

# Energiegeladen Richtung Zukunft

Expertentipps und innovative Smart Factory-Konzepte für eine starke europäische Batteriezellenfertigung



## INHALT

### Teil 1: E-Mobility- und Green Energy: eine Bestandsaufnahme

Einleitung: Europäischer E-Mobility-Markt braucht dringend frische Ideen und nachhaltige Strategien.....	<b>3</b>
Lithium-Ionen-Batterien: Ein gigantischer Wachstumsmarkt .....	<b>4</b>
Globale Batterieanbieter und ihre Strategien.....	<b>6</b>
Anforderungen der Automotive-Industrie.....	<b>7</b>
Batterie oder Brennstoffzelle: Worauf es jetzt ankommt .....	<b>8</b>
Fundierte Automatisierungs- und Branchenexpertise als Wachstumssupport .....	<b>9</b>

### Teil 2: Handlungsempfehlungen für mehr Effizienz und Nachhaltigkeit

Chancen und Möglichkeiten im europäischen Batterie-Ökosystem .....	<b>10</b>
Mithilfe innovativer Smart Factory-Ansätze Wettbewerbsvorteile sichern .....	<b>11</b>
Politische Rahmenbedingungen.....	<b>12</b>
Factory of the Future: Auf zu mehr Leistung und Effizienz! .....	<b>13</b>
Nachhaltigkeit im Fokus: Tipps für mehr Nachhaltigkeit in der Produktion .....	<b>15</b>
Digitalisierung: Hierauf sollten Unternehmen vermehrt achten .....	<b>16</b>

### Teil 3: Starker Automatisierungspartner mit nachhaltiger Vision: OMRON

Mit OMRON aktuelle und künftige Anforderungen gelassen meistern.....	<b>17</b>
Über uns: OMRON stellt sich vor.....	<b>18</b>
Quellen und Impressum .....	<b>19</b>

## Teil 1: E-Mobility- und Green Energy: eine Bestandsaufnahme

### Einleitung: Europäischer E-Mobility-Markt braucht dringend frische Ideen und nachhaltige Strategien

Wohin wird sie führen, die Reise der europäischen Automobilindustrie? Wie wird sie aussehen, die Energie der Zukunft? Corona-Pandemie, sinkende Umsätze, immer strengere Abgasvorschriften, Digitalisierung, Fachkräftemangel und veränderte Verbraucherbedarfe stellen die Automotive- und angedockte Industrien wie etwa die Batteriebranche vor nie dagewesene Herausforderungen. Sie können diesen Berg an Aufgaben nur stemmen, wenn sie jetzt nachhaltige Konzepte entwickeln, ihre Fertigungslinien umstellen, flexibler und innovativer agieren. Denn noch nie war es so wichtig wie heute, der internationalen Konkurrenz die Stirn zu bieten und wichtige Wettbewerbsvorteile zu sichern. Gelingt diese Mammutaufgabe nicht, hat das für viele Jahre so erfolgreiche „Automotive Excellence made in Europe“ ausgedient.

Als langjähriger Experte und Visionär auf dem Gebiet der Robotik und Automatisierungstechnologie sowie innovativer Vorreiter und Partner in Sachen Smart Factory in der Batterieherstellung möchte OMRON Ihnen bei dieser so essentiellen Aufgabe zur Seite stehen. In diesem Whitepaper zeigen wir Ihnen, worauf es in Sachen E-Mobility und Batterieherstellung künftig vermehrt ankommen wird. Zudem erfahren Sie, welche Technologien und Ansätze immer wichtiger werden.

Während die Corona-Pandemie weltweit negative Auswirkungen auf die Fahrzeugmärkte hat, ist der Absatz von Elektrofahrzeugen vor allem in Europa stark gestiegen. Diesen Markt gilt es gezielter und besser zu adressieren, ungenutzte Potenziale zu erkennen und zu nutzen. Noch immer bestimmen asiatische Länder wie China, Japan und Korea die Batterieindustrie. Von 70 angekündigten Gigafabriken weltweit befinden sich 46 in China.<sup>1</sup>

McKinsey sagt voraus, dass der Batteriebedarf der in Europa produzierten E-Fahrzeuge bis 2040 insgesamt 1.200 Gigawattstunden pro Jahr erreichen wird. Gleichzeitig haben die Experten aber auch herausgefunden, dass der Batteriebedarf von in Europa produzierten E-Fahrzeugen mehr als fünfmal so hoch ist wie das Volumen der derzeit bestätigten Projekte in Europa.<sup>2</sup> Hierzu gehören etwa Northvolt in Schweden, LG Chem in Wrocław, Samsung SDI in Göd und CATL in Erfurt. Entweder müssen also weitere Batterien importiert werden oder neue Batteriefabriken in Europa entstehen. Es wird höchste Zeit zu handeln!

Erfahren Sie in diesem Whitepaper, wie eine effizientere und nachhaltigere Batterieproduktion in Europa gelingen kann.

Viel Freude und Erkenntnisgewinn beim Lesen,

Ihr Henry Claussnitzer, Business Engagement Manager Automotive EMEA



<sup>1</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/recharging-economies-the-ev-battery-manufacturing-outlook-for-europe#>

<sup>2</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/recharging-economies-the-ev-battery-manufacturing-outlook-for-europe#>

## Lithium-Ionen-Batterien: Ein gigantischer Wachstumsmarkt

Lithium-Ionen-Batterien befeuern unsere Wirtschaft. Es gibt diese Speicher in verschiedenen Größen und Bauarten. Zudem unterscheiden sie sich in der Zusammensetzung ihrer Komponenten und in den Spannungsbereichen. Sie finden ihren Einsatz zumeist bei mobilen Anwendungen als elektrischer Energiespeicher. Der erste kommerzielle Lithium-Ionen-Akku kam übrigens 1991 in der Videokamera CCD TR 1 von Sony zum Einsatz.

