

FACTSHEET: Nachhaltige Produktion durch optimierte Nutzung erneuerbarer Energien

Heutzutage befindet sich die Automobilzulieferindustrie in einem tiefgreifenden Wandel: Elektromobilität, technologische Umbrüche und steigender Kostendruck treffen auf volatile Energiepreise und wachsende Emissionsanforderungen. Besonders KMU geraten dadurch wirtschaftlich unter Druck. Energieeffizienz wird damit vom Randthema zum zentralen Wettbewerbsfaktor. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen Zulieferer Energieeffizienz, digitale Transparenz und erneuerbare Energien strategisch integrieren und ihre komplexen Energie- und Produktionssysteme aktiv, datenbasiert steuern.

„Energieeffizienz gehört zu den kosteneffizientesten Wegen, den Übergang zu einer klimaneutralen Wirtschaft zu unterstützen und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken sowie die Energiekosten der Industrie zu senken“

European Commission

HINTERGRUND

Die doppelte Herausforderung der Energiewende für die Automobilzulieferindustrie

Die Automobilzulieferindustrie steht heute vor einer Vielzahl gleichzeitig wirksamer Transformationsprozesse, die sich in ihrer Dynamik gegenseitig verstärken. Während die Umstellung auf Elektromobilität, kürzere Innovationszyklen und der zunehmende Kostendruck die industrielle Wertschöpfung bereits massiv verändern, verschärft der Energiemarkt diese Entwicklung weiter. Besonders kleine und mittelständische Zulieferbetriebe sind von stark gestiegenen und zugleich volatilen Energiepreisen betroffen, die ihre wirtschaftliche Stabilität erheblich belasten. Gleichzeitig fordern sowohl die Bundesregierung als auch die großen Automobilhersteller eine deutliche Reduktion von Emissionen entlang der gesamten Lieferkette. Diese Kombination aus ökologischen Vorgaben, ökonomischen Zwängen und technologischen Umbrüchen führt dazu, dass Energieeffizienz heute nicht mehr nur ein Nebenaspekt betrieblicher Optimierung ist, sondern zu einem zentralen Wettbewerbsfaktor geworden ist.

Unternehmen der Automobilzulieferindustrie stehen daher vor der Aufgabe, Energieeffizienz, digitale Transparenz und flexible Nutzung erneuerbarer Energien in ihre Produktionsstrategie zu integrieren. Ein reaktiver, kurzfristiger Umgang mit Energiefragen genügt nicht mehr; gefragt sind datengestützte Technologien, die es ermöglichen, die hochkomplexen Energie- und Produktionssysteme eines modernen Zulieferbetriebs gesamtheitlich zu verstehen und aktiv zu steuern.

Die Energieeffizienzlücke: Ein ungenutztes Potenzial

In zahlreichen Zulieferbetrieben ist eine deutliche Lücke zwischen dem technisch möglichen und dem tatsächlich erreichten Energieeinsparpotenzial zu beobachten. Diese sogenannte Energieeffizienzlücke hat vielfältige Ursachen. Zum einen sind industrielle Energiesysteme hochkomplex, da Produktion, Gebäudetechnik, Fertigungsplanung, Prozesswärme, Druckluft, Kälteversorgung und interne Logistik in einem eng verwobenen Geflecht stehen. Gerade in KMU fehlt oft die personelle Kapazität, um diese Komplexität tiefgreifend zu analysieren und Optimierungen systematisch umzusetzen.

Zum anderen sind viele Betriebe über Jahrzehnte gewachsen, wodurch Maschinenparks entstanden sind, die unterschiedlichste Technologiegenerationen umfassen. Moderne CNC-Zentren mit detaillierten SPS-Daten stehen häufig direkt neben älteren Anlagen, die überhaupt keine digitale Schnittstelle besitzen. Auch die Kosten für individuelle Energieaudits oder flächendeckende Sensorinstallationen stellen für viele KMU eine Hürde dar, die eine umfassende Optimierung verzögert. Studien zeigen, dass dadurch häufig 20 bis 30 Prozent des realisierbaren Einsparpotenzials ungenutzt bleiben – obwohl die Maßnahmen wirtschaftlich attraktiv wären.

Diese Energieeffizienzlücke verdeutlicht, dass der Schlüssel zu nachhaltiger Produktionsoptimierung weniger in einzelnen Maßnahmen liegt, sondern in einer grundlegenden Transparenz und systemischen Betrachtung aller relevanten Verbraucher und Einflussfaktoren.

