



Datengetriebene  
Batteriewertschöpfungskette  
durch interoperable  
Produktion



**SynBatt**

Batteriezellproduktion

**ENLARGE**

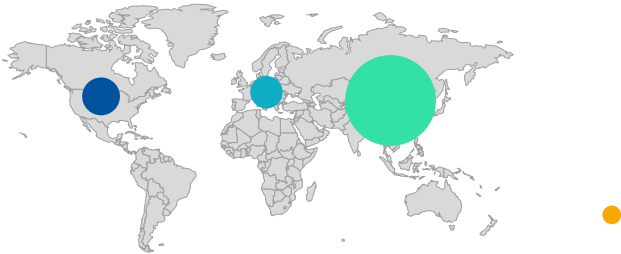
# Motivation

## Batteriezellproduktion

### Komplexität in globalem Spannungsfeld

Die Batteriezellproduktion ist ein **hochkomplexer, mehrstufiger Prozess** mit engen Prozessfenstern und starkem Einfluss kleinster Abweichungen auf Qualität und Prozessstabilität. In der Industrialisierung gefährden **lange Hochlaufphasen** sowie erhöhter **Ausschuss** die Wirtschaftlichkeit, insbesondere bei Produktwechseln, neuen Materialien und geänderten Anlagenkonfigurationen. In den vergangenen Jahren hat sich ein großer Teil des industriellen Know-hows und des praktischen **Prozessverständnisses in Asien**, insbesondere in China, konzentriert, was den **Wettbewerbsdruck auf europäische Akteure** erhöht.

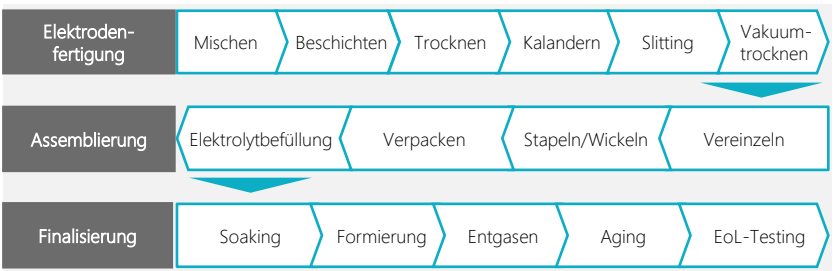
### Globale Produktionskapazität (in GWh)\*



Region	USA	Europa	Asien	Rest der Welt
Produktionskapazität [GWh]	220	165	3000	50

### Batteriezellproduktion – keine einfache Aufgabe:

- Die Batteriezellproduktion ist ein **hochkomplexer Herstellungsprozess**.
- Diverse **Fertigungs- und Verfahrenstechniken** kommen zum Einsatz.
- **Wechselwirkungen entlang der Prozesskette** erschweren die Identifikation von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen.



### Prozessbeherrschung durch Digitalisierung

Die Effekte der **Wechselwirkungen** der gekoppelten Teilprozesse werden oft **erst spät sichtbar**. Asiatische Zellhersteller verfügen über einen **Wissensvorsprung** durch langjährig aufgebautes, umfassendes Prozessverständnis über die gesamte Wertschöpfungskette. Die Digitalisierung der Produktion ist ein **zentraler Ansatz, um diesen Rückstand aufzuholen**. Konsequente **Datenerfassung** entlang der gesamten Prozesskette ermöglicht **datenbasierte Analysen**, macht **Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge** transparent und schafft ein belastbares End-to-End-Prozessverständnis als Grundlage für robuste Prozessführung.

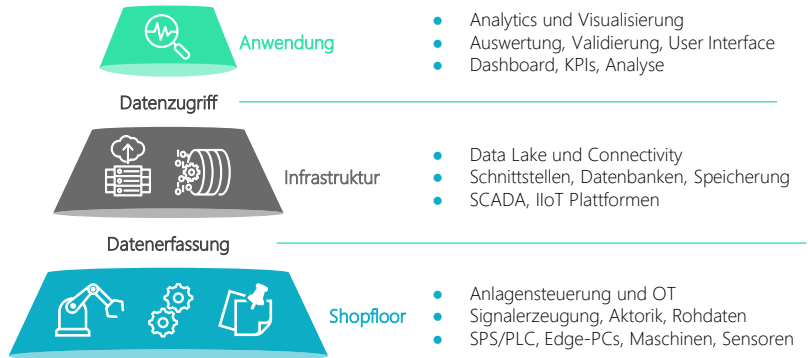
# Motivation

## Digitalisierung

### Digitalisierung: Transparenz schaffen, Prozesse beherrschen, Risiken senken

Durch eine **konsequente Datenerfassung über die gesamte Zellfertigung** wird jede einzelne Zelle lückenlos rückverfolgbar: Materialien, Chargen und Prozessparameter sind exakt dokumentiert. Dadurch entsteht **Fehlerfrüherkennung**, weil **Qualitätsabweichungen** früh identifiziert werden, bevor teure Veredelungs- oder Nacharbeitsschritte starten. Gleichzeitig ermöglicht die Transparenz eine **Prozessoptimierung**, bei der Parameter datengestützt angepasst werden, um maximale **Durchlaufgeschwindigkeit bei stabiler Qualität** zu erreichen. Auch die Anlagenverfügbarkeit steigt, weil sich **Wartungsbedarfe** und **Verschleißindikatoren erkennen** lassen, bevor es zum Stillstand kommt. Insgesamt führt das zu Risikominimierung: fehlerhafte Chargen werden gezielt eingegrenzt, was potenzielle Rückrufkosten reduziert.