Vom Akkuschauber bis zum E-Bike, vom Tablet bis zum Flugzeug: Heute gibt es kaum einen Bereich, in dem keine Lithium-Ionen-Batterien verwendet werden, Tendenz steigend. Wie wichtig diese Branche ist, untermauert auch der Nobelpreis für Chemie, der 2019 an die Wissenschaftler Whittingham, Goodenough und Yoshino für die Entwicklung der Lithium-Ionen-Batterie ging.

Doch waren es in den 1970er-Jahren noch Wissenschaftler der TU München, die an zentralen Batterie-Grundprinzipien arbeiteten, droht Europa seit einigen Jahren den Anschluss zu verlieren und muss dringend Strategien entwickeln, um sich Stücke vom großen Batteriekuchen zu sichern. Zumal der europäische Markt einen immens wachsenden Batteriebedarf hat. In den kommenden Jahren soll in Europa eine mit China vergleichbare Zellproduktionskapazität aufgebaut werden.<sup>3</sup>

- Weltweit waren laut Fraunhofer ISI Anfang 2020 rund 7,5 Millionen Elektro-Autos im Einsatz. Bis 2030 könnte ihr Marktanteil auf 25 bis 75 Prozent steigen.<sup>4</sup> Selbst pessimistische 25 Prozent bedeuten schon ein riesiges Wachstum.
- Rund 85 Prozent des Batteriebedarfs entfallen auf die E-Mobility-Branche.
- Laut VDMA bringt die Batteriezellenproduktion 155.000 neue Arbeitsplätze, um die Nachfrage in Europa zu decken. Der Maschinen- und Anlagenbau liefert die benötigten Produktionstechnologien.<sup>5</sup>
- Die Kapazität von Lithium-Ionen-Batterien soll von 500 bis 1.500 Gigawattstunden (2025) auf 1.000 bis 6.000 Gigawattstunden (ab 2030) ansteigen.<sup>6</sup>
- Bis 2030 soll es in Europa fast 600 GWh Zellproduktionskapazitäten geben – die Hälfte davon soll in Deutschland entstehen. Dies entspricht einem Anteil von durchschnittlich 20 Prozent des globalen Batteriezell-Bedarfs.<sup>7</sup>

<sup>3</sup> [https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion\\_Roadmap\\_2020\\_final\\_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a](https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion_Roadmap_2020_final_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a)

<sup>4</sup> <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2020/Faktencheck-Batterien-fuer-E-Autos.pdf>

<sup>5</sup> <http://battprod.vdma.org/viewer/-/v2article/render/27173109>

<sup>6</sup> <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2020/presseinfo-02-Faktencheck-E-Autos.html>

<sup>7</sup> <https://www.elektroauto-news.net/automobilindustrie/batterien-elektroauto-faktencheck-antworten-wichtigste-fragen#:~:text=In%20Europa%20sind%20bis%202030,Nachfrage%20europ%C3%A4ischer%20Automobilhersteller%20gedeckt%20w%C3%BCrde.>

- Allein in Deutschland soll es laut Bundesregierung bis 2022 eine Million Elektroautos geben.<sup>8</sup> Wie realistisch diese Angabe ist, hängt von einigen zu erfüllenden Randbedingungen ab, nicht zuletzt auch von der bisher sehr eingeschränkten Ladeinfrastruktur. Weltweit wird der Anteil bis 2030 bei rund 20 Prozent batteriebetriebenen Elektro-Fahrzeugen und Plug-in-Hybriden liegen.
- Von 160 Gigawattstunden (GWh) Produktionskapazitäten für Lithium-Ionen-Batterien 2018 rechnet Avicenne mit einem Anstieg auf mindestens 1.200 GWh bis zum Jahr 2030.<sup>9</sup>
- Eine einzelne Batteriezellen-Montagelinie produziert 400 bis 500 MWh / Jahr (abhängig von Zellformat und Chemie). Bis 2025 werden 3.200 Linien benötigt.
- Jede Produktionslinie erfordert Automatisierungstechnologie und -robotik im Wert von 1,8 bis 2,5 Millionen Euro. OMRON adressiert diesen Bedarf mit seinem umfangreichen i-Automation-Portfolio.
- Eine typische Batteriezellenanlage wird für 24 bis 36 GWh gebaut (begrenzt durch den verfügbaren Platz pro Anlage). Es werden bis 2025 also weltweit 55 und in Europa 10 Anlagen benötigt und derzeit geplant.<sup>10</sup>



<sup>8</sup> <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Elektroautos-Merkel-will-bis-2022-die-Millionengrenze-knacken-4503187.html>

<sup>9</sup> [http://www.avicenne.com/reports\\_energy.php](http://www.avicenne.com/reports_energy.php)

<sup>10</sup> Roland Berger E-Mobility Index 2021 sowie eigene Untersuchungen OMRON.

<sup>11</sup> <https://www.pveurope.eu/energy-storage/green-economy-battery-manufacturing-coming-europe>

<sup>12</sup> [https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion\\_Roadmap\\_2020\\_final\\_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a](https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion_Roadmap_2020_final_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a)

## Globale Batterieanbieter und ihre Strategien

Prognosen gehen davon aus, dass der Anteil Europas an diesem globalen Fertigungsgeschäft von derzeit rund 6 Prozent auf 16 bis 25 Prozent im Jahr 2030 steigen wird<sup>11</sup>. Die USA, Europa und weitere Länder werden zwischen 2025 und 2030 weitere Produktionskapazitäten aufbauen. Hier werden auch chinesische Unternehmen wie CATL, BYD und bekannte koreanische sowie japanische Player beteiligt sein. So planen die chinesischen Batteriehersteller SVolt Energy sowie CATL eigene Werke in Deutschland. CATL wird in Erfurt bis 2022 eine 24-Gigawattstunden-Fertigung hochziehen. Bei SVolt soll die Kapazität ebenfalls bei 24 Gigawattstunden liegen.

