

# Digitalisierungspotenziale für die Batteriefertigung und die Wertschöpfungskette

Optionen für mehr Effizienz,  
Geschwindigkeit und  
Qualität



**T Systems**

Let's power  
higher performance

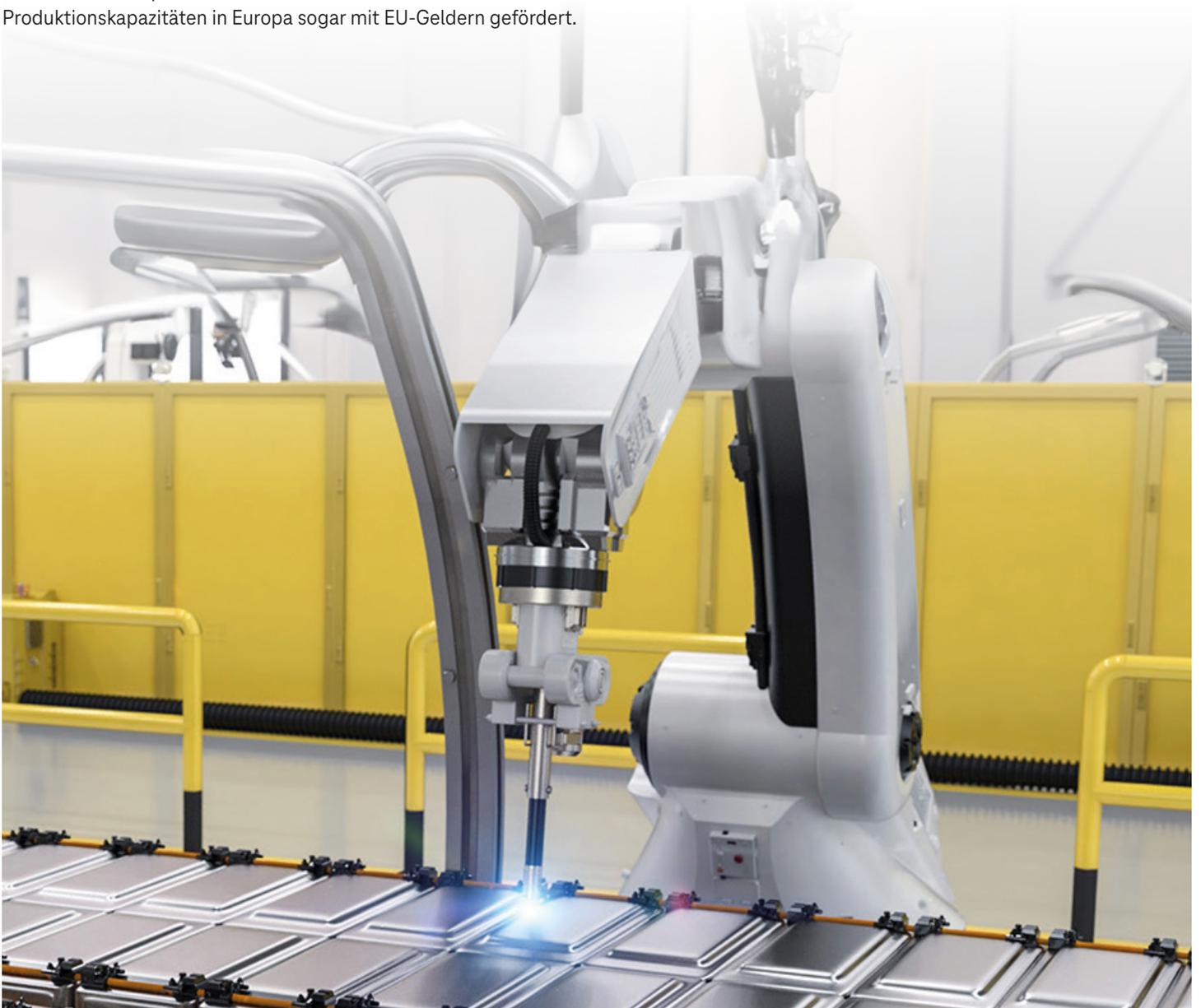
# Batteriefertigung als Motor der Mobilitätswende

Die Verfügbarkeit von Batteriekapazitäten ist einer der entscheidenden Faktoren, wenn die Mobilitätswende hin zur Elektromobilität gelingen soll. Zugleich repräsentiert die Batterie bei Elektroautos etwa 40 Prozent der Wertschöpfung. Bislang wird der Löwenanteil von Batterien für E-Fahrzeuge in China gefertigt. Das soll sich ändern.

Viele Hersteller, etablierte Automobilunternehmen genauso wie Start-ups, aber auch asiatische Hersteller, erkennen die Business-Chancen für eine Batterieproduktion „made in Europe“: Wertschöpfung entsteht im „grünen Kontinent“ Europa, Lieferketten werden kürzer, Abhängigkeiten reduziert, Nachhaltigkeitsaspekte werden stärker berücksichtigt. Im Rahmen der europäischen Batterieinitiative wird der Aufbau von Produktionskapazitäten in Europa sogar mit EU-Geldern gefördert.