### IT-Architektur der Batteriezellproduktion

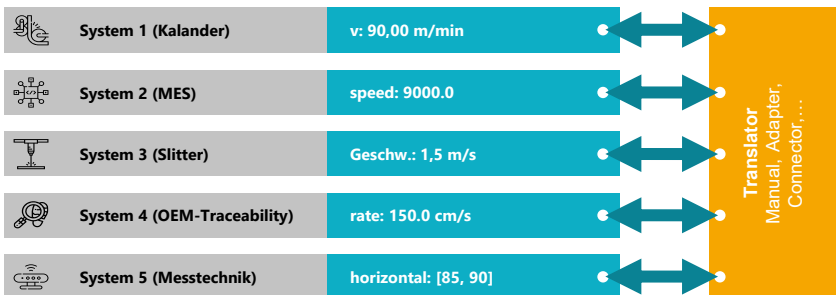


### Das Kernproblem: Uneinheitliche Kommunikation

In der Batteriezellproduktion treffen typischerweise Anlagen unterschiedlichster Hersteller und Generationen aufeinander, ohne dass ein durchgängiger Standard für Datenschnittstellen, Kommunikationsprotokolle, Eventdefinitionen oder physikalische Einheiten etabliert ist. Das erzeugt die zentralen Hürden für Digitalisierung:

- Unterschiedliche Datenformate, Einheiten, Zeitstempel und Eventdefinitionen.
- Fehlende konsistente Verknüpfbarkeit vorhandener Informationen entlang der Prozesskette.
- Notwendigkeit der Übersetzung und Harmonisierung von Daten vor jeder Analyse.

Daraus wird deutlich, dass einheitliche Maschinenkommunikation die Voraussetzung für durchgängige Datenerhebung ist und erst darauf Anwendungen wie Prozessoptimierung, Traceability und Battery Passport verlässlich und skalierbar aufbauen.

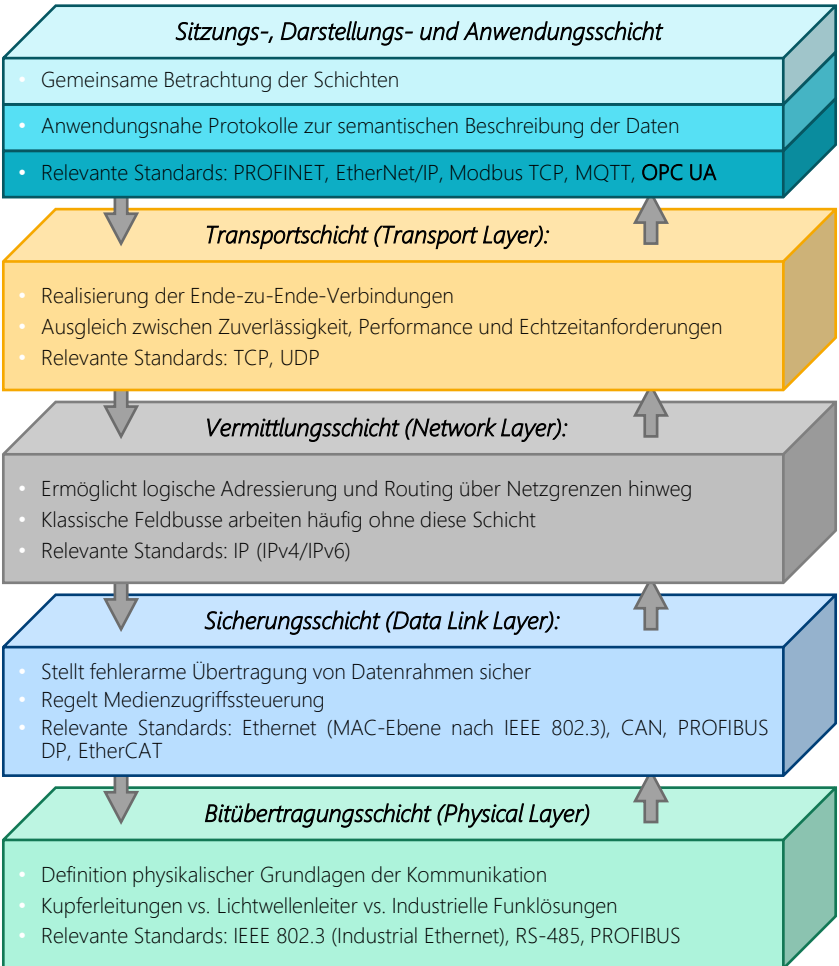


# Maschinenkommunikation

Ein Befähiger für datengetriebene Innovation

## Das Open Systems Interconnection Modell (OSI)

Die Datenkommunikation im Produktionsumfeld bildet das Rückgrat moderner Industrie- und Automatisierungssysteme. Sie beschreibt, wie Informationen zwischen Sensoren, Aktoren, Steuerungen, Leitsystemen und übergeordneten IT-Systemen zuverlässig ausgetauscht werden. Zur strukturierten Einordnung dieser Kommunikationsbeziehungen hat sich das OSI-Modell als Referenz etabliert:



## OPC UA: Die anwendungsnahe Weltsprache der Produktion

OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) ist weit mehr als ein Übertragungsstandard. In modernen Produktionssystemen agiert es als universeller Dolmetscher.