Die Elektrifizierung durch Batterien wird vielerorts als der bestmögliche Weg angesehen, um die Energiewende in Europa voranzutreiben. Daher wächst die Nachfrage nach Batterien trotz Corona weiterhin rasant. Allein bis September 2020 wurden für den europäischen Markt 600 GWh angekündigt. Bis 2030 zeichnet sich eine globale Standortverlagerung der Batteriezellproduktion an. Oberstes Ziel: Die Zellen sollen schnell und einfach zu den Anwendern und Unternehmen (OEM) transportiert werden.<sup>12</sup>

Prominentes Beispiel: Der US-Autohersteller Tesla will in Grünheide bei Berlin neben der Fahrzeugproduktion die größte Zellfabrik der Welt bauen. Geplante Fertigungskapazität dort: 250 Gigawattstunden.

Hier ein paar weitere Beispiele, die zeigen, dass die Ankündigungen derzeit Schlag auf Schlag kommen:

- Februar 2020: Samsung SDI kündigt zweite Gigafactory im ungarischen Goed an.
- März 2020: Inobat IPM kündigt 10 GWh/a Fabrik in der Nähe von Bratislava an.
- Mai 2020: Morrow Batteries plant 32-GWh/a-Fabrik im norwegischen Agder.
- Mai 2020: AMTE und Britishvolt planen 35-GWh/a-Fabrik in Großbritannien.
- Sommer 2020: FARASIS und Daimler bestätigen strategische Partnerschaft.
- Januar 2021: FARASIS soll Batteriezellen in einem eigenen Werk für TOGG bauen.
- Januar 2021: Li-Tec baut 10-GWh-Fabrik.
- Februar 2021: ItalVolt baut 45 GWh-Fabrik (später 70 GWh).
- März 2021: Volkswagen übernimmt Nissan-Batteriezellenwerk in Spanien.
- März 2021: Volkswagen Group kündigt sechs neue Werke für die Produktion von Batteriezellen an. 36 Mrd. € sollen vorzugsweise in europäische Ökosysteme und Lieferketten investiert werden.
- Beyonder baut Fabrik in Norwegen.
- Gemeinsame Batterie-Initiative in Norwegen von Panasonic, Hydro und Equinor.
- tbc – Es bleibt spannend.



## Anforderungen der Automotive-Industrie

Nachhaltigkeitsbestrebungen, Verbrauchieranforderungen und politische Vorgaben führen dazu, dass seit 2020 ein Umdenken in der Automobil- und Zuliefererindustrie an Fahrt aufgenommen hat. Viele Unternehmen erkennen, dass es sowohl aus wirtschaftlicher als auch ökologischer und Kundensicht wenig Sinn macht, weiterhin zweigleisig zu fahren. Themen wie E-Mobility führen nicht länger ein Nischendasein sondern laufen den alten Verbrennerstrategien immer mehr den Rang ab.

Insbesondere aufgrund des wachsenden Drucks vonseiten der Politik wird die Elektrifizierung mitgetragen. Jedoch kann die asiatische Batterieproduktion dem europäischen Bedarf nicht ausreichend nachkommen. Vor allem „Sustainability“, also Nachhaltigkeit und Umweltschutz aber auch Rückverfolgung spielen im europäischen Kontext eine weitaus wichtigere Bedeutung als im asiatischen Umfeld. Dies gilt etwa für den Energiebedarf oder die Entsorgung von Abfällen bei der Batteriezellenherstellung, die in Europa ganz anderen Auflagen unterworfen ist als etwa in China. Gute Beispiele liefert der Bau des Tesla-Werks in der Nähe von Berlin, wo es immer wieder zu Verzögerungen aufgrund strikter Umweltauflagen kommt.

So manchem asiatischen Unternehmen sind derartige Vorgaben, um Maschinen an den europäischen Standard anzupassen, viel zu teuer und langwierig. Stattdessen ziehen sie es vor, europäischen Unternehmen beim Aufbau von Produktionsstätten finanziell unter die Arme zu greifen. Die europäischen Partner kennen sich besser mit den hiesigen Begebenheiten aus. Das Werk bleibt jedoch unter chinesischer oder japanischer Führung.

Gefordert sind daher europäische, ganzheitliche und nahtlose Strategien und Lösungen mit ineinandergreifenden, innovativen Technologien. Abläufe sollen mithilfe smarterer Technologie und Datenanalysen stetig optimiert, die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine sicherer und besser werden. Neben diesen Prozessinnovationen sind zudem fortgeschrittene Digitalisierungsmöglichkeiten gepaart mit künstlicher Intelligenz erforderlich, um Prozesse noch besser zu koppeln, Fehler zu minimieren, die Leistung zu steigern.



## Batterie oder Brennstoffzelle: Worauf es jetzt ankommt

Der Wirtschaftswissenschaftler Tony Seba von der Universität Stanford sagt voraus, dass im Jahr 2025 keine Neufahrzeuge mit (reinem) Verbrennungsmotor mehr verkauft werden.<sup>13</sup> Doch ob sich Batterie- oder wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen durchsetzen werden, steht derzeit noch nicht fest – es werden wohl verschiedene Antriebsarten sein.

Die Batteriezellenfertigung ist als Schlüsseltechnologie für moderne batteriebetriebene Fahrzeuge bislang nahezu komplett an Europa vorbeigegangen, auch wenn es hier beste technologische Voraussetzungen gibt. Europäische Unternehmen haben zwar sehr viel Grundlagenarbeit geleistet und Know-how aufgebaut, sind allerdings an der Kommerzialisierung gescheitert. Heute finden sich in Europa zwar immer mehr lokal fertige Batteriezellenwerke. Diese bieten jedoch kaum Mehrwert für die europäische Wirtschaft. Ähnliches galt bereits zuvor in anderen Industriefeldern wie der Solarenergie.

Denkbar wäre es, wenn die europäische Automobilindustrie sich im derzeitigen Gefüge auf Brennstoffzellen und ihre Weiterentwicklung konzentrieren würde, da sie eine echte Alternative zu reinen Batteriefahrzeugen darstellen. Auch bei Brennstoffzellen ist die Batterie ein elementares Element, wenn auch wesentlich kleiner. Effiziente und nachhaltige Batteriezellenfertigung spielt also auch hier, sollte diese Antriebsart demnächst mehr Anklang finden, eine sehr wichtige Rolle.