2022 analysierte das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) den europäischen Batteriemarkt und kam zu dem Schluss, dass sich die Produktionskapazitäten von 124 GWh im Jahr 2022 auf 1.300 bis 1.500 GWh 2030 verzehnfachen sollen<sup>[1]</sup>. Bereits 2025 wollen die Hersteller die Kapazitäten auf über 500 GWh erhöhen – immerhin die 4-fache Kapazität innerhalb von nur drei Jahren.

**Ein Markt in Bewegung mit extrem starkem Wettbewerb, in dem Unternehmen, die schneller handeln, sich Marktanteile für ein boomendes Zukunftssegment sichern!** Ein Viertel der gesamten Produktionskapazität Europas soll übrigens in Deutschland entstehen.

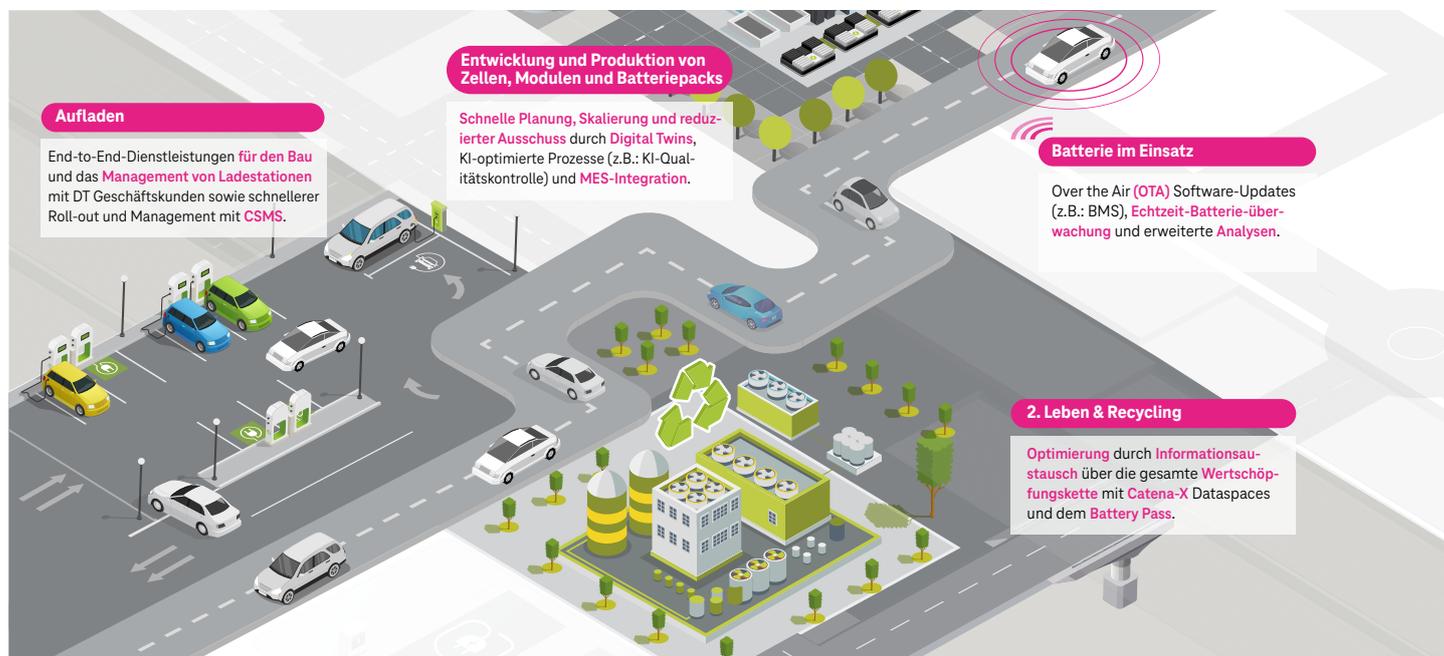


1. BEMA 2020 II - Europäische Batteriezellfertigung: Verzehnfachung der Produktionskapazitäten bis 2030, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, 2022, <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2022/presseinfo-17-Batteriezellfertigung-Verzehnfachung-2030.html>



## Herausforderungen entlang des Lebenszyklus

Wer ernsthaft in die Batterieproduktion einsteigen will, muss über den kompletten Batterie-Lebenszyklus hinweg denken. Dieser beginnt bei der Entwicklung, geht über die Produktion bis hin zur Nutzung und Verwertung der Batterie. Herausforderungen für Batteriehersteller ergeben sich entlang des ganzen Lebenszyklus (s. Grafik 1).



Grafik 1

Engineering-Kapazitäten für Batterieprodukte sind in einem stark umkämpften Segment relevant, damit sich Anbieter im **Wettbewerb mit Innovationen** differenzieren können. Dazu gehören insbesondere die technische (Weiter-) Entwicklung der Batterien, bspw. um die Energiedichte zu erhöhen und das Gewicht bzw. den Platzbedarf von Batterien zu reduzieren. Effiziente Zusammenarbeitsmethoden sind dafür wesentlich.