Der entscheidende Unterschied: OPC UA überträgt nicht nur rohe Zahlenwerte, sondern liefert deren Bedeutung (Semantik) anwendungsnah gleich mit. So weiß das empfangende System beispielsweise sofort, dass der Wert „90“ eine „Bahngeschwindigkeit in m/min“ ist. Das Ergebnis: Maschinen unterschiedlicher Hersteller verstehen sich „ab Werk“.

# Maschinenkommunikation

## Von der Kommunikation zur Information

### Das semantische Defizit konventioneller Automatisierungsprotokolle

Die Limitierung uneinheitlicher Kommunikationsprotokolle liegt nicht in der Signalübertragung, sondern im Fehlen maschineninterpretierbarer Semantik. Konventionelle Protokolle übertragen zwar Werte zuverlässig, liefern jedoch keine Information über Bedeutung, Einheit oder Prozesskontext. Jede systemübergreifende Integration erfordert bilaterale Mapping-Logik und jede Erweiterung individuelle Anpassungen.

OPC UA adressiert diese Problematik durch **protokollinhärente Semantik** und erweitert das klassische Kommunikationsparadigma um:

- **Selbstbeschreibende Informationsmodelle** mit intrinsischen Metadaten (Einheit, Qualität, Zeitstempel) statt isolierter Datenpunkte
- **Typisierter Address Space** zur Abbildung hierarchischer Prozesszusammenhänge und realer Objektbeziehungen
- Standardisierte Companion Specifications für **domänenspezifische Semantiken** über Herstellergrenzen hinweg

Protokoll	Semantik	Ereignis basiert	Echtzeit-fähigkeit	Sicherheit	Interaktionsmodell	Plattform-unabhängigkeit	Informationsmodelle
OPC UA	●	●	◐	●	●	●	●
PROFINET	◐	◐	●	◐	◐	◐	○
EtherCAT	○	◐	●	◐	◐	◐	○
Modbus TCP	○	○	◐	○	○	◐	○
PROFIBUS	○	○	◐	○	◐	○	○
MQTT	◐	●	◐	◐	◐	●	◐
CAN/CANopen	○	◐	●	○	◐	◐	○

Legende: ○ nicht vorhanden | ◐ begrenzt | ◑ teilweise | ◒ weitgehend | ● vollständig

### Ableitung der Protokollauswahl für die Batteriezellproduktion

Die verketteten Fertigungsschritte der Batteriezellproduktion verursachen bei **semantikfreien Protokollen erheblichen Integrationsaufwand**. Die Überführung isolierter Datenpunkte in ein durchgängiges Informationsmodell erfordert komplexe Mapping-Strukturen und birgt strukturbedingt Risiken für **Übersetzungsfehler und Informationsverluste**. OPC UA adressiert diese Problematik durch **protokollinhärente Semantik**. Prozessdaten werden mit **maschineninterpretierbarer Bedeutung** versehen und ermöglichen so eine **verlustfreie, automatisierte Verknüpfung** über alle Prozessstufen hinweg.



Information = Daten + Semantik + Kontext

OPC UA realisiert maschineninterpretierbare Bedeutung durch selbstbeschreibende Objektmodelle, die Basis autonomer Produktionssysteme.

# ENLARGE

## Vision und Rahmendaten

### Projektinformation

Die beschriebenen OPC-UA-Funktionalitäten entfalten ihre volle Wirkung erst durch domänenspezifische Companion Specifications (CS), die branchenweite Interoperabilität gewährleisten. Im Projekt ENLARGE wurden diese CS für die Batteriezellproduktion entwickelt und durch praktische Anwendungskonzepte validiert. Das einheitliche semantische Framework definiert Prozessparameter, Anlagenzustände und Qualitätsmerkmale über alle Fertigungsschritte hinweg und bildet die Basis für Umsetzungskonzepte zur lückenlosen Traceability, den regulatorisch geforderten Battery Passport sowie intelligente datenbasierte Regelungsstrategien. Diese Kombination aus semantischer Standardisierung und konkreter Implementierung schafft die technologische Infrastruktur für die digitale Transformation der europäischen Batteriezellfertigung und ermöglicht zukünftige Anwendungen wie Predictive Quality oder autonome Prozessoptimierung.



Gefördert durch:



### Konsortium

Das ENLARGE-Konsortium bildet ein interdisziplinäres Partnernetzwerk aus neun geförderten Partnern, das die gesamte Batteriewertschöpfungskette abdeckt: Maschinen- und Anlagenbauer liefern produktionstechnische Expertise, Forschungseinrichtungen mit eigener Produktionsinfrastruktur validieren Praxisrelevanz, Softwareanbieter implementieren digitale Infrastrukturen, und Forschungseinrichtungen gewährleisten wissenschaftliche Fundierung. Ergänzt durch assoziierte Partner aus Verbänden und Standardisierungsorganisationen entsteht so ein Ökosystem, das technologische Entwicklung, industrielle Anwendbarkeit und normative Verankerung der Companion Specifications sicherstellt.

### Projektdaten



Standardlaufzeit 3 Jahre  
05.2023-04.2026



Stärkung von  
Wertschöpfungsketten



Verbünde in Automobil- und  
Zulieferindustrie



Fokus auf Vernetzung, Allianzen  
und Synergien



Förderung durch BMFTR



Forschung an Produkt und  
Prozess

# ENLARGE

Flexibilität durch Daten

Ziel des Projekts ENLARGE ist eine flexible, vernetzte und adaptive Batterieproduktion.

Basierend auf Standards wie EPCIS & CBV, ISO/IEC 19987 & ISO/IEC 19988, OPC UA und den zugehörigen Companion Specifications (CS) wird eine Art „Meta-Standard“ geschaffen.

