

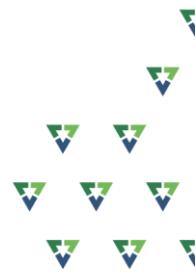
# Vier Jahre Energietransformation in der Praxis

---

Ein White Paper von Triveda



Dezember 2025



## Vier Jahre Energietransformation in der Praxis

### 1. Vier Jahre Lernkurve der Energietransformation

Zu Beginn der 2020er Jahre wurde die Energiewende vor allem als technologische Herausforderung diskutiert. Fragen nach der Verfügbarkeit neuer Technologien, nach Wirkungsgraden und Skalenpotenzialen dominierten den Diskurs. In der praktischen Umsetzung zeigte sich jedoch schnell, dass technologische Machbarkeit selten der begrenzende Faktor ist.

Triveda arbeitet seit 2022 an der Schnittstelle zwischen Industrie, Kommunen und Energieversorgern. Ein zentrales Muster zieht sich durch fast alle Projekte: Technologie ist verfügbar und wirtschaftlich darstellbar – aber Projekte verzögern sich oder scheitern an regulatorischen, organisatorischen und prozessualen Hürden. Strompreislogiken, Genehmigungsprozesse, unklare Zuständigkeiten und komplexe Akteurskonstellationen sind die eigentlichen Bremsen.

Industrieunternehmen stehen vor Investitionsentscheidungen mit Laufzeiten von 20 bis 30 Jahren, während regulatorische Rahmenbedingungen sich teilweise im Jahrestakt ändern. Das EEG wurde seit 2020 dreimal novelliert, CO<sub>2</sub>-Preise stiegen von 25 €/t (2021) auf 55 €/t (2025), die EU führt CBAM ein, Deutschland diskutiert Industriestrompreise von 5 ct/kWh. Diese Unsicherheit bremst Investitionen.

Ein zentrales Learning aus der Praxis ist die Notwendigkeit integrierter Ansätze. Dort, wo Elektrifizierung, Flexibilität und lokale Erzeugung gemeinsam gedacht wurden, konnten Projekte schneller umgesetzt und wirtschaftlich stabiler betrieben werden. Die praktische Erfahrung zeigt: Transformation braucht systemisches Denken, nicht nur technische Komponenten.

### 2. Industrielle Elektrifizierung – Realität statt Leuchttürme

Die direkte Elektrifizierung industrieller Prozesse gilt als zentraler Baustein der Energietransformation. Deutschland verbraucht jährlich etwa 300-350 TWh Erdgas in der Industrie. Für große Teile der Prozesswärme sind heute Technologien verfügbar: Wärmepumpen für Temperaturen bis 150-180°C erreichen COP-Werte von 3-5, Elektrodenkessel arbeiten bis 400°C mit Wirkungsgraden >99%, und Technologien zur direkten Elektrifizierung bis 1.500°C stehen vor der industriellen Erprobung.

Wärmepumpen erreichen Wärmegestehungskosten von 2,5-4 ct/kWh (bei günstigen Strompreisen) gegenüber Erdgas mit 6-8 ct/kWh. Das Potenzial liegt bei 20-30 GW installierter Leistung bis 2030, was 50-70 TWh Erdgas substituieren könnte. Elektrodenkessel sind ideal für flexible Lasten und können 30-40 GW bis 2030 erreichen (80-100 TWh Erdgas-Substitution).

In der Praxis hat sich bewährt, Elektrifizierung als schrittweisen Übergang zu gestalten. Hybride Systeme – elektrisch parallel zu fossil – erhöhen Betriebssicherheit, reduzieren Investitionsrisiken und ermöglichen flexible Fahrweisen. Die größten Hemmnisse liegen in Strompreisstrukturen und Netzentgelten. §19 StromNEV bestraft flexible elektrische Verbraucher mit bis zu fünffach höheren Netzentgelten als fossile Anlagen – eine klimapolitisch absurde Fehlanreizung.

Gewerbe- und Industriegebiete sind der entscheidende Skalierungsraum. Hier können Lasten gebündelt, Infrastrukturen geteilt und Flexibilität organisiert werden.

### 3. Erneuerbare Erzeugung vor Ort in Gewerbegebieten

Der Ausbau erneuerbarer Energien vor Ort ist ein zentraler Hebel für wirtschaftliche Elektrifizierung. Windenergieanlagen vor Ort und Photovoltaikanlagen auf Dach- und Freiflächen ermöglicht es, Strom dort zu erzeugen, wo er verbraucht wird. Die räumliche Nähe reduziert Netzentgelte, vermeidet Netzausbau und schafft ökonomische Unabhängigkeit.