In der Produktion stehen vor allem **Betriebskosten und Qualität** im Mittelpunkt. Die Wartung und der Betrieb von Batterieproduktionsanlagen erfordern erhebliche Ressourcen und Expertise. Ein wesentliches Kennzeichen ist vor allem der hohe Energieverbrauch, der nicht nur ein wesentlicher Kostentreiber ist, sondern auch **Nachhaltigkeitsaspekte** berührt. Effiziente Produktionsprozesse sind vor diesem Hintergrund essenziell. Bei einer aktuellen Ausschussquote von über zehn Prozent spielt auch die Erhöhung der Produktionsqualität eine wichtige Rolle in der Fertigung. Gleichzeitig muss die Produktion skalieren können. Der schnelle Aufbau weiterer Produktionskapazitäten für die Bedienung der Batterienachfrage ist ebenfalls ein wettbewerbsentscheidendes Kriterium für Batteriehersteller. Dazu gehört auch die Eröffnung neuer Standorte.

Nicht zuletzt müssen Batteriehersteller regulatorische Vorgaben im Blick behalten. Diese gehen über die direkten Anforderungen an die Produktion hinaus. 2026 wird beispielsweise der EU Battery Pass eingeführt<sup>[2]</sup>. Er wird für alle neu angeschafften Batterien in Fahrzeugen, stationären Speichern und größeren Industriebatterien in Europa verpflichtend. Er stellt den kompletten Lebenszyklus von Batterien für Verbraucher transparent dar. Vorgesehen sind u.a. Komponenten wie der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, soziale Nachhaltigkeit, der Gesundheitszustand der Batterie und der Anteil recycelter/recyclebarer Stoffe.

Von der Wiederverwertung der eingesetzten Rohstoffe, Materialien und Komponenten am Ende des Lebenszyklus profitieren auch Batteriehersteller, die damit Zugriff auf zusätzliche Produktionskomponenten erhalten – essenziell angesichts des aktuellen Rohstoffmangels. Einem aktuellen Bericht der Weltbank zufolge (Dezember 2022)<sup>[3]</sup> stammen selbst in Europa, dem Vorreiter der Kreislaufwirtschaft, 87 Prozent des Ressourcen-Konsums aus Primärmaterialien. Nicht einmal zehn Prozent resultieren aus Recycling (8,6 %).

2. Darum geht's beim Batteriepass für Elektroautos, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2022, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/Batteriezellfertigung/batteriepass.html>
3. Squaring the Circle: Policies from Europe's Circular Economy Transition, The World Bank, 2022, <https://www.worldbank.org/en/region/eca/publication/squaring-circle-europe-circular-economy-transition>

# Digitale Lösungen erzeugen mehr Effizienz, mehr Transparenz und reduzieren Kosten



## Kollaboration und effiziente Datennutzung für bessere Entwicklung

Viele Entwicklungsteams in der Fertigungs- und Automobil-Industrie berichten von einem immensen Innovationsdruck. Entwicklungszyklen werden immer kürzer. Und das bei einem grassierenden Fachkräftemangel und einer zunehmend arbeitsteiligen Entwicklung mit vielen Partnern.

Vor dem Hintergrund der Business-Anforderungen wird klar, dass Entscheider sich stärker als jemals zuvor mit den Konsequenzen und den Möglichkeiten der Digitalisierung auseinandersetzen müssen. Hand aufs Herz: Verstehen Sie Technologie aktuell eher als einen Enabler für neue Möglichkeiten oder ein notwendiges Übel? Oder gar als ein Ärgernis, dessen Limitierungen Neuerungen sogar verhindern und Mitarbeitende belasten? Nutzen Sie die Digitalisierung als Booster.

PLM-Systeme (Product Lifecycle Management) sind maßgeblich für die Abläufe in der Batterieentwicklung. Diese sind in der Regel proprietäre, in sich abgeschlossene Welten. Unterschiedliche Datenformate und wenig ausgeprägte Fähigkeiten, sich mit anderen Systemen (auch jenseits der PLM-Welt) auszutauschen, sind das Resultat dieses Inseldenkens der Hersteller – kein seltenes Phänomen in der Tool-Landschaft für das Engineering.

Eine harmonische Zusammenarbeit innerhalb des Unternehmens braucht **system- und bereichsübergreifende Prozesse**. Erst durch die Beseitigung von Daten- und Prozessbrüchen wird eine optimale Arbeitsumgebung geschaffen. Dann wird ein **effizienter Datenaustausch** zwischen den Systemen, beispielsweise für die Datenversorgung von Folgesystemen oder Stücklisten-Synchronisierung zwischen PLM und SAP möglich. Auch externe Partner können nahtlos in diesen Datenaustausch eingebunden werden.

Idealerweise greifen Batteriehersteller bei solchen Integrationslösungen auf Tools zurück, die industriespezifische Prozesse und Use Cases als vorgefertigte Templates mitbringen. Auf diese Weise können kosten- und zeitintensive Neuimplementierungen vermieden werden, und das Unternehmen kann stattdessen von ausgereiften Lösungen profitieren.

Ein solches Werkzeug ist der PDM WebConnector. Er fungiert als PLM Middleware, die im Hintergrund die Komplexität von Daten reduziert, eine Art zentrale Datendrehscheibe, die einen bidirektionalen Austausch zwischen verschiedensten Systemen erlaubt. Dazu bringt er standardmäßig eine Fülle von Schnittstellen und Konversionsfunktionen mit. Er kann auch im Rahmen von Catena-X für die Standardisierung von Daten eingesetzt werden. So entstehen unter dem Strich für Engineering-Teams (und andere Unternehmenseinheiten) konsolidierte Daten-Pools mit einem aktuellen Datenbestand. Weitere wichtige Themen über die Datenintegration hinaus sind die **semantische Interpretation von Daten** und die Einführung von **Digitalen Zwillingen**.