Zudem wird Wasserstoff ähnlich wie Kraftstoff getankt, was dem gewohnten Nutzerverhalten entgegen kommt. Die Krux: Es fehlt auch hier eine entsprechende Infrastruktur, um die Brennstoffzellentechnologie tauglich für den Massenmarkt zu machen. Daher müssen nun politische Rahmenbedingungen geschaffen werden, die dafür sorgen, den Preis für grünen Wasserstoff niedrig zu halten, wie er in der Realität auch sein kann. Auch das Besteuerungsmodell muss angepasst werden. Künftig wird sich ein Mix aus verschiedenen Antriebstechnologien am Markt etablieren. Die EU hat die Aufgabe, zukunftsstark und proaktiv mitzumischen. Nicht nur die Technik muss funktionieren, sondern auch die Rahmen- und Produktionsbedingungen müssen stimmen.

---

<sup>13</sup> <https://www.carthrottle.com/post/nzpkqrp/>



## Fundierte Automatisierungs- und Branchenexpertise als Wachstumssupport

OMRON ist seit vielen Jahren auf dem Gebiet der Batteriezellenproduktion aktiv. Bereits im Jahr 2000 hat das Unternehmen mit allen bekannten Namen der Branche begonnen, sein Know-how Schritt für Schritt zu erweitern – zu einer Zeit, in der die vergleichsweise wenigen Batterien für den europäischen Markt gesamtheitlich aus Asien kamen. Kein anderes Unternehmen in diesem Bereich kann eine so lange Erfahrung im Batterieumfeld vorweisen. Kein anderes Unternehmen hat so wie OMRON bereits mit allen Batterieherstellern zusammengearbeitet.

Um das Jahr 2016 nahm der Batteriemarkt an Fahrt auf – asiatische Unternehmen verlagerten die Produktion für den europäischen Markt vermehrt nach Europa, vorrangig Polen und Ungarn. Schnellere und effizientere Produktionsabläufe für einen stetig wachsenden Markt waren gefragt und OMRON war aktiv involviert – unterstützte mit Industrieexpertise und fortschrittlicher Prozesstechnologie.

Neben Expertise punktet OMRON mit globaler Strategie, lokalem Support und auf die Belange der jeweiligen Unternehmen angepasste Lösungen. OMRON unterstützt aktiv europäische Innovationsbestrebungen.

2021 folgte eine weitere Beschleunigung auf dem europäischen Batteriemarkt: Immer mehr europäische Unternehmen wagen aufgrund der europäischen Vorgaben vermehrte Aktivitäten im Batterieumfeld – OMRON kann sie fundiert und auf Augenhöhe bei Ihren Plänen unterstützen. Europäische Firmen produzieren vermehrt Batteriezellen für europäischen Kunden. Hinzukommen immer schnellere Produktionszyklen und veränderte Verbrauchieranforderungen, denen Automotive-Unternehmen Rechnung tragen müssen, indem sie immer flexibler und agiler agieren, Produktionslinien anpassen und mehr. Partnerschaften mit Innovationsleadern sowie maßgeschneiderte und schnell veränderbare Produktionslinien leisten hierbei wertvolle Schützenhilfe. Welche Technologien und Strategien besonders ratsam sind, zeigen die Ausführungen in Teil 2 dieses Whitepapers.



## Teil 2: Handlungsempfehlungen für mehr Effizienz und Nachhaltigkeit

### Chancen und Möglichkeiten im europäischen Batterie-Ökosystem

Eine Erhebung des Chemnitz Automotive Institute CATI in Zusammenarbeit mit AMZ sagt voraus, dass 2025 jedes vierte Auto aus europäischen Werken mit E-Antrieb fahren wird.<sup>14</sup> Neben den batterieelektrischen Fahrzeugen gehören hierzu auch Hybrid- und Brennstoffzellen-Antriebe. Über 50 Prozent aller in Europa hergestellten vollelektrischen Pkw werden, so die Studie, 2025 an deutschen Standorten produziert. Hinzukommen nicht-automobile E-Mobilitätsanwendungen wie Busse, Straßenbahnen, Schiffe, Untertage-Bergbaumaschinen, Lastwagen, landwirtschaftliche Maschinen, Fahrräder, Gabelstapler, Motorräder und mehr. Derzeit ist die europäische Wirtschaft hierbei zu stark von importierten E-Mobilitätstechnologien wie Batteriezellen abhängig. Um sich international stärker aufzustellen, ist es essentiell, aufzuholen, eigene Produktionsstandorte auszubauen und Innovationen voranzutreiben.

Die starke Konkurrenz aus Asien und bürokratische Hürden stellen hierbei die größten Herausforderungen dar. Wie in vielen anderen Branchen auch, fällt es europäischen Automobilherstellern schwer, mit der asiatischen Konkurrenz Schritt zu halten. Ihnen verschafft insbesondere eine kostengünstige industrielle Basis signifikante Vorteile. In Kombination mit Fertigungsstrategien, die auf die Massenproduktion standardisierter Produkte abzielen – um so Schwierigkeiten wie Prozessinstabilität auszugleichen – wurde dieser Vorteil in den vergangenen Jahren aggressiv genutzt. Daher dominieren asiatische Hersteller heute die weltweite Produktion vieler kritischer E-Mobilitätsprodukte. Studien der Europäischen Union zeigen, dass ein Löwenanteil der weltweiten Batteriezellen aus asiatischer Produktion stammen.<sup>15</sup> Die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen E-Mobilitätsindustrie ist daher eng verbunden mit ihrer Fähigkeit, neue, transformative Produktionstechnologien zu identifizieren und zu implementieren, um eine kosteneffiziente Herstellung von hochwertigen E-Mobilitätsprodukten zu ermöglichen.