▶ Aufstellung relevanter Parameter in der Produktion

▶ Standardkonforme Beschreibung aller Parameter

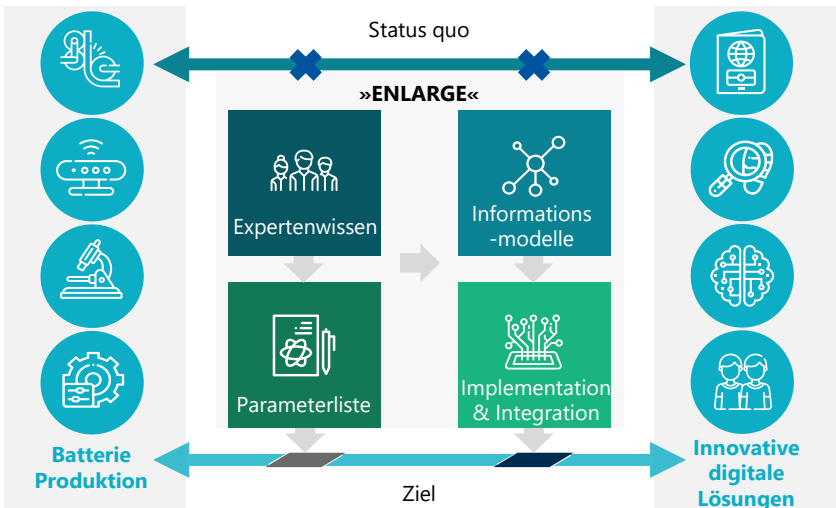
▶ Implementierungen von Referenzkomponenten für die Nutzung, Integration und das Retrofitting

## Kernziel 1: Die Parameterlandkarte

Eines der Hauptziele des Projekts Enlarge bestand in der Überwindung einer zentralen Hürde in der Batteriefertigung: die Beschreibung und Aggregation klar definierter, relevanter Parameter – auf Produkt-, Prozess- und Anlagenebene. Als Lösung entstand im Projekt eine „Landkarte“ der relevantesten Parameter aus den Kernprozessen einer repräsentativen Referenzprozesskette. Durch diese klare Struktur können Unternehmen die benötigten digitalen Eigenschaften auf einen Blick identifizieren. Dies beschleunigt den Aufbau neuer, digitaler Produktionslösungen deutlich.

## Kernziel 2: Datendurchgängigkeit

Das zweite Kernziel adressiert die Herausforderung inkompatibler Datenbeschreibungen zwischen verschiedenen Systemen, die derzeit zu aufwändigen „Übersetzungsproblemen“ führen. Um eine echte Datendurchgängigkeit zu erreichen, liegt die Lösung in der Schaffung eines Meta-Standards. Dieser Standard wird existierende Normen miteinander verbinden und alle relevanten Komponenten der Wertschöpfungskette präzise beschreiben. Dies ermöglicht es, Daten systemübergreifend und nahtlos ohne den Einsatz komplexer, zeitaufwändiger Konnektoren zu nutzen.



# ENLARGE

## Aufbau und Struktur

Das Projekt ENLARGE folgt einer klaren Architektur. Um die komplexe Herausforderung einer durchgängigen Digitalisierung in der Batterieproduktion zu meistern, greifen drei synergetische Ebenen ineinander: Vom theoretischen Fundament über die industrielle Anwendung bis hin zur langfristigen Qualitätssicherung und Standardisierung.



### Die konzeptionelle Ebene: Parameterlandkarte und Informationsmodell

- Systematische Anforderungsanalyse und Definition der Referenzarchitektur für die Batteriezellproduktion.
- Entwicklung einer Parameterlandkarte und semantischer Informationsmodelle auf Basis existierender Standards.



### Die Anwendungsebene: Drei Use-Cases für empirische Validierung

- Transfer der theoretischen Konzepte in industrielle Pilotumgebungen.
- Verifizierung der Funktionalität und Robustheit der digitalen Lösungen im realen Produktionskontext



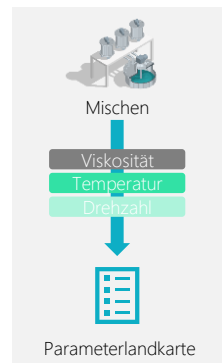
### Die begleitende Ebene: Standardisierung und Transfer in die Industrie

- Ganzheitliche Validierung des Gesamtsystems hinsichtlich technischer Leistungsfähigkeit und wirtschaftlicher Nutzbarkeit
- Überführung der Forschungsergebnisse in formale Industriestandards (z.B. OPC UA Companion Specifications)

## Aufbau der Parameterlandkarte

### Funktionalität und Mehrwert

- **Beschleunigte Identifikation:** Die Parameterlandkarte befähigt Unternehmen und Forschende zur direkten Identifikation kritischer Attribute, wodurch die Entwicklung und Implementierung digitaler Lösungen signifikant beschleunigt wird.
- **Systematische Klassifizierung und Bewertung:** Es erfolgt eine Clusterung sowie eine Relevanzbewertung der Parameter für die einzelnen Prozessschritte.
- **Überwindung von Datensilos:** Während aktuelle datengetriebene Ansätze häufig anlagenspezifisch und von geringer Generalisierbarkeit geprägt sind, etabliert die Parameterlandkarte eine standardisierte Datengrundlage für interoperable Lösungen.