Die digitale Lösung: Die KI-gestützte, vollvernetzte Zulieferfabrik

Digitale Technologien eröffnen einen strukturellen Lösungsweg, indem sie Transparenz herstellen, komplexe Zusammenhänge erkennen und Optimierungsstrategien selbstständig entwickeln. Zentrale Elemente sind Energiemanagementplattformen, die maschinen- und gebäude-technische Daten erfassen, analysieren und in steuerbare Maßnahmen überführen. Durch Methoden des maschinellen Lernens lassen sich Lastprognosen erstellen, ineffiziente Muster erkennen und Betriebsstrategien automatisch anpassen.

Für KMU bedeutet dies, dass Energieeffizienz nicht mehr von individuellen Expertenwissen oder manuellen Analysen abhängt, sondern systematisch und kontinuierlich optimiert werden kann. Die digitale Fabrik der Zukunft basiert auf einer intelligenten Vernetzung aller Anlagen und Energiesysteme, die den Betrieb energieoptimiert, flexibel und resilient gegenüber Preisschwankungen macht.

Damit entsteht ein Wandel vom bisherigen Effizienzparadigma hin zu einem Intelligenzparadigma, bei dem KI die nötige analytische Tiefe liefert, um komplexe industrielle Energiesysteme wirtschaftlich zu beherrschen.

Kernherausforderungen für die Automobilzulieferindustrie

Die Branche weist mehrere Besonderheiten auf, die den Umgang mit Energie komplexer machen als in vielen anderen Industriezweigen. Die enge Integration in die Wertschöpfungskette der OEMs, die Bearbeitung hochpräziser Bauteile und die Abhängigkeit von energieintensiven Vorprodukten führen dazu, dass Energieeffizienz, CO₂-Bilanzen und Transparenz auch strategische Faktoren in der Kundenbeziehung darstellen. Daraus ergeben sich für Zulieferbetriebe folgende drei zentrale Herausforderungen:

- 🌀 Analyse des Energieverbrauchs
- 🌀 Mangelnde Transparenz in Brownfield-Umgebungen
- 🌀 Komplexität der Systemoptimierung

Analyse des Energieverbrauchs

Obwohl der direkte Energieverbrauch vieler Zuliefer-KMU geringer erscheint als die der großen Grundstoffindustrien, ist die Branche indirekt stark von energieintensiven Vorstufen abhängig. Metalle, Kunststoffgranulate oder chemische Beschichtungsmaterialien tragen aufgrund ihrer energieintensiven Herstellung erheblich zur Gesamtumweltbilanz eines Bauteils bei.

Gleichzeitig sind viele interne Produktionsprozesse, wie etwa Zerspanung, Wärmebehandlung, Oberflächenveredelung oder Druckluftversorgung, ebenfalls energieintensiv. Ohne genaue Kenntnis der spezifischen Lastgänge einzelner Maschinen bleibt jedoch unklar, an welchen Stellen relevante Einsparpotenziale bestehen. OEMs fordern zunehmend aussagekräftige CO₂-Daten auf Bauteilebene, und diese basieren weitgehend auf präzisen Energieverbräuchen entlang der Prozesskette. Daher ist die

unternehmensinterne Energieanalyse ein strategischer Schlüssel zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit.

Mangelnde Transparenz in Brownfield-Umgebungen

Die typische Produktionsumgebung eines Zulieferbetriebs ist ein gewachsener Brownfield-Anlagenpark. Unterschiedliche Maschinenalter, verschiedene Steuerungssysteme und fehlende digitale Schnittstellen erschweren eine flächendeckende Transparenz erheblich. Viele Unternehmen scheuen den hohen Aufwand, jede Anlage einzeln mit Zählern und Sensorik auszustatten. Die Folge sind unvollständige Datenlagen, die präzise Entscheidungen verhindern.

Moderne KI-basierte Methoden ermöglichen hier eine effiziente Lösung, insbesondere durch den Einsatz von Non-Intrusive Load Monitoring. NILM analysiert die elektrischen Signaturen des Gesamtstroms und identifiziert über charakteristische Muster, welche Maschinen oder Aggregate gerade aktiv sind. Dadurch wird die Zuordnung von Energieverbräuchen auch ohne zusätzliche Sensoren möglich.