Semantic Data Layer erzeugen Zusammenhangswissen. Sie interpretieren die aus den verschiedenen Quellen zusammengetragenen Daten aus Business-Sicht und beantworten Business-Fragen wie:

Wie erreiche ich Rückverfolgbarkeit über alle Artefakte in meinem Engineering-Prozess?

Welche Auswirkungen hat dieser Change Request?

Welche Bauteile, Konfigurationen oder Tests kann ich für ähnliche Anforderungen wiederverwenden?

Zur Zukunft des Engineerings gehört es auch, Mitarbeiter mit Fach-Know-how bestmöglich zu entlasten und die Zusammenarbeit auf ein neues Niveau zu heben. Dabei spielen **Digitale Zwillinge**, virtuelle Abbildungen physischer Dinge, eine entscheidende Rolle. Sie erlauben ein Arbeiten „direkt am Objekt“. Änderungen an einer Batterie können virtuell modelliert, die Auswirkungen der Änderungen auf die Batterie-Leistung simuliert werden. In den Digitalen Zwilling können auch Informationen aus der Nutzung von Batterien einfließen. Das Engineering kann daraus wertvolle Impulse für die Entwicklung neuer Batteriegenerationen gewinnen.



## Just-in-time Produktion, Qualitätsverbesserung, effizienter Energieeinsatz

Eine der zentralen Herausforderungen in der Batterieproduktion ist die Verknüpfung zweier verschiedener Fertigungs-Ansätze: Der Slurry für die Elektrodenfertigung entsteht in Batch-Fertigung, Zellen als kleinste Batterie-Einheiten sowie deren Kombination zu Modulen und Packs in diskreter Fertigung. Die hybride Fertigung schafft ein komplexes und herausforderndes Produktionsumfeld.

Zudem steht die Elektrodenproduktion erst am Anfang: ein ganzheitliches Produktionsdesign sowie die Messung von Daten entlang des Produktionsprozesses zur Identifikation von Optimierungspotenzialen sind noch nicht etabliert.

Die jeweiligen **Produktionsprozesse müssen harmonisiert und integriert** werden. Erst eine nahtlose Zusammenarbeit sichert eine effiziente Produktion. Insbesondere die Anpassung an Nachfrageschwankungen oder Änderungen der Produktionsabläufe wirken sich direkt auf die Effizienz aus.

Neben der (unternehmensinternen) Verzahnung der beiden Produktionsansätze müssen Batteriehersteller auch entlang der **Lieferkette** denken und eine effiziente **Just-in-Time-Bereitstellung** der Ausgangskomponenten und Rohstoffe planen sowie die zu liefernden Batterien mit den Bedürfnissen des OEM als Kunden abstimmen. Die Koordination der Lieferkette sowie die Produktionsplanung können mit IoT-Lösungen und Künstlicher Intelligenz (KI) heute stärker verzahnt und analysiert werden. IoT-Lösungen schaffen eine hohe Transparenz über Lokation und Menge von Rohstoffen und Produkten über die Lieferkette hinweg; KI hilft bei der Planung, Analyse und Optimierung der Abläufe. Effizienzpotenziale werden identifiziert, Produktionskosten gesenkt.

Vor dem Hintergrund des hohen Energiebedarfs stehen für Batteriehersteller auch **energieverbrauchsoptimierende Maßnahmen** im Fokus. Eine exakte Erfassung der Energieverbräuche und Sammlung von Energiedaten ist dafür das A und O. Diese Daten können nicht nur in Energie-Dashboards gesammelt und visualisiert werden, sondern auch als Basis für Simulationsmodelle dienen. Diese wiederum erlauben das Eruiere verschiedener Optimierungsmaßnahmen – auch dafür können KIs eingesetzt werden. Nicht zuletzt erlaubt die **Transparenz des Energieverbrauchs** die Berichterstattung im Zuge von Nachhaltigkeitsberichten.

Hinsichtlich der **Qualität der Batteriefertigung** ist Europa noch am Anfang. Stand heute (2023) sind 40 Prozent der produzierten Zellen defekt oder müssen nachbearbeitet werden<sup>[4]</sup>. Zwölf Prozent der Produktion sind durchschnittlich Ausschuss.

Die Fertigungskosten, aber auch der der Carbon Footprint der Produktion korrelieren sehr stark mit der Qualität der Batterien. Die Vorhersagbarkeit der Produktqualität – auch in verschiedenen Produktionsvorstufen wie der Elektrodenfertigung spielt dabei eine wichtige Rolle<sup>[5]</sup>.