Batteriezellenhersteller, Linienhersteller, Automatisierungsspezialisten und weitere Partner wie etwa Laser- und Digitalisierungsexperten müssen bei diesem komplexen Vorhaben an einem Strang ziehen, Ansätze aufeinander abstimmen, idealerweise voneinander und miteinander lernen. Dies gelingt umso besser, wenn sie ähnliche Ziele verfolgen und sich vielleicht bereits kennen. Das gemeinsame Ökosystem ist hierbei wichtiger als der Wettbewerbsgedanke. Statt Produktfokussierung geht es um Wertbeiträge, um das Ökosystem als Ganzes voranzubringen, gegenüber anderen Ökosystemen zu bestehen und dann auch als Unternehmen zu profitieren.

---

<sup>14</sup> <https://vision-mobility.de/news/studie-europa-loest-die-handbremse-bei-der-e-mobilitaet-64380.html>

<sup>15</sup> Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications. <https://ec.europa.eu/jrc/en>. 2018

## Mithilfe innovativer Smart Factory-Ansätze Wettbewerbsvorteile sichern

Die Elektrifizierung von Fahrzeugen als zentraler Trend ist unerlässlich für Bestrebungen in Sachen Umweltschutz und Nachhaltigkeit, Stichwort „Zero Emission“. Zugleich sollen aber auch die Mobilität gewahrt und wachsende Bedarfe vonseiten der Verbraucher und des Marktes adressiert werden: So sollen Fahrzeuge etwa immer schneller, individueller und günstiger gefertigt werden. Die Politik hat in diesem Zusammenhang bereits diverse Rahmenbedingungen und Regelungen etwa bezüglich der Emissionen, CO<sub>2</sub>-Ziele, CO<sub>2</sub>-Flottengrenzwerte, Low Emission Zones oder Feinstaubrichtwerte erlassen. Hinzukommen Regelungen zur Verkehrstelematik, also der Erfassung, Übermittlung und Nutzung verkehrsbezogener Daten mit dem Ziel der Organisation, Information und Lenkung des Verkehrs unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Erwähnung finden müssen an dieser Stelle zudem die End-of-Life Directives, also Vorgaben zur Rücknahme und zum Recycling. Der Aufgabenkatalog ist lang und vielfältig. Da die Automobilindustrie ihn nicht alleine stemmen werden kann, müssen andere Bereiche mitziehen, die Politik Schützenhilfe bieten. Eine Grundlage zukunftsorientierter Strategien, die es europäischen Automotive-Playern ermöglichen Vorteile zu sichern, sind die Ansätze und Technologien der **Smart Factory**. Sie ermöglichen es, parallel zur Erweiterung und Umstellung auf neue Antriebstechnologien die Produktion umfassend zu modernisieren und Lieferketten von Grund auf zu rationalisieren.

Smart Factory, das sind zusammengefasst zukunftsgerichtete und flexible Ansätze, die die Produktion der Zukunft mit bekannten Themen wie durchgängigen digitalen Liefer- und Wertschöpfungsketten, agileren Prozessabläufen sowie der engen Verknüpfung von Fertigung, Qualität (Vermeidung von Ausschuss und Abfall), Kundenbedürfnissen und Life Time Traceability in Einklang bringen. Dies alles sind Werkzeuge, um im Markt bestehen zu können, profitabler, nachhaltiger, schneller und sicherer zu agieren, sich vom Wettbewerb abzusetzen. Hinzukommen weitere Trendthemen wie Digitalisierung, Track and Trace, Value Chain Participation sowie verbessertes Networking. Auch Predictive Maintenance, Predictive Quality, integrierte Fertigungsplanung und Prozessvisualisierung finden in der Smart Factory der Zukunft Berücksichtigung. OMRON beantwortet diesen Bedarf mit seinem i-Automation!-Modell.



## Politische Rahmenbedingungen

- Die Europäische Union hat Anfang 2021 2,9 Milliarden Euro an Subventionen von zwölf Mitgliedsländern für ein zweites paneuropäisches Projekt genehmigt, um die Elektrobatterie-Industrie zu stärken - insbesondere, um die Abhängigkeit von asiatischen Importen zu beenden.
- Die EU-Exekutivkommission hatte bereits im Dezember 2019 einen 3,2-Milliarden-Euro-Plan genehmigt, der von sieben Ländern subventioniert wurde, um Forschung und Innovation in diesem Schlüsselsektor zu unterstützen. Das Projekt „European Battery Innovation“ ( EuBatIn) ermöglicht es Unternehmen, darunter etwa Tesla, von EU-Investitionen zu profitieren.<sup>16</sup>
- Mit der Genehmigung der staatlichen Beihilfe ist der Weg frei für die Förderung der Batterieprojekte von ACI Systems, Alumina Systems, BMW, Cellforce Group, ElringKlinger, Liofit, Manz, Northvolt, SGL Carbon, Skeleton Technologies und Tesla.
- Nach einer Studie, die im Auftrag der Europäischen Kommission erstellt wurde, können Elektrofahrzeuge bis 2050 fast CO<sub>2</sub>-frei sein – und zwar unter Berücksichtigung des gesamten Lifecycle von der Herstellung über die Nutzung bis zum Recycling. Dafür muss der Strom, auch für die Fahrzeugherstellung, aus Erneuerbaren Energien kommen und das Recycling von Batterien muss abgedeckt sein.
- Ende 2020 erarbeitete die EU-Kommission eine verpflichtende Nachhaltigkeitsrichtlinie, wonach im Jahr 2026 35 Prozent und 2030 70 Prozent des Lithiums recycelt werden müssen.<sup>17</sup>
- Geht es nach dem Willen der EU-Kommission, deren neue Recycling-Richtlinie bis 2024 in nationales Recht umgesetzt werden soll, muss künftig ein deutlich größerer Materialanteil als bisher recycelt werden. Dazu sollen Auto- und Batteriehersteller ein flächendeckendes Sammel- und Wiederverwertungssystem aufbauen. Rund die Hälfte des Gewichts von Lithium-Ionen-Batterien (LiB) soll künftig wiederverwertet werden.
- Die Entwicklung von Batterien für Elektrofahrzeuge passt in den Plan der Kommission, die EU bis 2050 CO<sub>2</sub>-neutral zu machen und die Netto-Treibhausgasemissionen bis zum Ende des Jahrzehnts um mindestens 55 Prozent im Vergleich zu 1990 zu senken.

