes Verhältnis von Umsetzungsaufwand, Zeithorizont und Effizienzsteigerung

01 Übersicht der elf priorisierten Werkzeuge, deren Funktionsweise und Effekte

Werkzeug	Funktionsweise	Effekt auf		
		Netzausbau-kosten	Redispatch-Kosten	Anschluss-kosten
Dynamisierte Netzplanung	Netzplanung auf Basis zeitreihenbasierter Netzberechnung	⬇️	➡️	⬇️
Netztransparenz	Sichtbarkeit freier Netzkapazitäten für Projektierer zur Steuerung des Anlagenzubaus	⬇️	⬇️	⬇️
Regionaler Einspeiser-BKZ	Reduziert Anschlussleistung durch höhere Kostenbeteiligung des Einspeisers, setzt Anreize für Co-Location mit Speichern und steuert räumlichen Zubau	⬇️	⬇️	➡️
Einspeisenetz	Bau lokaler n-0-Netze ausschließlich für EE-Anlagen	⬇️	⬇️	⬇️
Einspeisesteckdose	Proaktiver Bau und Ausschreibung eines Anschlusspunktes in EE-Hotspotgebieten	⬇️	⬇️	⬇️
Redispatch-Vorbehalt	Netzanschluss in Engpassgebieten nur gegen Verzicht auf Redispatch-Entschädigung, Steuerungswirkung des Zubaus weg von Engpassgebieten	⬇️	⬇️	➡️
Überbauung	Erzeuger und Speicher teilen sich Anschlussinfrastruktur und Einspeiseleistung	⬇️	⬇️	⬇️
Netzdienliche Batteriespeicher	Ausschreibung netzdienlich betriebener Speicher. Fahrplan wird vom Netzbetreiber kommuniziert	⬇️	⬇️	➡️
Flexible Connection Agreements (FCA)	Anschluss in Engpassgebieten im Gegenzug zur (zeitlichen) Beschränkung der Anschlussleistung	⬇️	⬇️	➡️
rONT 2.0	Einsatz von Trafotechnologie mit dynamischer Sollwertregelung zur Spannungshaltung	⬇️	⬇️	➡️
Flexibilitätsmarkt	Marktbaserte Integration von Kleinstanlagen in bestehenden Redispatch 2.0.	➡️	⬇️	➡️



Hoher Effekt



Moderater Effekt



Kein signifikanter Effekt

ermittelt (siehe Abbildung 1). Sie sind die Basis des Gesamtbildes. Ergänzt werden diese durch weitere Tools zur höheren Netzauslastung und verbesserten Systemsteuerung.

Ein Teil der elf Werkzeuge wird beim Bayernwerk schon pilottiert. Dazu gehört unter anderem die Überbauung von Netzanschlusspunkten, welche auf der Kombination verschiedener volatiler Energieträger und deren zeitlich versetzter Erzeugungsstruktur beruht. Dadurch wird eine gleichmäßige Netzauslastung durch die Integration zusätzlicher Erzeugungsanlagen bei unveränderter Netzkapazität ermöglicht. Das Besondere an diesem Werkzeug ist die Möglichkeit, schnell einen Anschluss zu erhalten. Die effiziente Ausnutzung der Netzkapazität bringt volkswirtschaftliche Vorteile mit sich.

Auch in netzdienlichen Speichern liegt ein weiteres Werkzeug mit Wirkung auf den Netzausbau. Wenn der Speichereinsatz durch den Verteilnetzbetreiber definiert wird, kann dieser lokale Netzengpässe auflösen und entsprechend Ausbaumaßnahmen ersetzen. Bayernwerk ist als erster Verteilnetzbetreiber in Deutschland 2025 mit der Ausschreibung eines netzdienlichen Speichers im Landkreis Cham (Bayern) vorangegangen.