Die heute bislang übliche Stichprobenkontrolle lässt sich ebenfalls mithilfe von KI optimieren. Kameras arbeiten gemeinsam mit etablierten KI-Verfahren für die Objekterkennung zusammen. Viele Automobilhersteller nutzen solche Verfahren, um beispielsweise die Qualität von Schweißnahten automatisch zu überprüfen. Die KI nimmt dabei eine umfassende **Qualitätskontrolle für jedes Werkstück vor**. Dieses Verfahren kann beispielsweise direkt für die Überprüfung von sicherheitskritischen Schweißnahten bei der Konsolidierung von Batterie-Packs verwendet werden. KIs lassen sich aber auch für die Qualitätskontrolle in anderen Phasen der Produktion trainieren: Machine-Learning-Algorithmen<sup>[6]</sup> erlauben Forschung und Produktion die Auswertung von Produktionsdaten, um die Charakteristika von Batteriezellen bereits in frühen Produktionsphasen (in situ) zu prognostizieren und ggfs. zu optimieren.



### KI-basierte Qualitätskontrolle für Schweißnahten bei OEMs

Schweißvorgänge sind zentral für die Automobilproduktion. Hochwertige Schweißverbindungen sind ein Kennzeichen hochwertiger Produkte. Doch Schweißverbindungen bieten eine breite Palette möglicher Fehler: falsche Schweißnahtabmessungen, Poren oder Unterbrechungen beispielsweise. Die Qualitätskontrolle ist aufwändig und erfordert spezielles Personal. In der Regel sind in der Serienfertigung nur Stichpunktkontrollen möglich.

Mehrere Automobilhersteller greifen für die Kontrollen von Schweißnahten auf eine KI-basierte Lösung von T-Systems zurück. Sie nutzt eine AI-basierte Objekterkennung und verknüpft diese mit Sensordaten aus den Schweißrobotern. Das Resultat sind Echtzeitanalysen der Qualität jedes einzelnen Werkstücks. Die Qualitätskontrolle erlaubt auch Ursachenanalysen, um Fehlerquellen dauerhaft auszuschalten. Die KI-Basis erlaubt der Lösung, sich kontinuierlich weiterzuentwickeln (Self Learning) und Schweißroboter automatisch zu rekonfigurieren, um die Produktqualität zu verbessern.

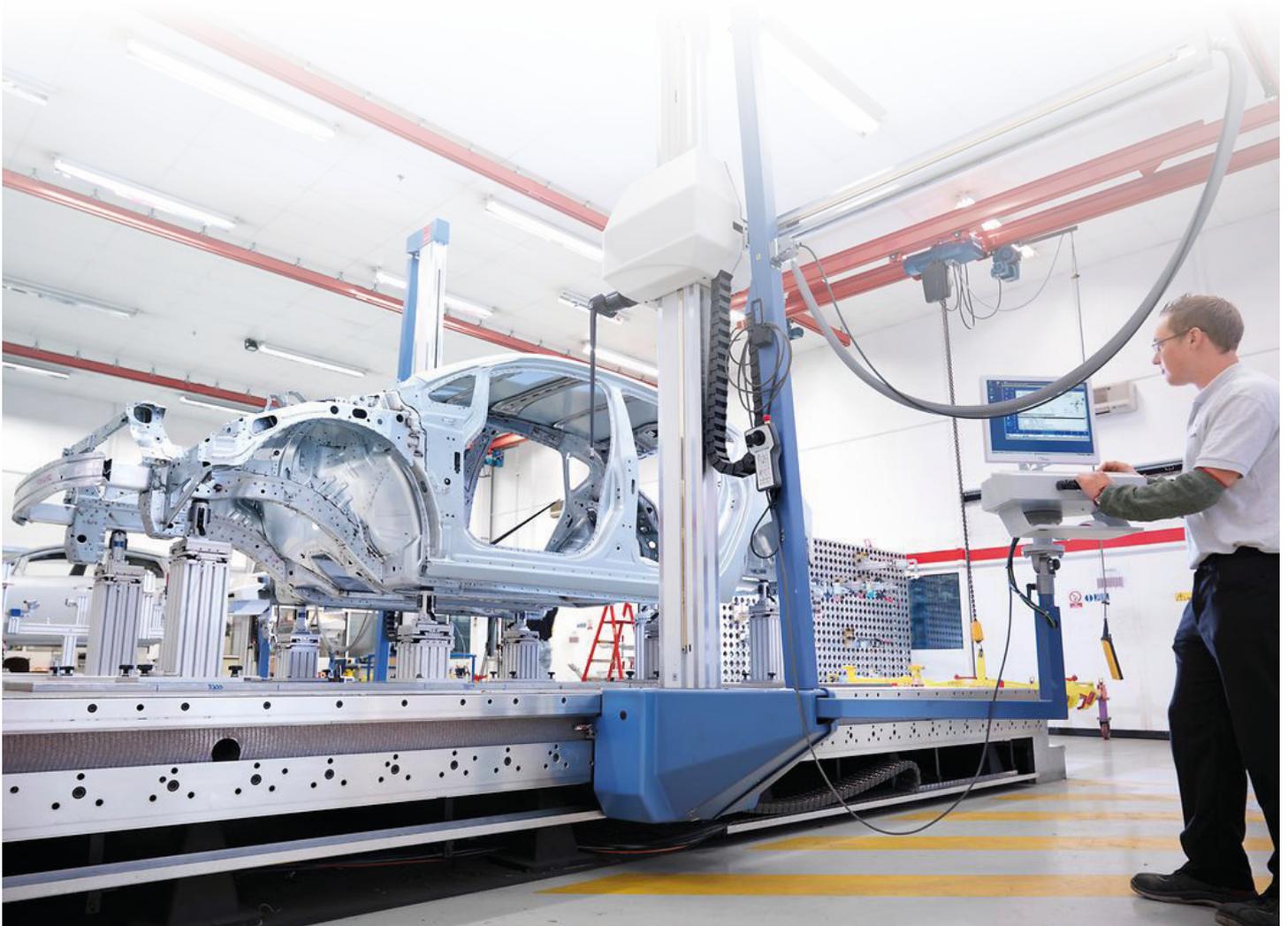
- Battery production design using multi-output machine learning models, *Energy Storage Mater.* **38** 93–112, Turetskyy A, Wessel J, Herrmann C and Thiede S, 2021, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405829721001008>
- Roadmap on Li-ion battery manufacturing research, *J. Phys. Energy* **4** 042006, Patrick S Grant et al., 2022, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2515-7655/ac8e30>
- Artificial intelligence applied to battery research: hype or reality?, *Chem. Rev.*, Lombardo T et al., *Chem. Rev.* 2022, **122**, 12, 10899–10969, 2021, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrev.1c00108>

Zuletzt können Industrial-Metaverse (IM)-Ansätze herausragende Beiträge bei der **Fabrik- und Produktionsplanung** leisten. Dabei entstehen komplette Fabriken mit allen Komponenten wie Robotern, Lasern, Maschinen, Betriebsmitteln, Komponenten, Werkstücken etc. nicht am Reißbrett, sondern als eine Konsolidierung verschiedener Digitaler Zwillinge. Planungsansätze und Simulationen im Industrial Metaverse (IM) beschleunigen die Fabrikplanung deutlich und senken so Projektkosten. Aber die Digitalen Zwillinge von Fabriken im IM erlauben auch Simulationen für eine Optimierung der Produktionsprozesse. Zudem sind Industrial-Metaverse-Plattformen häufig auch in der Lage, KIs zu trainieren.



### Fabrikplanung im Industrial Metaverse

Schon lange sind die Vorteile einer 3-dimensionalen Fabrikplanung gegenüber einer 2-dimensionalen bekannt. Doch bislang waren 3-dimensionale Modelle eher statisch. Sie konnten die Realität nur bedingt abbilden. Ein europäischer OEM nutzt ein Industrial Metaverse, um ein virtuelles Abbild einer kompletten Fabrik, mit allen ihren Elementen, inklusive ihrer Abläufe zu realisieren. T-Systems begleitet den OEM mit umfassenden Integrationsleistungen, die den Aufbau und die Interaktion der Digitalen Zwillinge ermöglichen. Das digitale Fabrik-Abbild gibt dem OEM Antworten auf „Was wäre wenn“-Fragen in Echtzeit. Mit dem 3D-Modell, das die Einführung von Änderungen und deren Auswirkungen auf den späteren Produktionsprozess untersucht, erhält er ein hilfreiches Werkzeug, um Fehler frühzeitig zu identifizieren. Fehlplanungen, Zeitverzögerungen, kostspielige Korrekturen und „Workarounds“ werden vermieden.

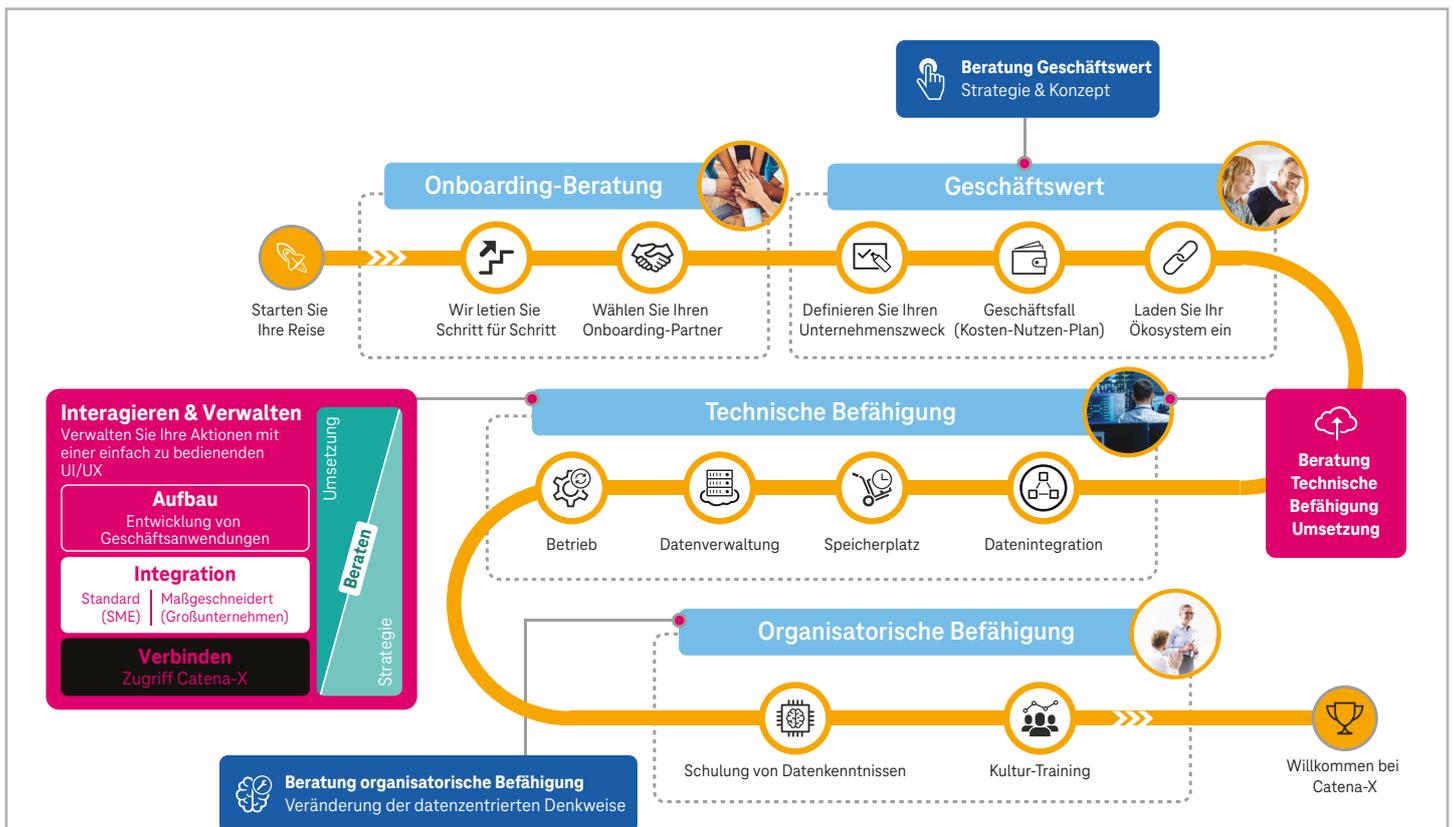




## Perspektiven durch Datenräume und Catena-X

Die Erfassung und Bereitstellung von Daten während der Produktion und Nutzung von Batterien kann Entwicklung und Produktion deutlich verbessern. Aber die Erfassung und Bereitstellung von Daten ist in Zukunft auch wichtig, um **externe Anforderungen** zu bedienen. Das sind zum einen **regulatorische** (wie der zuvor beschriebene Battery Pass), aber auch **branchenspezifische Anforderungen** im Wertschöpfungsnetzwerk. So etabliert sich Catena-X als ein neuer Standard für den Datenaustausch – und einem Ökosystem von Services, auch für die Kreislaufwirtschaft. Batterie-Hersteller sollten daher auch Vorsorge treffen, um sich an das Netzwerk anzubinden.

Eng verbunden mit Catena-X ist ein souveräner Umgang mit Daten. Dazu stehen – innerhalb von Catena-X, aber auch separat davon, souveräne Datenräumen bereit. Unternehmen können in diesen skalierbar Daten sammeln und nach Bedarf mit Partnern teilen – bei voller Kontrolle über die Daten. Die Verfügbarkeit der Daten sichert – im Nebenzug – auch die Erfüllung der regulatorischen Anforderungen.



T-Systems

Catena-X

DETECON  
CONSULTING

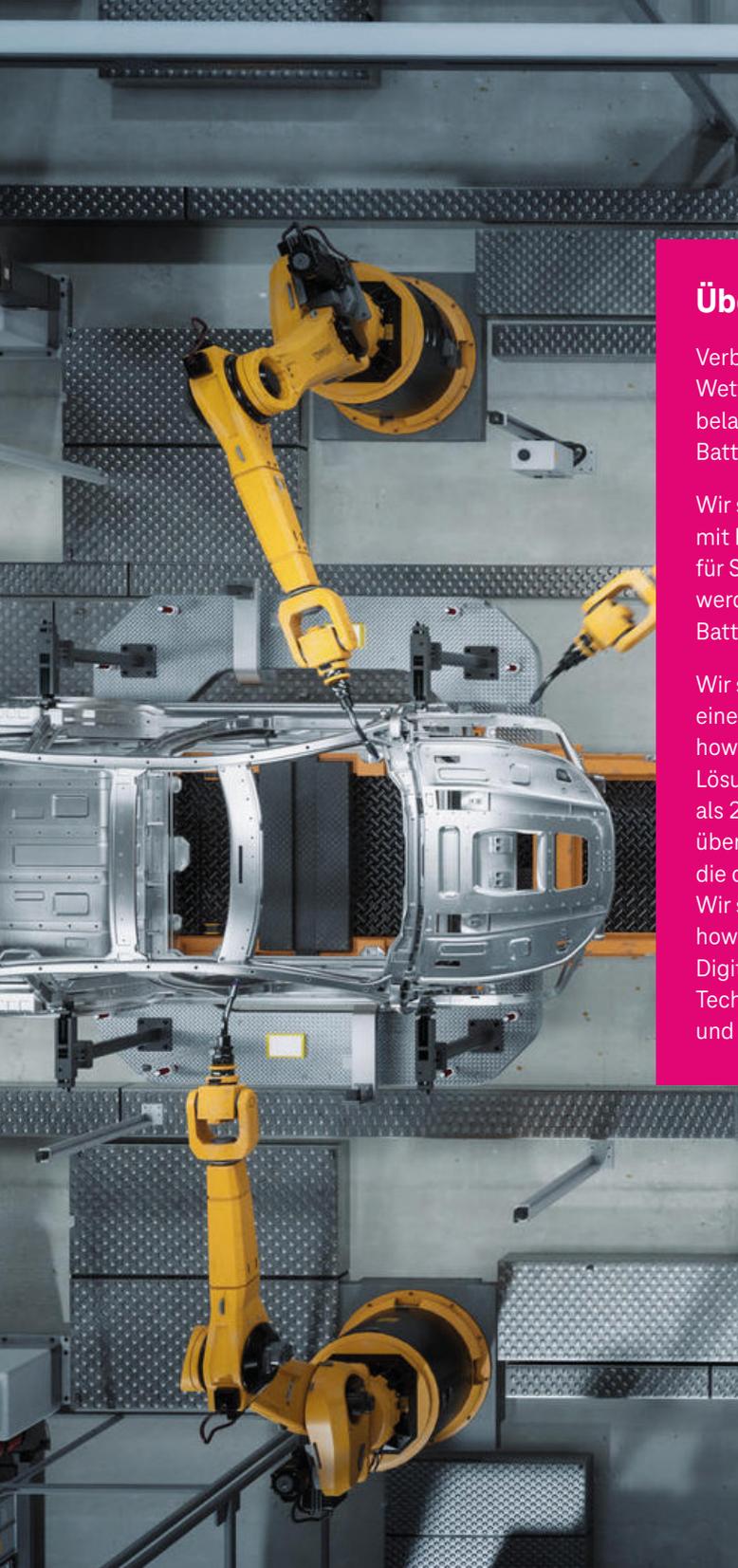
Ein Arbeitsergebnis des Catena-X Automotive Network Konsortialprojekts, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz.  
Förderkennzeichen: 13IK004\*