---

<sup>16</sup> <https://www.manufacturing.net/automotive/news/21244485/eu-approves-funding-for-ev-battery-industry>

<sup>17</sup> <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektromobilitaet-volkswagen-startet-batterie-recycling-in-salzgitter/26863106.html?ticket=ST-7506772-xGcpQdxNe561FdrhIAJs-ap6>

## Factory of the Future: Auf zu mehr Leistung und Effizienz!

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz (KI) können hier zum Durchbruch verhelfen. Durchdacht eingesetzt, setzen digitale Lösungen und KI neue Effizienzpotenziale aus hochkomplexen Fertigungsketten frei. Sie helfen Herstellern, eigene Workflows besser zu verstehen. Die mithilfe KI-basierter Technologie gesammelten Daten führen zu neuen Erkenntnissen, um Prozesse innerhalb und außerhalb des Unternehmens zu optimieren. Ein Beispiel ist Predictive Maintenance: Mit dieser lassen sich etwa Verschleißmuster, Besonderheiten und Anomalien erkennen und so dem Ausfall von Maschinen, Stillständen und Fehlern entgegen wirken. KI und Sensortechnologie helfen europäischen Herstellern, gleiche Wettbewerbsbedingungen zu schaffen und den Kostenvorteil, den asiatische Wettbewerber heute genießen, drastisch zu reduzieren.

Zugleich kann KI dazu beitragen, Marktanteile in Blue-Ocean-Segmenten – neuen innovativen Märkten – zu erobern. Auch zentrales Datenmanagement ist in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung: Es geht vermehrt um die Darstellung von KPIs und OEE-Daten, die Visualisierung von Sensordaten sowie die Speicherung von Prozessdaten in einer virtuellen Umgebung. Durch die Erhöhung von Prozessqualität und Agilität kann KI Möglichkeiten für die Herstellung von hochgradig kundenspezifischen, komplexen und damit hochwertigen Produkten im Bereich der E-Mobilität schaffen, ein Marktsegment, für das das Geschäftsmodell der meisten asiatischen Hersteller nicht geeignet ist. Wichtig hierbei: Die Automotive-Branche muss mutiger werden, weniger zögern und innovativer agieren, wenn es um den Einsatz neuer Technologien geht. Der abwartenden Haltung lässt sich am besten begegnen, indem die Mitarbeiter in den Fabriken bereits in einem frühen Stadium in das Design der neuen Lösung einbezogen und von den Möglichkeiten überzeugt werden.

### **Fünf Tipps für mehr Zukunftsstärke**

Worauf sollten Automotive-Unternehmen konkret achten, um ihre Produktion innovations- und wettbewerbsstärker zu machen?

1. Setzen Sie auf Edge Computing: Maschinen lassen sich heute besser als je zuvor koppeln, Daten via leistungsstarker Sensortechnologie auf Maschinenlevel („at the edge“) sammeln, strukturieren und analysieren.
2. Nutzen Sie Sensortechnologie: Ratsam sind zudem remote Services sowie die Integration zusätzlicher Sensorik bei fehlenden Datenpunkten, Maschinenidentifizierung, Cyber-Security, aber auch die Nutzung und Wandlung von Daten- und Kommunikationsprotokollen.
3. Treiben Sie die Human-Machine-Kollaboration voran: Mechatronik und IT-Lösungen verschmelzen vermehrt und unterstützen im Zusammenspiel effizientere und flexiblere Produktionsprozesse. Konkrete Anwendungsbeispiele sind smarte neue Industrieroboter, mobile Roboter sowie Cobots, die Hand in Hand mit den Mitarbeitern im Werk arbeiten.
4. Führen Sie Komponenten moderner Produktionsabläufe in der Cloud zusammen: So profitieren Sie von einer zentralen und transparenten Überwachung aller Maschinen, Anlagen und Komponenten durch steuerungs-basierte Softwarebausteine oder Cloud-basierte Funktionen, etwa in Sachen Asset Management, Condition Monitoring, Predictive Maintenance oder remoter Dienste.



5. Nutzen Sie Augmented Reality (AR) als weiteren Baustein der Smart Factory: So gewinnen Sie computergenerierte Zusatzinformationen und virtuelle Objekte komplementieren Live-Bilder oder Videos, was ihnen ein Plus an Informationen, Support und Know-how gibt.





## Nachhaltigkeit im Fokus: Tipps für mehr Nachhaltigkeit in der Produktion

Derzeit betragen die Kapazitäten für LiB-Recycling weniger als 100.000 Tonnen weltweit. China ist nicht nur führend in Sachen Zellproduktion. Auch im weltweiten Ranking für das Recycling von Zellen, Kathoden- und Anodenmaterialien rangiert es auf Platz 1.<sup>18</sup>

Derzeit sind mindestens einige „Gigafactories“ in Deutschland, Polen, Schweden und Ungarn geplant oder bereits im Aufbau. Dies im Zusammenspiel mit vermehrtem Recycling eröffnet der europäischen Industrie gute Chancen, Markt Vorteile zu gewinnen.

Laut Roland Berger gibt es vier Treiber, die helfen, die Anlageninvestitionskosten pro Gigawattstunde signifikant zu senken: verbesserte Prozesse, Skalierung durch größere Fabriken, optimierte Zellchemie sowie verbesserte Gesamtanlageneffektivität.<sup>19</sup>

### Hier einige Tipps für mehr Nachhaltigkeit in der Produktion:

1. Implementieren Sie ein Big-Data-getriebenes System, um industrielle Daten effizient zu erfassen und zu verwalten.
2. Schaffen Sie ein besseres Zusammenspiel zwischen Menschen und intelligenten Maschinen.
3. Bedenken Sie Sicherheit, Datenschutz und ethische Fragen, die von intelligenten Fertigungsnetzwerken unterstützt werden.
4. Bauen Sie ein detailliertes und umfassendes System auf, das alle Aspekte und Daten miteinander verbindet, um ein dezentrales Managementsystem zu erreichen.
5. Verknüpfen Sie Produktwissen, Daten und Entscheidungsfindung.
6. Setzen Sie auf qualifizierte und gut geschulte Mitarbeiter, um Fabrik 4.0-Konzepte effektiv anzuwenden.
7. Bedenken Sie: Um die Prinzipien der Fabrik 4.0 umzusetzen, sind hohe Investitionen vonnöten.
8. Nutzen Sie hochentwickelte und fortschrittliche Lösungen für die Speicherung, das Abrufen, die Verarbeitung und die Analyse von Daten.
9. Arbeiten Sie eng und vertrauensvoll mit allen Beteiligten zusammen.
10. Es sind datengesteuerte intelligente Algorithmen notwendig für eine nachhaltige Fertigung, eine nachhaltige Lieferkette, nachhaltige Wiederverwertung und die Lifecycle-Bewertung.