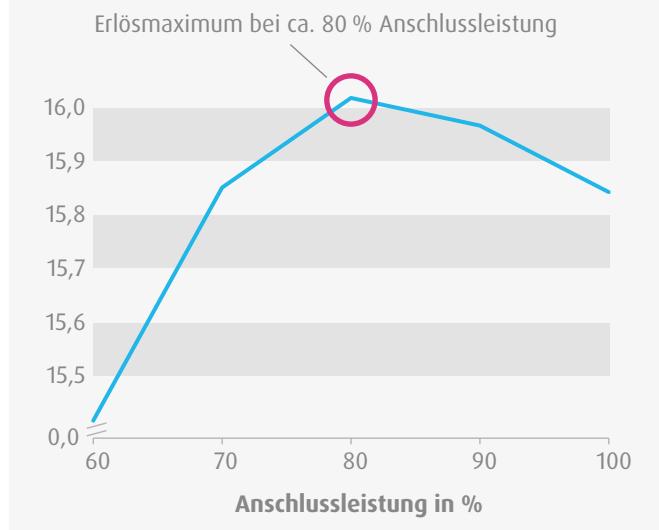
Eine Steuerungswirkung im Zubau von erneuerbaren Erzeugungsanlagen wird durch den Piloten der Einspeisesteckdose erreicht. Hierbei wird das Vorgehen des Netzzuschlussprozesses revolutioniert: Es werden vorab Netzkapazitäten bereitgestellt, auf die sich Projektentwickler bewerben können. Dadurch werden die Netzzuschlussprozesse deutlich effizienter gestaltet und es ergibt sich eine Lenkungswirkung beim systemdienlichen Zubau. Die erste Einspeisesteckdose im Gebiet der Bayernwerk Netz ist 2025 in Niederviehbach (Landkreis Landshut, Bayern) errichtet worden.

Für einen optimierten Netzbetrieb geht das Bayernwerk beispielsweise mit dem regelbaren Ortsnetztransformator 2.0 (rONT) voran. Der herkömmliche rONT ist bereits als Standard-Asset beim Bayernwerk etabliert. Im Unterschied zu konventionellen Ortsnetztransformatoren kann ein rONT auch unter Last und Spannung automatisch oder manuell betätigt werden. Er entkoppelt die Spannungsniveaus von Nieder- und Mittelspannungsnetz, sodass sich das verfügbare Spannungsbau besser ausnutzen lässt. Dieser Freiraum kann für den Anschluss von zusätzlichen Erzeugungsanlagen oder Lasten verwendet werden. Auch können sie das Blindleistungsmanagement optimieren. Der rONT 2.0 stellt die Nachrüstung eines herkömmlichen rONT mit Regelungstechnik dar. Somit kann mittels dynamischer Sollwertregelung eine noch spezifischere Anpassung der Spannungsregelung an die jeweils aktuelle Netzsituation gewährleistet werden. Um die Potenziale volumnäßig heben zu können, sind für einige der anderen Werkzeuge jedoch gesetzliche und regulatorische Anpassungen notwendig.

Einsatz einzelner Effizienzhebel setzt regulatorische Anpassungen voraus

Standortsignale wie ein regional differenzierter Einspeiser-Baukostenzuschuss (BKZ) und ein Redispatch-Vorbehalt ermöglichen eine gezielte regionale Steuerung des Zubaus von Energiewendetechnologien. Beide Instrumente fördern eine effizientere Netznutzung, schaffen wirtschaftliche Anreize für

02 Beispielhafte Wirkung eines Einspeise-BKZ auf die Erlöse eines 10-MW-PV-Parks.



PV- und Speicherlösungen und führen zu einer verursachergerechteren Verteilung der Netzkosten sowie volkswirtschaftlichen Vorteilen durch sinkende Redispatch-Kosten.