# Informationsmodell



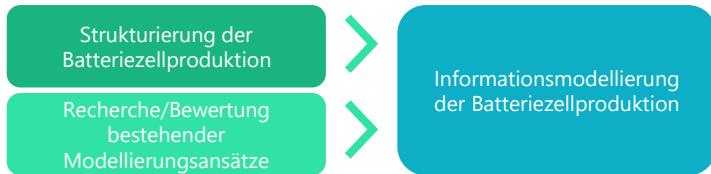
**Problem:** Überwindung der semantischen (Was bedeutet der Wert?) und syntaktischen (Wie ist der Wert formatiert?) Diskrepanzen.



**Lösung:** Schaffung einer standardisierten, maschinenlesbaren und branchenweiten Beschreibung von Anlagen, Prozessen und Produkten.

## Der Standard als Harmonisierung

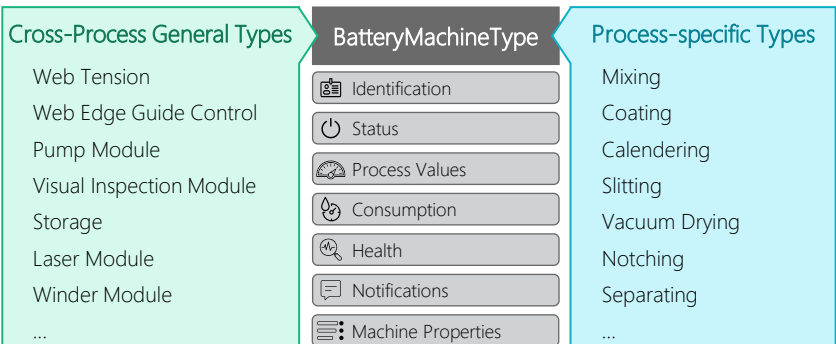
- Ziel ist die Entwicklung eines Informationsmodells für die Batteriezellfertigung.
- Dieses Modell agiert als neutrale Übersetzungsschicht zwischen verschiedenen Domänen (Maschinenbau, Logistik, IT).
- Der Standard schafft ein harmonisierendes Modell, das die relevanten Informationen aus verschiedenen Normen zusammenführt und auf bestehenden Ansätzen aufbaut.



## Nutzung bestehender Industriestandards

- OPC UA Companion Specification (CS): Dient als Basis für die Anlagenkommunikation und die Beschreibung von Maschinen und Prozessschritten.
- EPCIS: Wichtig für die Definition von Ereignissen und die Rückverfolgbarkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette.
- Battery Pass Anforderungen: Berücksichtigung von Vorgaben für den digitalen Produktpass, um zukünftige regulatorische Anforderungen abzudecken.

## Struktur ENLARGE Informationsmodell



## Zentrale Erkenntnisse und Ergebnisse

1. System- und Prozessarchitekturen
2. Prozess- und Anlagenparameterlandkarten
3. Übersicht über bestehende Standards
4. Metamodell als Basis für die detaillierte Ausarbeitung
5. Modellspezifikationen der Teilmodelle

# Validierung der Ergebnisse

## Sicherung der Anwendbarkeit

Um die Praxistauglichkeit der entwickelten Informationsmodelle konsequent zu belegen, wird eine kontinuierliche und tiefgehende Überprüfung der Projektergebnisse durchgeführt, indem die Erkenntnisse aus drei konkreten Anwendungsfällen der Batteriewertschöpfungskette gebündelt und bewertet werden.

## Anwendungsfälle

### 1. Traceability:

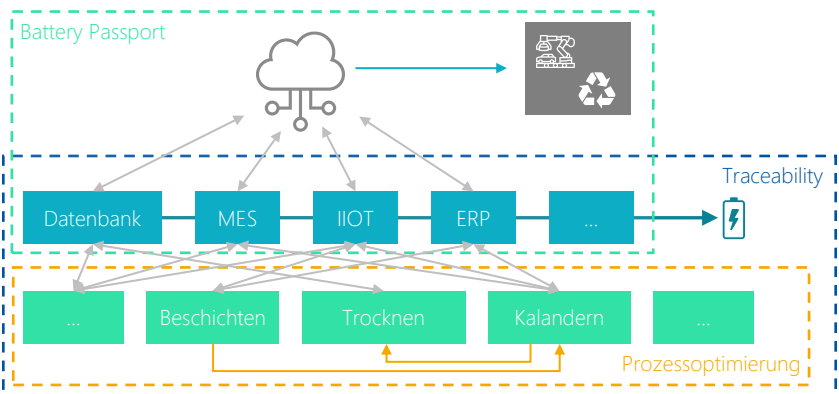
Ziel ist die lückenlose Rückverfolgbarkeit von Zellen und Zwischenprodukten über die gesamte Prozesskette der Batteriezellproduktion. Durch die Weiterentwicklung bestehender Traceability-Lösungen und die Verwendung des in ENLARGE entwickelten Informationsmodells, sollen Prozessschritte aus unterschiedlichen Produktionsanlagen herstellerübergreifend integriert werden können.

### 2. Prozessoptimierung:

Im Anwendungsfall der Optimierung soll gezeigt werden, dass die Nutzung des Informationsmodells eine schnellere Entwicklung und Integration von Optimierungsalgorithmen ermöglicht. Durch die Verarbeitung von Daten aus dem Traceability-System sollen zudem Ansätze zur Effizienzsteigerung einzelner Prozessschritte umgesetzt werden.

### 3. Battery Passport:

Die Arbeit ermöglicht die Erfüllung der künftigen Anforderungen des EU Battery Passports, indem alle relevanten Daten standardisiert und aggregiert werden, was die Schaffung dieses digitalen Produktpasses unterstützt und die Etablierung einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft vorantreibt.