---

<sup>18</sup>[https://www.rolandberger.com/de/Insights/Publications/Zukunftsmarkt-Batterie-Recycling-Verpasst-Europa-\(wieder\)-den-Anschluss.html](https://www.rolandberger.com/de/Insights/Publications/Zukunftsmarkt-Batterie-Recycling-Verpasst-Europa-(wieder)-den-Anschluss.html)

<sup>19</sup><https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Lithium-ion-batteries-for-the-global-automotive-industry-and-beyond.html>

## Digitalisierung: Von Edge Computing bis AR

Da die Digitalisierung ein Eckpfeiler der Innovation in der Fertigung ist, sollte sie ein Schlüsselthema sein. Basistechnologien sind hierbei beispielsweise Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), Photonik, Sensoren oder Maschinensteuerung. Digitale Technologien können eine flexible, anpassungsfähige, agile Fertigung für eine schnelle, reaktionsfähige Produktion unterstützen. Es muss einen schnelleren Einsatz digitaler Technologien im gesamten Fertigungszyklus (Produktion, Vertrieb und Recycling) geben, der ein besseres Lieferkettenmanagement, Qualitätsverbesserung und Kundenservice ermöglicht. KI, Simulation und additive Fertigung, Datenanalyse, datengesteuerte Geschäftsmodelle und maschinelles sind diesbezüglich wichtige Treiber.

Worauf sollten Automotive-Unternehmen also achten, um ihre Produktion innovations- und wettbewerbsstärker auszurichten? Zum einen bietet ihnen das sogenannte Edge Computing zahlreiche Möglichkeiten: Maschinen lassen sich heute besser als je zuvor koppeln, Daten via leistungsstarker Sensortechnologie auf Maschinenlevel („at the edge“) sammeln, strukturieren und analysieren. Hinzukommen remote Services sowie die Integration zusätzlicher Sensorik bei fehlenden Datenpunkten, Maschinenidentifizierung, Cyber-Security, aber auch die Nutzung und Wandlung von Daten- und Kommunikationsprotokollen. Damit nicht genug, denn außerdem verschmelzen Mechatronik und IT-Lösungen vermehrt und unterstützen im Zusammenspiel effizientere und flexiblere Produktionsprozessen.

Konkrete Anwendungsbeispiele sind in diesem Zusammenhang smarte neue Industrieroboter, mobile Roboter sowie Cobots, die Hand in Hand mit den Mitarbeitern im Werk arbeiten. Darüber hinaus lassen sich die verschiedenen Komponenten moderner Produktionsabläufe heute in der Cloud zusammenführen: Hier profitieren Unternehmen von einer zentralen und transparenten Überwachung aller Maschinen, Anlagen und Komponenten durch steuerungs-basierte Softwarebausteine oder Cloud-basierte Funktionen, etwa in Sachen Asset Management, Condition Monitoring, Predictive Maintenance oder remoter Dienste. Ein weiterer Baustein der Smart Factory ist Augmented Reality (AR). Mit ihr gewinnen Unternehmen computergenerierte Zusatzinformationen, virtuelle Objekte komplementieren Live-Bilder oder Videos, was ihnen ein Plus an Informationen, Support und Know-how gibt. Die flexible, autonome Steuerung und Optimierung von Produktionsprozessen steht vielerorts zwar erst am Anfang. Wer die Möglichkeiten aber bereits heute eruiert und erste Schritte auf diesem Feld wagt, kann sich gut für künftige Anforderungen positionieren.

### Teil 3: Starker Automatisierungspartner mit nachhaltiger Vision: OMRON

#### Mit OMRON aktuelle und künftige Anforderungen gelassen meistern

OMRON ist der ideale Partner, um die Herausforderungen im Umfeld der Batteriezellproduktion, aber auch der zukünftigen Brennstoffzellenfertigung, in Europa strategisch und erfolgreich anzugehen, da das Unternehmen schon seit Jahren auf diesen Gebieten arbeitet, Abläufe immer wieder zu verbessern. Im europäischen Kontext sind hierbei insbesondere Aspekte wie die Zusammenarbeit Mensch und Maschine, Flexibilität, Digitalisierung sowie KI für Prozessoptimierung und Nachhaltigkeit von Bedeutung – ebenfalls Felder, in denen OMRON in den vergangenen Jahren viel Expertise aufbauen konnte. Es gibt heute keinen Batteriehersteller, der nicht auf Technologie von OMRON setzt.

Die globalen Automatisierungsexperten von OMRON konzentrieren sich auf die Integration modernster KI-Technologien in Fertigungs- und Produktionssysteme für Elektromobilität, um Stabilität und Flexibilität zu verbessern. Diese Fertigungsqualitäten sind für die Gewährleistung der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit der Branche von entscheidender Bedeutung, damit Europa seine Führungsrolle bei der Bereitstellung hochwertiger Technologien und Produkte für die Elektromobilität behaupten kann. OMRON und sein Partnernetzwerk bieten etablierte Technologien sowie transformative Lösungen, die die besonderen Anforderungen der europäischen Fertigungsindustrie für E-Mobilität erfüllen. KI-gesteuerte, vorausschauende Qualitäts- und Antwortfunktionen unterstützen Maschinenbediener, Änderungen kritischer Parameter in Echtzeit effektiver zu erkennen und zu reagieren, bevor die Produktqualität leidet. Zudem hilft KI, Wechselbeziehungen zwischen Produkt- und Prozessschritten aufzudecken und so wertvolle Erkenntnisse zu gewinnen, die in neue Produktdesigns und optimierte Produktionsstrategien einfließen können. Flexibilität wird durch KI-gesteuerte Umstellungen von Produktionslinien erreicht, die den Bediener bei der Konfiguration von Linien zur Anpassung an neue Produktformate unterstützt. Eine reduzierte Umrüstzeit zwischen den Produktformaten erhöht die Anlagenbetriebszeit und verringert Abfall.