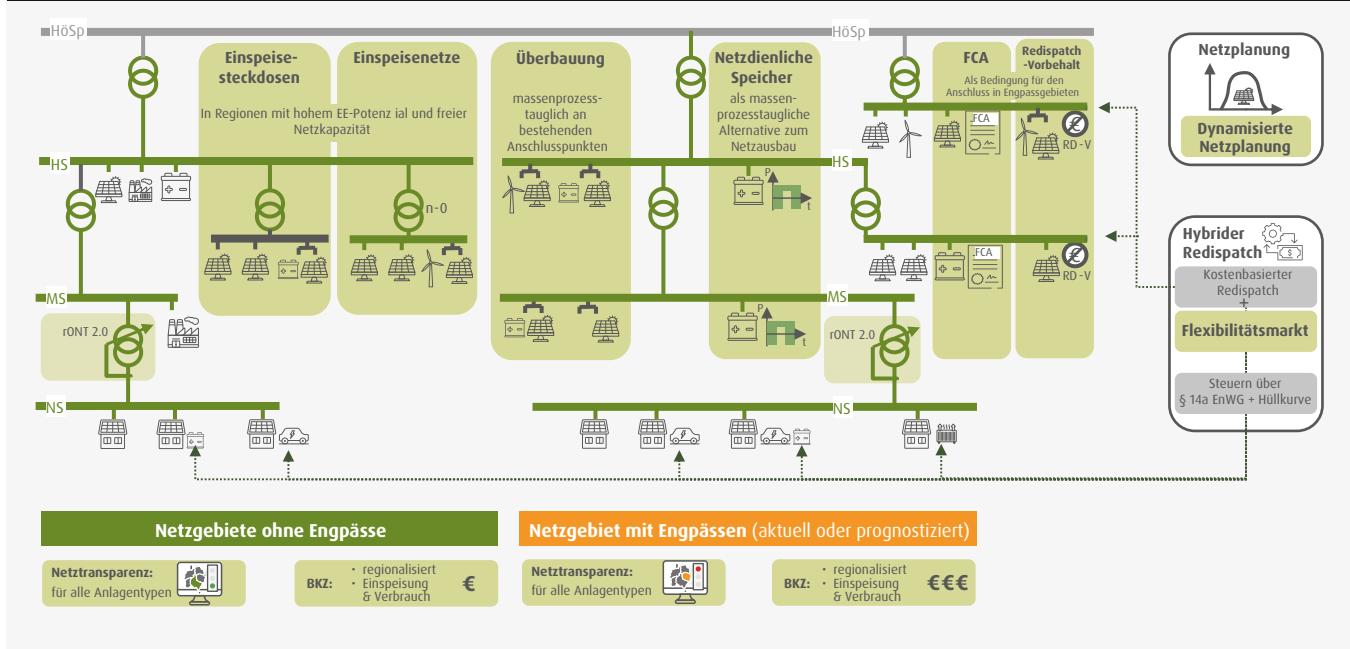
Allerdings sind für die Umsetzung dieser Werkzeuge regulatorische Anpassungen zwingend erforderlich: Aktuell fehlt die rechtliche Grundlage sowohl für die Erhebung eines BKZ bei Einspeisern als auch für dessen regionale Differenzierung auf Verteilnetzebene. Auch der Redispatch-Vorbehalt ist derzeit für Netzbetreiber nicht anwendbar.

Die beispielhafte Wirkung eines einspeiseseitigen Baukostenzuschusses wird in Abbildung 2 dargestellt: Durch den BKZ entsteht ein marktlicher Anreiz, die Einspeisespitze zu reduzieren und Speicher auszubauen. Die beispielhafte Ausgestaltung unterliegt gewissen Annahmen¹. Die volle Leistung des PV-Parks kann vergleichsweise kurz bei entsprechendem Wetter eingespeist werden. Die Reduzierung der Anschlussleistung bedingt somit eine marktliche Begrenzung dieser kurzen Einspeisespitzen in das Netz im Vergleich zu der für Kleinanlagen festen 60-Prozent-Leistungskappung. Gleichzeitig wird der notwendige Netzausbau reduziert und eine Effizienzsteigerung der Netznutzung gewährleistet.

Die Einführung von Flexibilitätsmärkten mit lokalen Anreizen zur Nutzung von erneuerbar erzeugter Energie ist ein zentraler Hebel, um steigende Redispatch-Kosten wirksam zu begrenzen. Dafür braucht es eine Ergänzung der Redispatch-2.0-Prozesse um einen marktbasierteren Mechanismus zur Einbindung von Flexibilitäten der unteren Spannungsebenen (Speicher, Wärmepumpen, Elektroautos, Elektrodenheizkessel etc.). Um dabei Engpässe durch marktgetrieben entstandene Gleichzeitigkeit zu vermeiden, sollte das kurative Engpassmanagement für Verbrauchsanlagen in der Niederspannung nach Paragraf

¹ BKZ 123 €/kW (2025), Bestimmung analog Bezug, keine Vergütung bei Negativpreisen anhand Day-Ahead-Zeitreihen für 2024, entgangene Markterlöse in Abh. der Einspeisebegrenzung bei einer 10-MW-PV-Anlage in Bayern aufgelöst über 20 Jahre

03 Ein mögliches Gesamtbild für eine effiziente Energiewende in Bayern: Verortung der Werkzeuge im Verteilnetz



14a EnWG künftig durch einen präventiven Ansatz, wie das Hüllkurvenkonzept, ergänzt werden.

Werkzeugkasten für eine effiziente Energiewende

Das Ergebnis aus den Einzelteilen ist ein umfassender Werkzeugkasten für die wirtschaftliche Netzintegration von Energiewendetechnologien, der konkrete, erprobte und priorisierte Maßnahmen vereint (siehe Abbildung 3). Die identifizierten Werkzeuge bieten ein beträchtliches Effizienzpotenzial – insbesondere bei Netzausbauinvestitionen, Redispatch-Maßnahmen und mittelbar auch bei den Netzentgelten für Endkundinnen und -kunden. Zusätzlich werden auch Kosten auf Kundenanschlussseite gespart, beispielsweise durch effiziente Projektclusterung, wie bei der Einspeisesteckdose oder Einsp-

eisenetzen. Damit trägt der gesamtheitliche Ansatz nicht nur zur technischen Beherrschbarkeit der Energiewende bei, sondern auch zur wirtschaftlichen Entlastung des Gesamtsystems.