\* Details in den Broschüren zur Traceability und Prozessoptimierung & Battery Passport

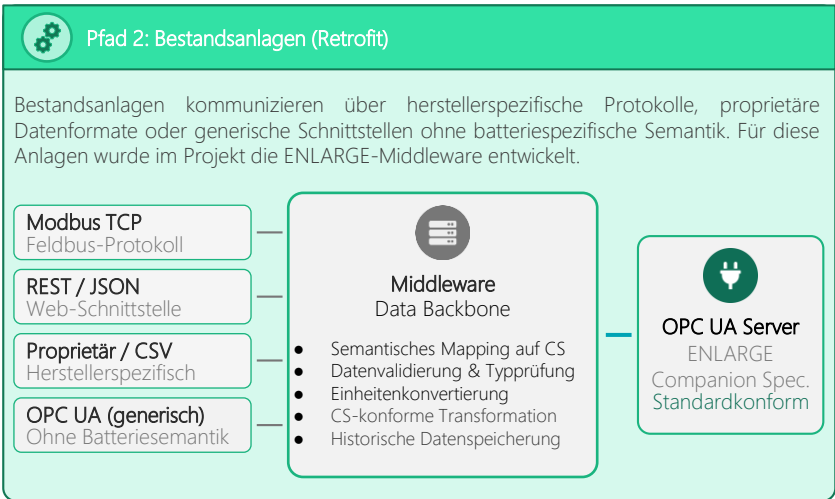
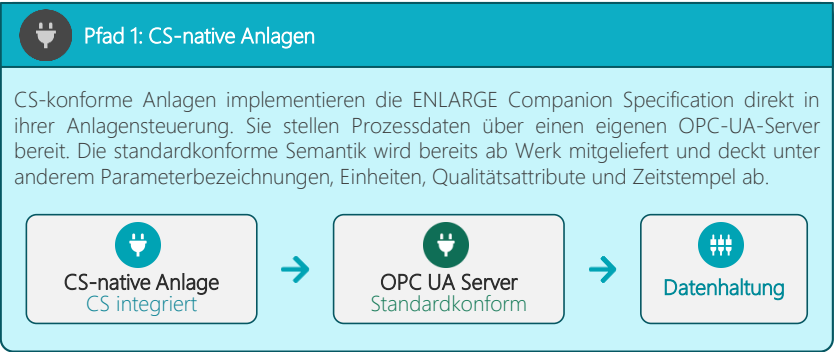
\* Bilder generiert mit KI

# Integration

## Zwei Integrationspfade

### Zwei Integrationspfade:

In der Batteriezellproduktion existieren zwei grundlegend verschiedene Ausgangssituationen. Bestehende Produktionslinien sind in der Regel mit Anlagen unterschiedlicher Hersteller und Generationen ausgestattet, die über heterogene Schnittstellen ohne einheitliche Semantik kommunizieren. Bei der Neuplanung von Produktionslinien hingegen kann OPC UA mit der ENLARGE Companion Specification direkt als Anforderung an alle Lieferanten definiert werden. Die Referenzarchitektur des Projekts deckt beide Szenarien ab.



### Skalierung: Vom Einzelsystem zur Linie

Bei Produktionslinien mit mehreren Anlagen empfiehlt sich ein optionaler Master-OPC-UA-Server, der alle Einzelserver zu einem einzigen Zugangspunkt bündelt. Use-Case-Systeme (Traceability, Prozessoptimierung, Battery Passport) müssen dann nicht mit jedem Anlagen-Server einzeln kommunizieren. Bei kleinen Installationen kann darauf verzichtet werden. Die Referenzarchitektur auf den folgenden Seiten beschreibt diesen Aufbau im Detail.

# Implementierung

## Referenzarchitektur zur Integration

### Dateninfrastruktur:

Die Schicht der Dateninfrastruktur bildet das zentrale Bindeglied zwischen Shopfloor und Anwendungsfällen. Hier laufen die standardkonformen Prozessdaten aller angebotenen Anlagen zusammen und werden für den Zugriff durch übergeordnete Systeme bereitgestellt.

#### Data Backbone

- Das Data Backbone ist die zentrale Vermittlungsinstanz der Architektur.
- Es nimmt die Daten aller angeschlossenen Anlagen entgegen, unabhängig davon, ob diese bereits CS-konform liefern oder über die Middleware gemappt werden.
- Es übernimmt die Zusammenführung, Validierung und Weiterleitung der Prozessdaten an die nachgelagerten Speichersysteme. Das Data Backbone stellt damit sicher, dass alle Daten, die die Datenschicht verlassen, einem einheitlichen Format folgen.

#### Master-OPC-UA (optional)

- Bündelt die Datenströme aller Einzel-OPC-UA-Server zu einem einzigen Zugangspunkt für übergeordnete Systeme.
- Besonders sinnvoll bei Produktionslinien mit vielen Anlagen, damit Use-Case-Systeme nicht mit jedem Server einzeln kommunizieren müssen. Bei kleinen Installationen mit wenigen Anlagen kann auf ihn verzichtet werden.