In Verbindung mit virtuellen Energiemessstellen, die aus vorhandenen Betriebsdaten abgeleitet werden, entsteht eine umfassende Transparenz ohne tiefgreifende Eingriffe in die bestehende Infrastruktur. Für KMU bedeutet dies, dass sie innerhalb kurzer Zeit ein präzises Bild ihrer Energieflüsse erhalten, ohne in großem Umfang in Messtechnik investieren zu müssen. NILM wirkt somit als Enabler-Technologie, die den Einstieg in ein datenbasiertes Energiemanagement erheblich vereinfacht.

Komplexität der Systemoptimierung

Selbst bei hoher Transparenz bleibt die Optimierung industrieller Energiesysteme komplex, da Maschinenbelegung, Produktionsplanung, Versorgungstechnik, Prozesswärme, Kühlung und externe Faktoren wie Wetter oder Strompreise sich gegenseitig beeinflussen. Eine manuelle Koordination dieser Einflussgrößen ist für KMU kaum zu leisten. KI-basierte Systeme übernehmen hier die Rolle eines kontinuierlichen Analytikers, der Muster erkennt, zukünftige Lastverläufe prognostiziert und Optimierungsempfehlungen oder automatische Steuerungsimpulse bereitstellt. Auf diese Weise werden fundierte operative und strategische Entscheidungen wesentlich verbessert.

Technologische Grundlagen für eine optimierte Energienutzung

Eine moderne, energieeffiziente Zulieferfabrik basiert auf einer integrierten Energiemanagementplattform, die Maschinen, Gebäudetechnik, Photovoltaik, Speicher und Ladinfrastruktur digital vernetzt. Sie schafft eine einheitliche Datengrundlage und ermöglicht erstmals eine systemübergreifende Optimierung. KI-gestützte Methoden wie virtuelle Messstellen und NILM erzeugen selbst ohne zusätzliche Sensorik eine hochauflösende Energietransparenz – ein entscheidender Vorteil für kostenbewusste KMU.

Darauf aufbauend sorgen KI-basierte Prognosen und automatische Steuerungsverfahren dafür, dass Prozesse flexibel an günstige Tarifzeiten und hohe PV-Erträge angepasst werden können. So lassen sich Lastspitzen vermeiden, Produktions- und Energieplanung verbinden und nachweislich erhebliche Energieeinsparungen erzielen.

Der integrierte Plattform-Ansatz

Die zentrale technologische Grundlage einer energieeffizienten Zulieferfabrik besteht in einer integrierten Energiemanagementplattform. Sie verknüpft Daten aus Maschinen, Messstellen, Gebäudetechnik, Photovoltaik, Speichersystemen und Ladeinfrastruktur und ermöglicht eine ganzheitliche Analyse. Entscheidend ist, dass sie offene Standards unterstützt und sich nahtlos in heterogene Anlagenparks integrieren lässt, wie sie für die Zulieferindustrie typisch sind. Eine solche Plattform bildet das Nervensystem der modernen Fabrik und ermöglicht erstmals eine systemübergreifende Optimierung.

Kosteneffiziente Transparenz durch KI

Da KMU traditionell nur begrenzt in teure Sensorik investieren können, kommt KI-basierter Datenerfassung eine besondere Bedeutung zu. Virtuelle Messstellen erlauben es, Energieverbräuche aus vorhandenen Maschinensignalen abzuleiten, ohne zusätzliche Hardware installieren zu müssen. Ergänzt wird dieser Ansatz durch NILM, das die Lastgänge einzelner Verbraucher aus einem einzigen zentralen Einspeisepunkt herauslesbar macht. Die elektrischen Signaturen verschiedener Maschinen dienen dabei als eindeutige Identifikationsmerkmale.

Durch diese Kombination entsteht eine hochauflösende Energietransparenz, die ohne flächendeckende Hardwareausstattung möglich ist. Dies ist ein zentraler Vorteil für Zuliefer-KMU, die auf kosteneffiziente Lösungen angewiesen sind und dennoch eine präzise Datengrundlage benötigen.