Roadmap zur Umsetzung: Modular, belastbar, priorisiert

Die Werkzeuge wurden auch gegen verschiedene politische und technische Stressszenarien getestet. Ergebnis: Das Modell ist robust. Die Stressszenarien wirken beschleunigend oder dämpfend auf die Umsetzung, ändern aber nicht die strategische Richtung. Grundsätzlich gilt: Je dynamischer sich die Energiewende entwickelt, etwa durch einen Preisverfall bei PV-Modulen oder Batteriespeichern oder einen starken Prosument-Zuwachs, desto höher ist die Dringlichkeit zur Umsetzung. Umgekehrt wirken energiewende- oder wirtschaftshemmende

Corporate Power Purchase Agreements

Der verlässliche Zugang für ihr Unternehmen.
Erneuerbare Energie: langfristig & sicher.



E-world
energy & water
**Halle 3,
Stand 3C131**

de Entwicklungen, wie ein Überangebot an Erdgas oder eine schleichende Deindustrialisierung, dämpfend auf den Erneuerbaren-Zubau und die Elektrifizierung und verringern damit lediglich temporär den Umsetzungsdruck.

Ein modulares Vorgehen mit klarer Priorisierung sorgt für eine schrittweise Umsetzung: Schnell einführbare Maßnahmen stehen an erster Stelle, gefolgt von mittelfristig konzipierbaren Hebeln. Die dynamische Netzplanung und Systemführung bilden dabei das Fundament.

Fazit

Mit der Identifikation und Bewertung von 25 innovativen Werkzeugen zur wirtschaftlichen NetzinTEGRATION wurde ein belastbares Fundament für eine zukunftsFähige Netzstrategie geschaffen. Elf priorisierte Werkzeuge mit besonders hohem Nutzen wurden in ein Gesamtbild überführt, das sowohl beträchtliche Kosteneinsparpotenziale bei Netzausbau, Redispatch und Netzentgelten als auch klare steuerungspolitische Hebel für eine effiziente Energiewende aufzeigt. Somit profitieren alle Akteurinnen und Akteure von dem entwickelten Werkzeugkasten. Wie der Artikel jedoch zeigt, werden ebenso regulatorische Anpassungen notwendig. Dazu gehören unter anderem:

- **Baukostenzuschuss:** Erzeugungsanlagen sollten analog Bezugskunden künftig einen einmaligen, regional differenzierten Baukostenzuschuss für die angemeldete Leistung zahlen.
- **Clusterung statt Einzelprüfung:** Die Clusterung von mehreren Erzeugungsanlagen an einem Netzanschlusspunkt sollte ermöglicht werden.
- **Redispatch-Vorbehalt:** Die Möglichkeit, den Anschluss von neuen Erzeugungsanlagen und den Netzausbau besser zu synchronisieren, sollte geschaffen werden, z.B. durch die Einführung eines Redispatch-Vorbehalts in Netzengpassgebieten.

Diese Maßnahmen werden auch im Monitoringbericht zur Energiewende (September 2025) und in den daraus abgeleiteten zehn Schlüsselmaßnahmen des BMWE diskutiert. Zum Redaktionsschluss dieses Artikels waren noch keine konkreten Gesetzesvorhaben dazu auf den Weg gebracht. ↪

MATTHIAS LÖHLEIN

Jahrgang 1981

- Technischer Geschäftsführer Bayernwerk Natur GmbH
- Dipl.-Ing. Maschinenbau
- 2008–2010 Siemens Healthineers
- 2010–2019 Krones AG
- seit 2019 Bayernwerk AG
- ✉ matthias.loehlein@bayernwerk.de

ALEXANDER JÄGER

Jahrgang 1985

- Leiter Energiesystem und Innovation
- 2005–2011 Diplom-Ingenieur Kraftwerkstechnik und -management
- 2011–2014 Eon Netz GmbH
- seit 2014 Bayernwerk AG
- ✉ alexander.jaeger2@bayernwerk.de

QUIRIN STROBEL

Jahrgang 1991

- Strategie für Sonderprojekte & Grundsatzfragen Energienetze
- 2014–2022 Elektrotechnik und Informationstechnik (TU München)
- 2022–2024 Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft
- seit 2024 Bayernwerk AG
- ✉ quirin.strobel@bayernwerk.de