#### Datenzugriff

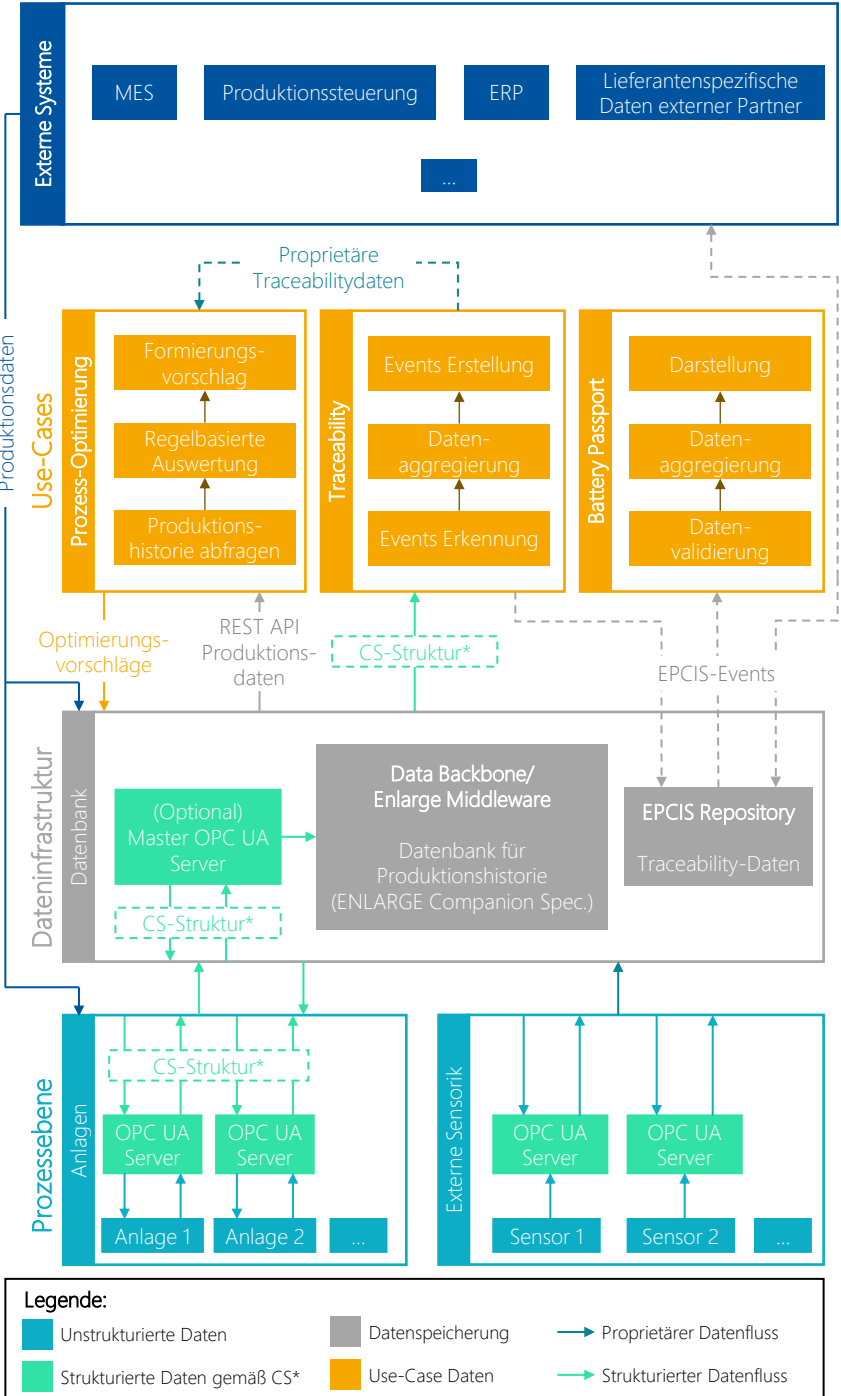
- Während Prozessdaten kontinuierliche Messwerte abbilden (Temperaturen, Geschwindigkeiten, Drücke), speichert das EPCIS-Repository diskrete Ereignisse.
- Jedes Mal, wenn ein Zwischenprodukt einen Prozessschritt durchläuft, wird ein standardisiertes EPCIS-Event erzeugt: was, wann, wo, mit welchem Material. Diese Ereigniskette ergibt den lückenlosen digitalen Lebenslauf jeder Zelle

### Informationsfluss: 4 Schichten der Referenzarchitektur

Das Ziel der Referenzarchitektur ist ein lückenloser und nachvollziehbarer Informationsfluss vom Shopfloor bis zur nachgelagerten Nutzung. Prozess- und Anlagendaten fließen von unten nach oben durch vier Schichten.



# Referenzarchitektur



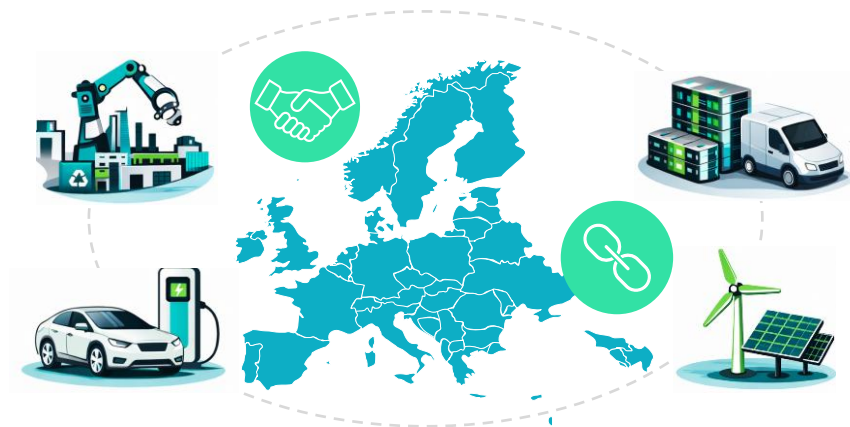
\* CS: Companion Specification

# Zukunftsausblick

## Langfristige Erfolge

### Der Beitrag für Europa

- Die Ergebnisse von ENLARGE schaffen einen erheblichen Mehrwert und stärken die Wettbewerbsfähigkeit deutscher und europäischer Maschinen- und Anlagenbauer.
- Befähigung zur schnelleren Reaktion auf Innovationen und zur Erreichung flexibler, modularer Produktionslinien.
- Etablierung einer datengestützten, durchgehenden Kreislaufwirtschaft für Batterien durch harmonisierte Datenstandards.