Automatisierte Optimierung und Steuerung

Sobald Transparenz hergestellt ist, können KI-Methoden genutzt werden, um den Fabrikbetrieb automatisiert zu optimieren. Eine wesentliche Anwendung ist die Lastprognose, mit der Lastspitzen im Voraus erkannt und vermieden werden. Durch intelligente Steuerung lassen sich energieintensive Prozessschritte so verschieben, dass sie zeitlich günstige Tarifstrukturen oder hohe PV-Erträge nutzen. Gleichzeitig können Produktionsplanung und Energiemanagement miteinander verknüpft werden, sodass

Maschinenbelegung und Energieverbrauch nicht länger getrennte Welten darstellen. Zahlreiche Studien zeigen, dass durch diese ganzheitliche Betrachtung Energieeinsparungen von fünf bis 25 Prozent realisierbar sind.

Energieflexibilität durch Sektorenkopplung

Energieflexibilität wird in den kommenden Jahren eine zentrale Rolle spielen. Batteriespeicher ermöglichen die effiziente Nutzung regenerativer Energie und reduzieren Lastspitzen. Die Integration betrieblicher Elektrofahrzeuge erweitert den Flexibilitätsspielraum zusätzlich. Perspektivisch eröffnet Vehicle-to-Grid die Möglichkeit, Fahrzeuge aktiv in das Energiemanagement einzubinden. Für die Automobilzulieferindustrie ergibt sich daraus ein strategischer Vorteil: Die Fähigkeit, Lasten flexibel zu steuern und erneuerbare Energien optimal einzusetzen, wird zunehmend Teil der Nachhaltigkeits- und Lieferantenbewertungen der OEMs.

Handlungsempfehlungen für Zuliefer-KMU

Für eine erfolgreiche Transformation empfiehlt sich ein stufenweises Vorgehen, das auf Transparenz, Digitalisierung und Flexibilisierung basiert. Ein schneller und kosteneffizienter Einstieg gelingt über KI-basierte Transparenz, insbesondere durch virtuelle Messstellen und NILM. Darauf aufbauend sollten Zulieferbetriebe eine offene Energiemanagementplattform implementieren, die Analyse, Prognose und Optimierung integriert.

Im nächsten Schritt kann die Produktionsplanung stärker an Energieparametern ausgerichtet werden, indem Lastspitzen vermieden und energieintensive Prozesse bevorzugt in günstige Zeitfenster gelegt werden. Dies lässt sich mit modernen KI-Verfahren weitgehend automatisieren. Parallel dazu sollte die Integration von Photovoltaik und Batteriespeichern geprüft werden, um die eigene Energieflexibilität zu erhöhen. In der langfristigen Perspektive bietet die Kopplung mit Elektromobilität weitere Potenziale, insbesondere wenn Vehicle-to-Grid-fähige Infrastrukturen vorbereitet werden.

Gleichzeitig sollten Zuliefer-KMU die gesamte Wertschöpfungskette einbeziehen und die Energieeffizienz ihrer Vorlieferanten berücksichtigen, da OEMs zunehmend vollständige Scope-3-Transparenz verlangen. Dies stärkt nicht nur die interne Effizienz, sondern erhöht auch die strategische Attraktivität als Lieferant.

ZUSAMMENFASSUNG UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Automobilzulieferindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel, der Energieeffizienz, Digitalisierung und Nachhaltigkeit zu zentralen Erfolgsfaktoren macht. KI-basierte Transparenz, intelligente Optimierung und flexible Nutzung erneuerbarer Energien ermöglichen es gerade kleinen und mittelständischen Unternehmen, ihre Produktionskosten nachhaltig zu senken, CO₂-Vorgaben zu erfüllen und ihre Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern. Die Kombination aus NILM, virtuellen Messstellen, integrierten Plattformen und automatisierter Steuerung bildet dabei den Kern eines modernen, energieeffizienten Produktionsökosystems. Unternehmen, die diesen Weg frühzeitig beschreiten, positionieren sich als leistungsfähige und zukunftssichere Partner in einer zunehmend nachhaltigen automobilen Wertschöpfungskette.

Abschließend empfiehlt sich für Zuliefer-KMU ein pragmatischer Fahrplan: Zunächst sollte durch KI-basierte Verfahren wie virtuelle Messstellen und NILM schnell und kosteneffizient Transparenz im Brownfield geschaffen werden. Darauf aufbauend bildet eine zentrale, interoperable Energiemanagementplattform das technische Rückgrat, das alle relevanten Daten bündelt und für Analyse, Prognose und Steuerung nutzbar macht. Mit KI-gestützten Lastprognosen und der gezielten Verlagerung energieintensiver Prozesse können anschließend spürbare Einsparungen erzielt werden. Ergänzend stärkt der konsequente Aufbau von Energieflexibilität, z.B. durch Photovoltaik, Batteriespeicher und perspektivisch Vehicle-to-Grid, die Fähigkeit, erneuerbare Energien optimal zu integrieren und zugleich steigende Anforderungen der OEMs zu erfüllen.