In der Praxis zeigen Projekte Eigenverbrauchsquoten von 60-80%, wenn Erzeugung mit Speichern (elektrisch und/oder thermisch) und Lastmanagement kombiniert wird. Eine selbst erzeugte kWh Wind- oder Solarstrom kostet über 20 Jahre 5-8 ct/kWh, Netzstrom für Industrie 12-25 ct/kWh. Die Ersparnis ist enorm – und klimaneutral.

Batteriespeicher mit 2-8 Stunden Kapazität erhöhen die Eigenverbrauchsquote von 30-40% auf 60-80%. Die Kosten liegen bei 250-500 €/kWh, die Amortisation bei 4-9 Jahren. Zusätzlich können Speicher Netzdienstleistungen erbringen.

Lastmanagement ist der unterschätzte Hebel. Druckluftkompressoren können 10-30 Minuten pausieren, Kühlhäuser tolerieren ±2°C (1-4h Flexibilität), E-Lkw-Laden lässt sich strecken. In typischen Gewerbegebieten sind 15-25% der Last flexibilisierbar, was den Eigenverbrauch um 10-15 Prozentpunkte erhöht und die Kosten senkt.

### 4. Flexibilität als Wirtschaftlichkeits- und Standortfaktor

Flexibilität ist der am stärksten unterschätzte Hebel der Energietransformation. Lastmanagement, thermische Speicher und flexible Fahrweisen ermöglichen es, Stromüberschüsse aus Wind und Solar zu nutzen. Ohne Flexibilität sind viele Elektrifizierungsprojekte wirtschaftlich nicht tragfähig.

Das Prinzip: Strom ist nicht immer gleich teuer. An windigen Tagen oder sonnigen Mittagen fallen die Preise auf 0-5 ct/kWh oder werden negativ. An Dunkelflauten steigen sie auf 20-40 ct/kWh. Flexible Verbraucher können 30-50% Stromkosten sparen. Die technischen Optionen sind vielfältig: thermische Speicher, Power-to-Heat, Demand-Side-Management, Batteriespeicher und Power-to-Gas.

In Gewerbegebieten können unterschiedliche Lastprofile synergetisch genutzt werden. Produktionsbetriebe laufen im Schichtbetrieb, Logistik nachts, Kühlung flexibel, Büros tagsüber, E-Lkw-Laden über Nacht. Der Gleichzeitigkeitsfaktor sinkt auf 0,6-0,7 statt 0,9, was bedeutet: Ein Gewerbegebiet mit theoretisch 20 MW Spitzenlast zieht real nur 12-14 MW.

Eine stärkere Vergütung systemdienlicher Flexibilität ist zentral für die nächste Phase der Energietransformation. Unternehmen, die Lasten systemdienlich steuern, sollten belohnt werden – durch niedrigere Netzentgelte, Flexibilitätsprämien oder Marktzugang zu Regelenergie.

## 5. Rolle von Triveda

Triveda begleitet Industrie und Kommunen als Integrator der Energietransformation. Der Fokus liegt auf systemischer Analyse (Technik, Wirtschaft, Regulierung, Organisation), integrierten Konzepten (Elektrifizierung + Flexibilität + Erzeugung) und Umsetzungsunterstützung (Technologiepartner, Projektmanagement).

Die Triveda-Methode umfasst vier Phasen: Bestandsaufnahme (Energieverbräuche, Lastgänge, Potenziale), Szenarioentwicklung (technische Konzepte, Wirtschaftlichkeit, Business Cases), Organisationsmodell (rechtliche Struktur, Stakeholder-Management, Finanzierung) und Umsetzungsunterstützung (Technologiepartner, Projektmanagement).

Die Triveda-Erfahrung aus vier Jahren zeigt: Transformation braucht systemisches Denken, pragmatische Umsetzung und lokale Verankerung. Die technischen Lösungen existieren, die Business Cases sind positiv, die gesellschaftliche Notwendigkeit ist evident. Was fehlt, sind regulatorische Reformen, bessere Koordination zwischen Akteuren und professionelle Begleitung.

Die resiliente Energiezukunft ist keine Utopie. Sie ist eine Notwendigkeit, eine Chance und eine gemeinsame Aufgabe. Triveda arbeitet daran – gemeinsam mit Industrie, Kommunen und Partnern. Die Transformation beginnt jetzt. Und sie beginnt vor Ort – in den Gewerbegebieten, in den Industrieparks, in den Kommunen.

### Kontakt:

Triveda – Strategische Energie- und Technologieberatung

[www.triveda.de](http://www.triveda.de) | [info@triveda.de](mailto:info@triveda.de)