SIMON KLINGEL

Jahrgang 1992

- Referent für Strategie und Unternehmensentwicklung
- 2013–2020 Studium der Politik- und Sozialwissenschaften
- 2020–2022 Technische Universität München
- 2022–2024 Engel & Zimmermann
- seit 2024 Bayernwerk AG
- ✉ simon.klingel@bayernwerk.de

DR. HENNING SCHUSTER

Jahrgang 1983

- Geschäftsführer E-Bridge Consulting
- 2004–2014: Studium Wirtschaftsingenieurwesen
- 2009–2014: Leiter Forschungsgruppe Netzplanung und Netzbetrieb, IAEW RWTH Aachen
- 2013 Promotion Elektrotechnik
- seit 2014 E-Bridge Consulting
- ✉ hschuster@e-bridge.com

KILIAN BIENERT

Jahrgang 1995

- Senior Berater Verteilnetze E-Bridge Consulting
- 2013–2018 Studium Wirtschaftsingenieurwesen
- seit 2019 E-Bridge Consulting
- ✉ kbienert@e-bridge.com

VICKY BUNG

Jahrgang 1996

- Berater Verteilnetze E-Bridge Consulting
- 2015–2023 Studium Wirtschaftsingenieurwesen
- seit 2023 E-Bridge Consulting
- ✉ vbung@e-bridge.com

e|m|w

Das ener|gate-Magazin.

energate gmbh

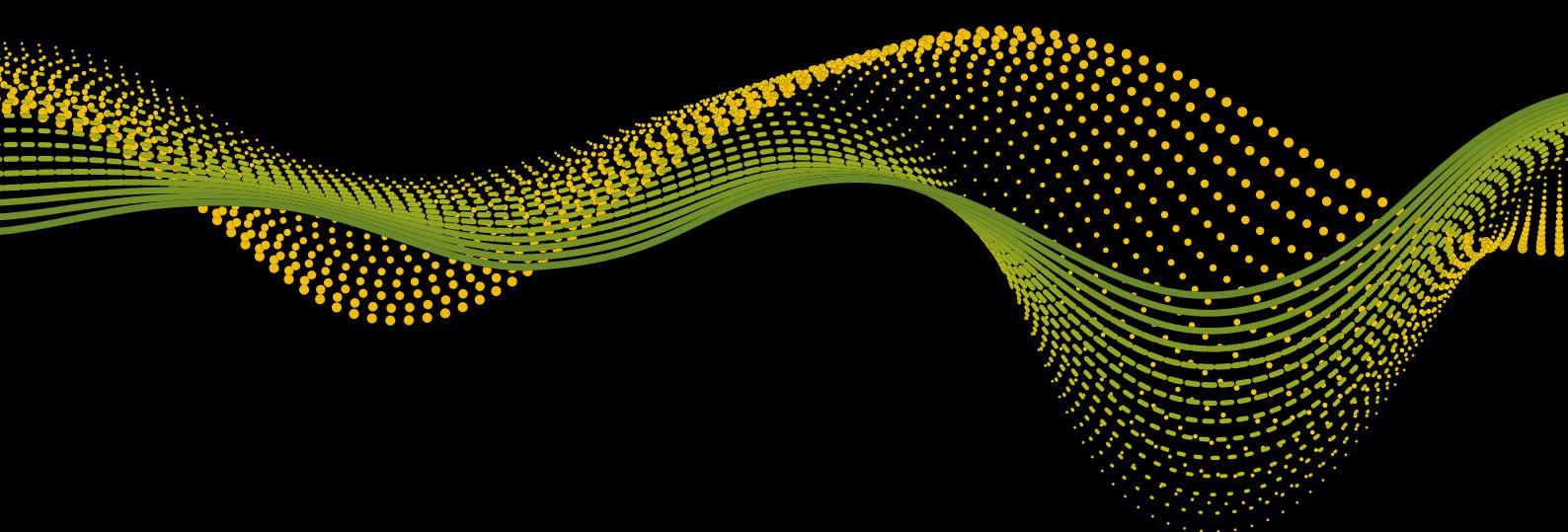
Norbertstraße 3-5

D-45131 Essen

Tel.: +49 (0) 201.1022.500

Fax: +49 (0) 201.1022.555

www.energate.de



Werden Sie Mitglied im **ener|gate club**
und erhalten Sie neben der **e|m|w**
viele weitere exklusive Leistungen!

www.energate.club