Quelle: <https://catena-x.net/de/catena-x-einfuehren-umsetzen/einfuehrung-von-catena-x>

### Catena-X – Datenbereitstellung in das Daten-Ökosystem

An der automobilen Wertschöpfung sind viele verschiedene Parteien beteiligt. Kleinunternehmen, mittelständische Tier-1- und Tier-2-Supplier sowie Großunternehmen. Allen gemein ist die Herausforderung, ihre Daten in das neue automobilen Daten-Ökosystem einzubringen. T-Systems begleitet Unternehmen jeder Größenordnung beim Einstieg in Catena-X. Das Spektrum von Lösungen umfasst Beratungsleistungen und die technische Realisierung von Anbindungen. Für Großunternehmen realisiert T-Systems spezifische Integrationen und Datentransformationen von Daten aus Legacy-Systemen. Für KMU bietet T-Systems standardisierte Lösungen für Daten-Upload und -Download sowie Datentransformation.

Für einen mittelständischen Tier-1-Supplier realisierte T-Systems eine Anbindungslösung, die den hauseigenen Semantic Integration Assistant (SIA) mit dem Catena-X-Standard-Tool für Datentransfer, den Simple Data Exchanger, kombiniert. Der SIA ergänzt den Transfer und die notwendige Transformation von Daten, damit sie den Vorgaben für digitale Zwillinge und semantische Dateninterpretation genügen. Das mittelständische Unternehmen wurde damit zu einem Early Adopter von Catena-X.



## Über T-Systems

Verbesserte Effizienz, Geschwindigkeit, Resilienz und Wettbewerbsfähigkeit sind Ihre Ziele? Sie wollen flexibel und belastbar sein und die Herausforderungen der Nachhaltigkeit in der Batterieentwicklung und -produktion meistern?

Wir sind ein langjähriger Partner der Automobil- sowie Fertigungsindustrie mit Expertise in der Prozess- und Chemieindustrie. Wir erschließen für Sie die Potenziale der Digitalisierung in der Batterieproduktion. Sie werden staunen, was heute möglich ist und welche Resultate für die Batteriefertigung entstehen!

Wir sind ein zuverlässiger und realisierungserfahrener Partner. Wir bringen eine Kombination aus einzigartigem Prozess- und Technologie-Know-how mit und bieten ein umfassendes Portfolio an sofort einsatzbereiten Lösungen. Wir sind die Nummer 1 in Automotive IT und blicken auf mehr als 25 Jahre Erfahrung zurück. Mit einer internationalen Community von über 3.000 Automotive-Experten haben wir 2022 über 5.000 Projekte für die digitale Zukunft von Automobilentwicklung und -produktion realisiert. Wir sind Experten für die digitale Zukunft der Automobilbranche mit Know-how für Prozesslösungen, Maschinenanbindung, Künstliche Intelligenz, Digital Twins, Industrial Metaverse. Wir greifen neueste Methoden und Technologien schnell auf. Wir haben eine starke Nachhaltigkeitsagenda und sind ein Gründungsmitglied von Catena-X.

**Sie wollen uns und unsere Kapazitäten kennenlernen?  
Sprechen Sie uns an.**

**Andreas Valtl**

Senior Business Development Manager Automotive

[andreas.valtl@t-systems.com](mailto:andreas.valtl@t-systems.com)

[automotive@t-systems.com](mailto:automotive@t-systems.com)

### Kontakt

[www.t-systems.de/kontakt](http://www.t-systems.de/kontakt)

0800 33 09030

[info@t-systems.com](mailto:info@t-systems.com)

### Herausgeber

T-Systems International GmbH

Marketing

Hahnstraße 43d

60528 Frankfurt am Main

Deutschland