## Über uns: OMRON stellt sich vor

### Über „innovative-Automation“

Als ein führendes Unternehmen in der industriellen Automatisierung verfügt OMRON über ein umfassendes Portfolio an Steuerungskomponenten und -geräten. Es reicht von Bildverarbeitungssensoren und anderen Eingabegeräten über verschiedene Steuerungen und Ausgabegeräte wie Servomotoren bis hin zu Sicherheitsgeräten und Industrierobotern. Durch die Kombination dieser Geräte via Software hat OMRON innovative und hocheffiziente Automatisierungslösungen realisiert, die weltweit von Herstellern eingesetzt werden. Auf Grundlage fortschrittlicher Technologien und seines umfassenden Portfolios hat das Unternehmen mit „innovative-Automation“ ein strategisches Konzept entwickelt, das auf drei „Is“ basiert: Integration (Weiterentwicklung der Steuerung), Intelligenz (Entwicklung von Intelligenz durch IKT) und Interaktivität (neuartige Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine). Durch die Umsetzung dieses Konzepts wird OMRON die Produktivität von Fabriken überall auf der Welt steigern.

### Über OMRON

Die OMRON Corporation ist eines der weltweit führenden Unternehmen im Bereich der Industrieautomatisierung und stützt sich vor allem auf die drei Kerntechnologien Sensorik, Steuerung und künstliche Intelligenz. Das Leistungsspektrum von OMRON reicht von elektronischen Komponenten über die Industrieautomatisierung bis hin zu Elektronikteilen für die Automobilbranche, sozialen Infrastruktursystemen sowie Gesundheits- und Umwelttechnologien. OMRON wurde 1933 gegründet und beschäftigt derzeit rund 30.000 Mitarbeiter weltweit, die daran arbeiten, Produkte und Dienstleistungen in 120 Ländern zur Verfügung zu stellen. In der Industrieautomatisierung übernimmt OMRON sowohl mit innovativen Technologien und Produkten als auch mit einem umfassenden Kundensupport eine Vorreiterrolle auf dem Markt. Gemeinsam arbeiten wir für eine bessere Gesellschaft. Nähere Informationen finden Sie auf der OMRON-Website unter: <http://industrial.omron.eu>.

## Noch Fragen? Sprechen Sie uns an! Wir freuen uns auf Sie.

### **Henry Claussnitzer**

*Business Engagement Manager Automotive EMEA*

*[henry.claussnitzer@omron.com](mailto:henry.claussnitzer@omron.com)*

*Office: +49 30 668 653 90*

### **Marion Beekhuizen**

*Team Leader Marketing Promotions*

*Telefon: +31 (0)6 1177 3151*

*E-Mail: [marion.beekhuizen@omron.com](mailto:marion.beekhuizen@omron.com)*

### **Besuchen Sie uns online!**

*<http://industrial.omron.eu>*

## Quellen und Impressum

Diese Publikation stellt eine allgemeine und unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung der Omron Europe B.V. zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit. Vollständigkeit und/oder Aktualität. Insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalls Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen bei Omron Europe B.V.

### Impressum

Omron Europe B.V.  
Wegalaan 67-69  
2132 JD Hoofddorp  
Netherlands

Tel: +31 (0)23 568 13 00

Fax: +31 (0)23 568 13 88

Website: industrial.omron.eu

Redaktion:

Henry Claussnitzer

Susanne Collins

Copyright

Omron Europe B.V.

### Quellen und Links:

- <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/recharging-economies-the-ev-battery-manufacturing-outlook-for-europe#>
- [https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion\\_Roadmap\\_2020\\_final\\_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a](https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion_Roadmap_2020_final_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a)
- <https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2020/Faktencheck-Batterien-fuer-E-Autos.pdf>
- <http://battprod.vdma.org/viewer/-/v2article/render/27173109>
- <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2020/presseinfo-02-Faktencheck-E-Autos.html>
- <https://www.elektroauto-news.net/automobilindustrie/batterien-elektroauto-faktencheck-antworten-wichtigste-fragen#:~:text=In%20Europa%20sind%20bis%202030,Nachfrage%20europ%C3%A4ischer%20Automobilhersteller%20gedeckt%20w%C3%BCrde.>
- <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Elektroautos-Merkel-will-bis-2022-die-Millionengrenze-knacken-4503187.html>
- [http://www.avicenne.com/reports\\_energy.php](http://www.avicenne.com/reports_energy.php)
- <https://www.pveurope.eu/energy-storage/green-economy-battery-manufacturing-coming-europe>
- [https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion\\_Roadmap\\_2020\\_final\\_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a](https://battprod.vdma.org/documents/7411591/59580810/VDMA%2520Batterieproduktion_Roadmap_2020_final_1610705214701.pdf/71d468a2-6981-41ab-b20b-b5d8c001fa9a)
- <https://www.carthrottle.com/post/nzpkqrp/>
- <https://vision-mobility.de/news/studie-europa-loest-die-handbremse-bei-der-e-mobilitaet-64380.html>
- <https://ec.europa.eu/jrc/en>
- <https://www.manufacturing.net/automotive/news/21244485/eu-approves-funding-for-ev-battery-industry>
- <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/elektromobilitaet-volkswagen-startet-batterie-recycling-in-salzgitter/26863106.html?ticket=ST-7506772-xGcpQdxNe561FdrhIAJs-ap6>
- <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/Lithium-ion-batteries-for-the-global-automotive-industry-and-beyond.html>