## Verwertung der Ergebnisse

### Wirtschaftliche Impulse

- Die entwickelten Software-Tools fließen direkt in digitale Plattformen der Partner ein.
- Die Standards ermöglichen die Erschließung neuer Geschäftsfelder und positionieren europäische Unternehmen als führende Lösungsanbieter für den Digitalen Batteriepass.

### Wissenschaftliche Exzellenz

- Interoperable Standards und einheitliche Datenschnittstellen befähigen die bestehende Forschungsinfrastruktur zu verbesserter datenbasierter Optimierung von Forschungsergebnissen und stärken den deutschen Wissenschaftsstandort langfristig.

### Vision für die Zukunft

- **Basis für Innovation:** Die erarbeiteten Standards bilden das stabile Fundament für die Weiterentwicklung digitaler Lösungen weit über die heutige Batteriezellfertigung hinaus.
- **Übertragbarkeit:** Die entwickelte Methodik und die Modelle sind zukunftssicher. Sie lassen sich auf verwandte Anwendungsgebiete wie Post-Lithium-Batterien oder Brennstoffzellen übertragen.

# Weitere Broschüren

## Traceability, Battery Passport und Prozessoptimierung

Neben dieser Übersichtsbroschüre stehen vertiefende Publikationen zu den drei zentralen Anwendungsfällen des Projekts zur Verfügung.

### Traceability in der Batteriezellproduktion

Woher kommt das Material in dieser Batteriezelle? Welche Maschine hat sie verarbeitet, unter welchen Bedingungen, zu welchem Zeitpunkt? Die Traceability-Broschüre zeigt, wie ENLARGE auf diese Fragen eine präzise Antwort liefert. Validiert am Traceability-System FFTrace, das maschinennahe Prozessdaten über OPC UA, jeweils bezogen auf das konkrete Zwischen- oder Endprodukt, erfasst und zu standardisierten EPCIS-Events transformiert. So verfolgt FFTrace jede einzelne Zelle durch den gesamten Produktionsprozess, vom Kalandrieren über das Wickeln bis zur Zellenassemblierung, und verknüpft dabei Daten, die bislang isoliert in verschiedenen Systemen schlummerten. Das Ergebnis ist ein lückenloser digitaler Lebenslauf für jede Zelle, der die Grundlage für eine neue Generation intelligenter Qualitätssicherung und Prozessoptimierungen schafft. Die offene Architektur stellt sicher, dass das System jederzeit um weitere Prozessschritte und externe Partner erweiterbar bleibt.



### Battery Passport und Prozessoptimierung

Ab Februar 2027 braucht jede Industriebatterie einen digitalen Pass, der Herkunft, CO<sub>2</sub>-Fußabdruck und Prozesshistorie transparent dokumentiert. Doch was nach bürokratischer Pflicht klingt, entpuppt sich als strategische Chance. Die Broschüre zeigt, wie die dafür aufgebaute Dateninfrastruktur konsequent weitergedacht werden kann: Die im Traceability-System erfassten Daten werden aggregiert und zu einem Battery Passport verdichtet, der gegen die aktuellen und absehbaren EU-Anforderungen erfüllt. Dieselben Produktionsdaten, die den Battery Passport befüllen, werden gleichzeitig genutzt, um Fertigungsprozesse zu optimieren. Algorithmen analysieren die Entstehungsgeschichte jeder einzelnen Zelle, und leiten daraus gezielte Vorschläge zur adaptiven Anpassung der Anlagenparameter in nachgelagerten Schritten wie der Formierung ab. Die Ergebnisse fließen direkt in die Produktion zurück. Regulatorik und Effizienz als zwei Seiten derselben Medaille.



# Das Konsortium

## Partnernetzwerk

### Branchenübergreifende Expertise

Das Konsortium vereint erfahrene Partner aus dem Maschinen- und Anlagenbau, der Automatisierung, der Softwareentwicklung sowie der Produktions- und Batterieforschung. Auf diese Weise wird es ermöglicht, den gesamten Batterie-Produktionsprozess zu beschreiben, sinnvolle Parameter zu wählen und das digitale Gerüst zur Nachverfolgbarkeit aufzubauen.

### Partner

- ANDRITZ Schuler GmbH (Konsortialführer)
- FFT Produktionssysteme GmbH & Co. KG
- European EPC Competence Center GmbH (EECC)
- ELABO GmbH
- Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA)
- Karlsruher Institut für Technologie - wbk Institut für Produktionstechnik
- Lehrstuhl für Production Engineering of E-Mobility Components (PEM) der RWTH Aachen
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle FFB

### Assoziierte Partner

- NanoFocus AG
- SICK AG
- Saueressig GmbH & Co. KG
- Siemens AG
- mk Technology Group



Weitere Infos unter:

[www.enlarge-projekt.de](http://www.enlarge-projekt.de)