Handlungsempfehlungen für die AZI:

- ☞ **Transparenz schnell und kosteneffizient herstellen:** Einstieg über KI-basierte Verfahren wie virtuelle Messstellen und NILM, um ohne große Sensorik-Investitionen ein genaues Bild der Energieflüsse im Brownfield zu erhalten.
- ☞ **Zentrale Energiemanagementplattform implementieren:** Einführung eines offenen, interoperablen Systems, das Maschinen-, Gebäude- und Energiedaten bündelt und die Grundlage für Analyse, Prognose und Steuerung bildet.
- ☞ **Produktion energieoptimiert steuern:** KI-gestützte Lastprognosen, Spitzenlastvermeidung und die intelligente zeitliche Verlagerung energieintensiver Prozesse nutzen, um nachhaltig 5–25 % Energiekosten einzusparen.
- ☞ **Energieflexibilität aufbauen und erneuerbare Energie integrieren:** Kombination aus PV, Batteriespeicherung und perspektivisch Vehicle-to-Grid nutzen, um Lasten flexibel zu steuern, Eigenverbrauch zu erhöhen und Anforderungen der OEMs zu erfüllen.

QUELLEN:

European Commission, Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency (Energy Efficiency Directive, EED)

Faller, Clemens; Podann, Gianluca; Kneißler, Andreas; Arnold, Simone: Datengetriebene Integration von Energieerzeugung und -verbrauch in der industriellen Produktion: LSTM-basierte Prognosen und NILM-gestützte Verbrauchsanalyse

Enit hub: Algorithmen statt Unterzähler - Betriebszustandserkennung auf der Basis aggregierter Lasten; Veröffentlicht: 14. März 2024; Zuletzt aktualisiert: 2. Mai 2024

Voltfang: Batteriespeicher in der Industrie: Wirtschaftlichkeit unter der Lupe; 8. Dezember 2023

Arnold, S.; Faller, C; Kneissler, A.; Podann, G.: Data-driven integration and optimized use of different energy flows for sustainable production in the district of the future (DIANEpro)

ECA Concept GmbH: Energiewende und Industrie: Demand Response in Industrial Production (DRIP); 11. September 2015

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH: Lastprofile und Lastmanagement in den Sektoren Industrie und GHD auf Verteilnetzebene (Projekt StroWae)

zur flexibleren Nutzung erneuerbarer

Seidl, Hannes; Schenuit, Carolin; Teichmann, Mario: Roadmap Demand Side Management. Industrielles Lastmanagement für ein zukunftsfähiges Energiesystem. Schlussfolgerungen aus dem Pilotprojekt DSM Bayern; Deutsche Energie-Agentur (dena); Juni 2016

Müller, Christian: Rolle der Digitalisierung im Gebäudebereich. Eine Analyse von Potenzialen, Hemmnissen, Akteuren und Handlungsoptionen; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi); Berlin, 2017

Weigold, Matthias: Künstliche Intelligenz für Energietechnologien und Anwendungen in der Produktion (KI4ETA) Schlussbericht KI4ETA; Technische Universität Darmstadt (PTW), 30. April 2025

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI: Wie kann ein flexibler Energiebezug zur Transformation der Industrie beitragen?; 12. November 2025

HERAUSGEBER



GESCHÄFTSSTELLE TRAIBER.NRW

c/o Bergische Universität Wuppertal
TMDT - Institute for Technologies and Management of Digital Transformation

Lise-Meitner-Str. 27, 42119 Wuppertal
Telefon: 0202 439 1164
E-Mail: koordination@traiber.nrw
www.traiber.nrw

INHALTLICHE VERANTWORTUNG

PROF. DR. DIPL.-ING. CLEMENS FALLER
DIPL.-ING. BRITTA WEIBERT

AKIS RUHR - Interdisziplinäres Institut für Angewandte KI und Data Science Ruhr
Hochschule Bochum, Kettwiger Str. 20, 42579 Heiligenhaus

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages