

Sektoranalyse

Dr. Alexander Kalb, Wolfgang Linder

Beachten Sie bitte den/die Hinweis/e auf der/den letzten Seite/n
 ► clientnext.bayernlb.de, Bloomberg: RESP BAYR

Elektromobilität: Batteriefertigung in Europa nimmt Fahrt auf

Kurz & klar

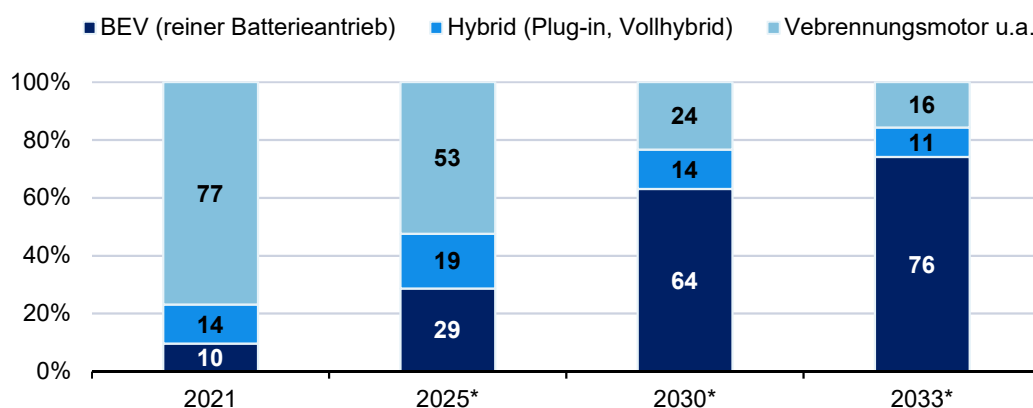
- Der wachsende Absatz von Elektrofahrzeugen in Europa führt in den kommenden Jahren zu einem deutlich höheren Bedarf an Batterien für den Elektroantrieb.
- Asiatische Batteriehersteller starten im Rennen um den europäischen Markt mit einem deutlichen Vorsprung, aber europäische Hersteller holen auf (unterstützt von Politik und Industrie).
- Deutschen Anlagen- und Maschinenbauern eröffnet sich ein großes Marktpotenzial.
- Das Recycling von Antriebsbatterien befindet sich noch in der Entwicklungsphase.

Rasch wachsender Bedarf an Batterien für Elektrofahrzeuge in Europa

► Deutschland wird zum europäischen Leitmarkt der Elektromobilität

Angetrieben von der zunehmend strengeren Regulierung durch die EU und ambitionierten Plänen der Automobilhersteller gewinnt die Elektromobilität in Europa zunehmend an Fahrt. Vor allem in Deutschland ist damit zu rechnen, dass der Absatz der Elektrofahrzeuge in den kommenden Jahren deutlich steigen wird, was auf eine hohe Kaufkraft, die politische Förderung und die Elektrooffensive der heimischen Automobilhersteller zurückzuführen ist. Der deutsche Markt wird sich damit zum größten Markt für Elektrofahrzeuge in Europa entwickeln.

Elektrofahrzeuge gewinnen in Europa deutlich an Marktanteilen
 In Prozent aller Antriebskonzepte



Quelle: IHS Markit; * Prognosen

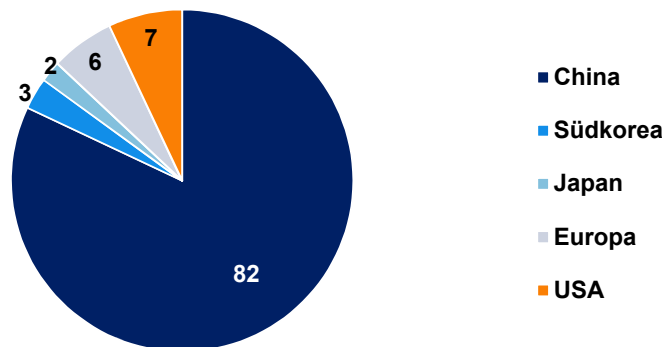
► Optimistische Prognose für Elektrofahrzeuge in Europa

Optimistische Stimmen gehen sogar davon aus, dass in Europa auf lange Sicht der weltweit höchste Marktanteil von Elektroautos erreicht wird, wobei der Absatz der Elektrofahrzeuge in Westeuropa – im Zuge eines höheren Kaufkraftniveaus und eines vergleichsweise schnellen Ausbaus der Ladeinfrastruktur – deutlich rascher ansteigen wird als in Mittel- und Osteuropa.

- ▶ China dominiert den Weltmarkt für Batterien

Die wachsende Nachfrage nach Elektrofahrzeugen bringt naturgemäß einen steigenden Bedarf an Antriebsbatterien mit sich. Lange Zeit war es unsicher, ob sich die Elektromobilität auf dem europäischen Markt durchsetzen wird, daher gibt es derzeit nur wenige Fertigungskapazitäten für entsprechende Batterien in Europa. Der Schwerpunkt der weltweiten Batterieproduktion liegt vielmehr in Asien und dementsprechend dominieren asiatische Produzenten den Weltmarkt. So waren 2021 knapp 90% der Produktionskapazitäten für Lithium-Ionen-Batterien in Asien angesiedelt, allein 82% in China. Auf die USA entfielen 7% und auf Europa 6%.

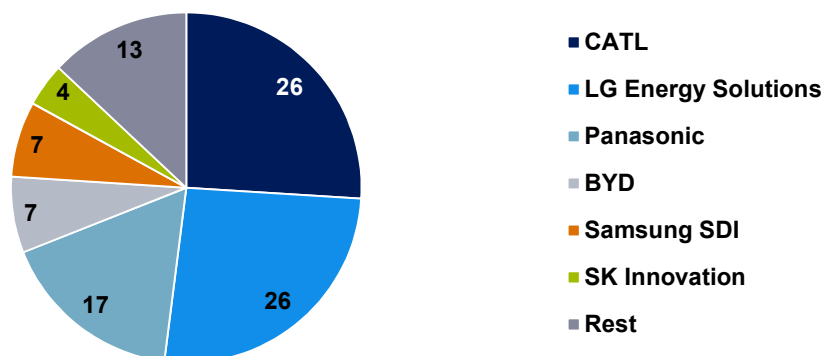
Produktionsstandorte für Lithium-Batteriezellen 2021
Auf GWh-Basis



Quelle: BNEF

Angeführt wird der Weltmarkt von den beiden Herstellern CATL (China) und LG Energy Solutions (Südkorea), auf die gut die Hälfte der weltweit produzierten Batterien für Elektro- und Hybridfahrzeuge entfällt. Dahinter folgen mit Panasonic (Japan), BYD (China), Samsung SDI (Südkorea), SK Innovation (Südkorea), Envision AESC (Japan) und CALB (China) weitere Unternehmen aus den asiatischen Wirtschaftszentren.

Marktanteile der Batteriehersteller weltweit (2021)
Auf GWh-Basis



Quelle: Adamas Intelligence, Fitch Solutions

- ▶ Asiatische Dominanz lässt Europäer beim Aufbau einer eigenen Batterieindustrie zögern

Angesichts dieser asiatischen Dominanz erschien der Aufbau einer eigenen europäischen Batterieindustrie lange Zeit unattraktiv. Doch die Batteriepakete für Elektrofahrzeuge sind der teuerste Bestandteil eines Elektrofahrzeugs und wiegen mehrere hundert Kilogramm. Darüber hinaus stellt eine Batterie beim Transport ein Gefahrgut dar. Derartige Bestandteile werden normalerweise nahe der Produktionsanlagen der OEMs hergestellt. Hinzu kommt, dass gerade in Europa die Nachhaltigkeit der Batterieherstellung bzw. die Gewinnung der dafür benötigten Rohstoffe eine zentrale Rolle spielt, und nur durch eine so weit wie möglich lokalisierte Batteriefertigung kann diese Nachhaltigkeit durch die Automobilhersteller sichergestellt werden (z.B. durch die Nutzung erneuerbarer Energien).

- ▶ Asiatische Hersteller decken derzeit die Batterienachfrage der europäischen Automobilindustrie

Asiatische Zelllieferanten haben diese Entwicklung schon länger erkannt und schon vor Jahren damit begonnen, Zellfabriken in Europa zu errichten, um den wachsenden Bedarf der europäischen Autohersteller zu decken. Als Standorte wählten sie dabei vor allem osteuropäische Länder mit niedrigen Arbeitskosten wie Ungarn, Polen oder die Tschechische Republik. Folglich werden Volkswagen, Stellantis und die anderen in Europa tätigen Automobilkonzerne für die Produktion von Elektrofahrzeugen für den Heimatmarkt derzeit in erster Linie von LG Energy Solutions, Samsung SDI, CATL und SK Innovation beliefert (auf der Basis von langfristigen Verträgen). Europäische Batteriehersteller spielen dagegen derzeit bestenfalls eine untergeordnete Rolle. Doch dies soll sich nach dem Willen, insbesondere der deutschen und französischen Regierung, ändern, denn die Politik (und auch die Hersteller) sind daran interessiert, die Abhängigkeit der europäischen Automobilindustrie von ausländischen Batteriezellenherstellern zu verringern.

Deutschland und Frankreich treiben den Aufbau einer europäischen Batterieindustrie voran

- ▶ Die EU unterstützt den Aufbau europäischer Batteriefabriken

Vor diesem Hintergrund fördert die EU den Aufbau einer Batterieindustrie in Europa und fördert zwei Großprojekte („Important Projects of Common European Interest“) mit jeweils rund 3 Mrd. Euro, an denen u.a. Unternehmen wie BASF, BMW, Umicore, Varta, ACC (Joint Venture von Stellantis, TotalEnergies und Daimler), Solvay, Borealis, ElringKlinger, Northvolt und SGL Carbon beteiligt sind. Neben dem Bau von Batteriezellfabriken in Frankreich und Deutschland soll mit den Konsortien die Lithium-Ionen-Technologie der aktuellen Batteriegeneration verbessert und die Entwicklung der nächsten Batteriegeneration (Feststoffbatterie) vorangetrieben werden.

- ▶ Automobilhersteller: Batterie wird zum Differenzierungsmerkmal

Lange Zeit tat sich insbesondere die deutsche Automobilindustrie schwer damit, sich in der Batteriezellenfertigung zu engagieren. Doch mit der wachsenden Marktdurchdringung der Elektromobilität wird die Leistungsfähigkeit der Antriebsbatterien zunehmend zu einem entscheidenden Diversifizierungsmerkmal für die Automobilhersteller. Die OEMs stehen daher vor der Herausforderung, einerseits ihre Versorgung mit Batteriezellen abzusichern, andererseits aber auch eine hohe Qualität der Batterien sicherzustellen. Dabei gehen die Automobilunternehmen unterschiedlich vor. Während einige OEMs strategische Partnerschaften mit (mehreren) Zellherstellern und/oder Rohstoff- bzw. Materiallieferanten eingehen (z.B. Volkswagen und Northvolt), beteiligen sich andere Automobilunternehmen direkt an Batterieherstellern. Neben der Absicherung und Kontrolle der Lieferkette spiegelt dies auch den Versuch wider, einen wesentlichen Teil der Wertschöpfung im eigenen Haus zu behalten.

- ▶ „Battery made in Europe“ als langfristiges Ziel

Als langfristiges Ziel gilt dabei die Etablierung einer rein europäischen Lieferkette, also die Herstellung einer „Europa-Batterie“. Kurz- bis mittelfristig werden die Batterieproduzenten in Europa aber auf Zulieferungen von Rohmaterialien und Komponenten aus dem nicht-europäischen Ausland angewiesen bleiben.

Die ehrgeizigen Ziele von Politik und Automobilindustrie für die Elektromobilität in Europa haben zu ambitionierten Plänen zur Batteriefertigung auf europäischem Boden geführt. Während die bereits am Markt etablierten asiatischen Hersteller den Ausbau ihrer Produktionskapazitäten angekündigt haben, versuchen v.a. europäische Unternehmen neu in den Markt einzusteigen. Der Wettbewerbsdruck wird daher in den kommenden Jahren deutlich steigen, zumal die europäischen Automobilhersteller hohe Qualitätsansprüche haben und weiterhin sinkende Batteriepreise erwarten.

- ▶ Anhaltender Preisdruck

Um dies realisieren zu können, müssen die Batteriehersteller Skaleneffekte nutzen, denn durch höhere Produktionsmengen können die Kosten für Produktion sowie Forschung und

Entwicklung besser verteilt werden. Gleichzeitig werden wertvolle Erfahrungen im Produktionsprozess aufgebaut, die zur stetigen Verbesserung der Batterietechnologie genutzt werden können (z.B. durch Prozessinnovationen bei der Elektrodenherstellung oder bei der Zellfinalisierung). Im Fokus stehen dabei insbesondere größere Reichweiten (höhere Energiedichte), kürzere Ladezeiten und geringere Beschaffungskosten – allesamt Faktoren, die bislang einer stärkeren Marktdurchdringung der E-Mobilität im Wege stehen. Eine Optimierung der Kosten der Zellproduktion bei gleichzeitiger Sicherstellung einer hohen Produktqualität ist für die Batteriehersteller daher von entscheidender Bedeutung, um sich langfristig am Markt etablieren zu können.

Vor allem in Deutschland entstehen neue Kapazitäten für die Batterieproduktion

- Fertigungskapazitäten in Europa werden deutlich ausgebaut

Beim Ausbau der Produktionskapazitäten steht vor allem Deutschland im Fokus zahlreicher Investitionspläne. Darüber hinaus sollen auch in Skandinavien und Frankreich neue Batteriefabriken entstehen.

Auswahl von bestehenden und geplanten Großprojekten für neue Batteriefabriken
Kapazität in GWh

Land	Unternehmen	Kapazität	Produktionsstart (voraussichtlich)
Deutschland	Tesla	Bis zu 250 GWh	2022
	CATL	Bis zu 100 GWh	2022
	ACC (Automotive Cells Company)	Bis zu 40 GWh	2025
	Gotion	Bis zu 40 GWh	2025
	Northvolt	Bis zu 16 GWh	2024
	SVOLT	Bis zu 24 GWh	2023
	Farasis	Bis zu 16 GWh	2022
	Microvast	Bis zu 6 GWh	Seit 2021
	Varta	Bis zu 3 GWh	2024
	Leclanche	Bis zu 2,5 GWh	Seit 2021
Norwegen	Freyr	Bis zu 43 GWh	2023
	Morrow	Bis zu 42 GWh	2024
Frankreich	Verkor	Bis zu 50 GWh	2025
	ACC	Bis zu 24 GWh	2023
	Envision	Bis zu 30 GWh	2027
Italien	Italvolt	Bis zu 70 GWh	2024
	Stellantis	Bis zu 37 GWh	2030
	FAAM	Bis zu 2,5 GWh	2023
Großbritannien	Envision AESC	Bis zu 38 GWh	2024
	Britishvolt	Bis zu 30 GWh	2024
Ungarn	Samsung SDI	Über 40 GWh	Seit 2018
	SK Innovation	Bis zu 30 GWh	2028
Polen	LG Chem	Bis zu 100 GWh	Seit 2027
Schweden	Northvolt	Bis zu 60 GWh	2022
Spanien	VW, Iberdrola	Bis zu 40 GWh	2030
	Phi4Tech	Bis zu 10 GWh	2027
Slowakei	InoBat	Bis zu 10 GWh	2020

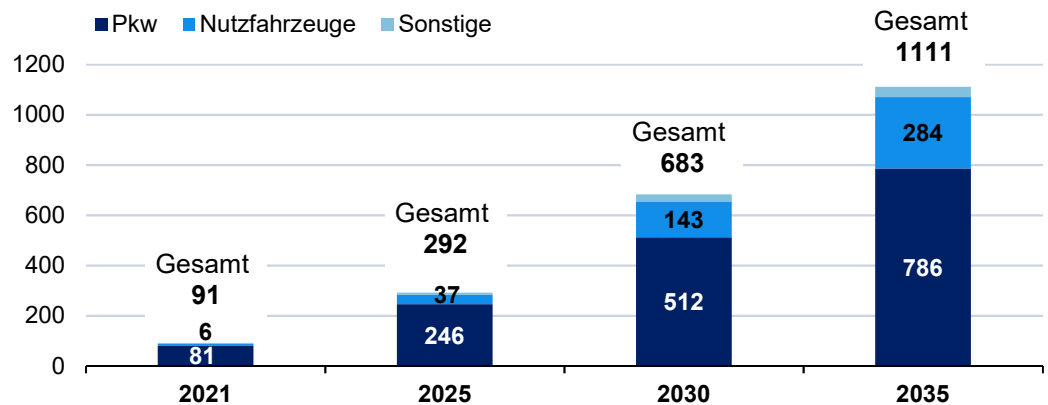
Quellen: Handelsblatt, Roland Berger, battery News, Europäische Kommission, European Battery Alliance

Zusätzlich zu diesen Projekten planen u.a. Volkswagen, Northvolt/Volvo und BYD weitere Großprojekte, wobei Standort und/oder Produktionsstart noch nicht festgelegt sind.

- Überkapazitäten absehbar

Es bleibt abzuwarten, ob alle geplanten Vorhaben letztlich auch umgesetzt werden. So rechnet das Analysehaus Bloomberg NEF bis 2030 mit einem Batteriebedarf von knapp 700 Gigawattstunden über alle Sektoren hinweg.

Batteriebedarf in Europa
In GWh



Quelle: BNEF

- Der Absatz von Elektrofahrzeugen in Europa muss erst noch in die geplanten Kapazitäten für die Batteriefertigung hineinwachsen

Insgesamt belaufen sich die Kapazitäten der angekündigten Zellfabriken mittlerweile aber schon auf über 1000 Gigawattstunden. Damit deuten sich Überkapazitäten an. Allerdings werden diese Überkapazitäten geringer ausfallen als der Blick auf die geplanten Vorhaben vermuten lässt, denn erfahrungsgemäß werden nicht alle Projekte im geplanten Umfang umgesetzt, es kommt zu Verzögerungen und unrentable Batteriefabriken werden stillgelegt oder erst gar nicht realisiert. Hinzu kommt, dass bei den meisten Projekten zum Produktionsstart zunächst noch mit kleineren Auslieferungsmengen kalkuliert wird, da der Markt für Elektrofahrzeuge erst noch in die Batteriekapazitäten, die mittel- bis langfristig für Europa vorgesehen sind, hineinwachsen muss. Vor diesem Hintergrund wird China auch weiterhin der mit Abstand größte Batteriehersteller der Welt bleiben (Marktanteil 2025: ca. 70%), doch der Anteil Europas an den Produktionskapazitäten wird von heute 6% auf voraussichtlich 18% im Jahr 2025 steigen.

Asiatische Batteriehersteller gehen mit Vorsprung ins Rennen um Europa

- Asiatische Batteriehersteller mit guter Ausgangslage

Während die asiatischen Batteriehersteller dank gefestigter Lieferbeziehungen und Abnahmezusagen mit einem deutlichen Vorsprung ins Rennen um den europäischen Markt gehen, versuchen immer mehr europäische Produzenten im Zuge der Förderung durch EU und nationaler Programme, Marktanteile zu gewinnen. Unternehmen wie Automotive Cells Company (mit Stellantis, Opel und Total) oder Northvolt (mit BMW, Volkswagen, Volvo und Scania als Partner) haben ambitionierte Pläne und profitieren zudem von der Unterstützung durch die europäische Automobil- und Energieindustrie und haben damit gute Zukunftschancen. Deutlich größer sind dagegen die Herausforderungen für Unternehmen, die neu in den Markt einsteigen und weder über starke Partner noch über Großabnehmer in der Autoindustrie verfügen.

- Asiatische Batteriehersteller sichern sich seit Jahren einen kostengünstigen Zugang zu wichtigen Batterierohstoffen

Dass viele der geplanten Projekte im Hochlohnland Deutschland angesiedelt werden sollen, liegt unter anderem daran, dass die Lohnkosten mit einem Anteil von 5 bis 10% an den Gesamtkosten einer Batteriezelle eine eher untergeordnete Rolle spielen. Ausgaben für Material machen dagegen etwa 70% der Kosten einer Batteriezelle aus, die Produktionskosten liegen bei rund 20%. Der entscheidende Wettbewerbsfaktor für die Batteriezellenfertigung ist somit der kostengünstige Zugang zu Batterierohstoffen, und dabei gelten Weltmarktpreise, unabhängig vom Produktionsstandort. Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Zukunft der Antriebsbatterien ist die Forschung und Entwicklung und hier profitiert Deutschland von seinem Potenzial an qualifiziertem Personal, der Nähe zu Forschungseinrichtungen und OEMs, staatlicher Förderung sowie der großen Bedeutung nachhaltig produzierter Batterien. Denn eine gute Nachhaltigkeitsbilanz soll zum Markenzeichen der in

Europa produzierten Batterien werden und ein wichtiges Differenzierungsmerkmal gegenüber den asiatischen Wettbewerbern sein.

Weiterentwicklung der Batteriechemie als Schlüssel für bessere Leistungen

Aber nicht nur beim Thema Nachhaltigkeit, sondern auch bei der Leistungsfähigkeit von Batterien ist in den kommenden Jahren mit deutlichen Verbesserungen zu rechnen. Der entscheidende Schlüssel hierzu ist die Zellchemie. Diese beschreibt die chemische Zusammensetzung der Batteriebestandteile, die wiederum die Eigenschaften und die Leistung der Batterie bestimmt.

- ▶ Ionenbewegungen zwischen Anode und Kathode geben Strom ab bzw. laden die Batterie auf

Die Akkus bzw. Batteriepakete in Elektrofahrzeugen bestehen aus einer Vielzahl von Batteriezellen, die zunächst in Modulen angeordnet und anschließend zu Paketen zusammenfasst werden. Eine Batteriezelle wiederum besteht aus Elektroden (Kathode und Anode), Separator und Elektrolyt und es gibt sie in unterschiedlichen Formen (zylindrisch, prismatisch, Taschenform). Vom Materialmix der Elektroden bzw. wie und in welcher Zahl diese Zellen zu Modulen und dann zu einem Batteriesystem zusammengefügt werden, hängen am Ende Leistung, Kapazität und Gewicht des Akkus ab.

- ▶ Akronyme beschreibend die Zellchemie: Eine NCM811-Kathode besteht aus 80% Nickel, 10% Kobalt und 10% Mangan; die NCM111-Kathode enthält Nickel, Mangan und Kobalt in gleichen Teilen

Derzeit werden in Automobilen vor allem Lithium-Ionen-Batterien eingebaut. Lithium-Ionen ist dabei ein Oberbegriff für eine Klasse von wieder aufladbaren Batterien, deren Kathode aus Lithium-Metalloxid besteht, das variable Anteile an Nickel, Mangan, Kobalt, Aluminium, Eisen, Phosphat und/oder anderen Elementen enthalten kann. Lithium-Ionen-Batterien werden mit einer Elektronik ausgestattet, die das Laden und Entladen steuert. Zudem verhindert ein Kühlsystem eine Überhitzung. Die derzeit am weitesten verbreitete Kathode besteht aus einer Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Mischung (NCM-Kathode) und stellt einen marktfähigen Kompromiss aus Energiedichte (eine hohe Energiedichte bedeutet eine hohe Reichweite) und Kosten dar. Die Anode besteht in der Regel aus Graphit.

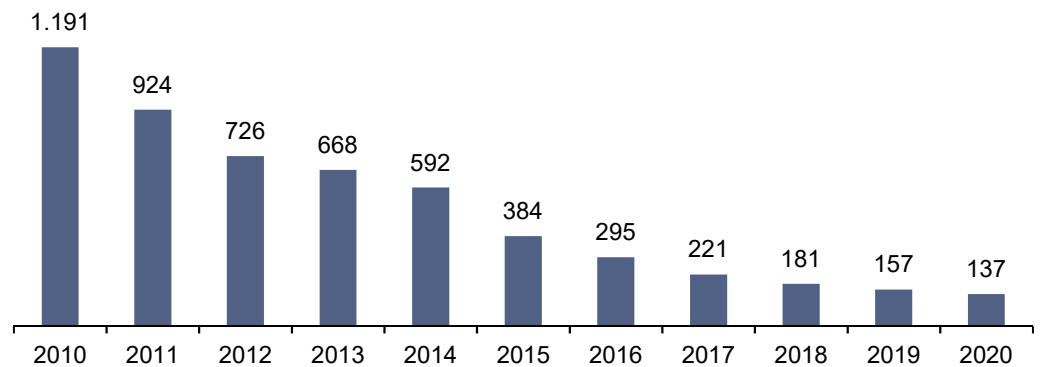
In der aktuellen Forschung geht es um die Optimierung der Batterien. So werden in den kommenden Jahren v.a. bei der Reichweite und den Ladezeiten deutliche Fortschritte erwartet. Zudem soll der Anteil bestimmter Metalle verändert werden. Bei der Kathode soll z.B. Kobalt zunehmend durch Nickel ersetzt werden, bei der Anode hofft die Industrie auf Silizium, das eine deutlich höhere Energiedichte und schnellere Ladevorgänge ermöglicht. Jede Veränderung der Zellchemie verändert aber auch das Zusammenspiel der einzelnen Zellkomponenten und Verbesserungen bei Leistung und Reichweite gehen in der Regel mit Einbußen bei der Sicherheit einher (und umgekehrt). Hinzu kommt, dass bei verändertem Materialeinsatz häufig auch der Produktionsprozess angepasst werden muss. Wird beispielsweise Kobalt ersetzt, muss die Produktionsumgebung trockener sein, die Materialkosten sinken, aber die Produktion wird teurer.

- ▶ Preisparität durch sinkende Batteriepreise wird im Premiumsegment früher erreicht als im Kleinwagensegmenten

Lange Zeit waren Elektrofahrzeuge vor allem aufgrund der teuren Batterien kaum marktfähig. Doch dank höherer Produktionsvolumina (infolge eines steigenden Absatzes von Elektrofahrzeugen), der Einführung neuer Zell- und Packungsdesigns und Verbesserungen bei der Energiedichte ist der Preis der Batterien in den vergangenen Jahren deutlich gesunken. Zwar dürfte der Abwärtstrend in diesem Jahr aufgrund steigender Rohstoffpreise vorübergehend unterbrochen werden, doch der grundsätzliche Abwärtstrend bei den Batteriepreisen bleibt intakt, was dem Absatz der Elektrofahrzeuge in den kommenden Jahren weitere Impulse geben dürfte.

Preisentwicklung von Lithium-Ionen-Batterien (volumengewichteter Durchschnitt)

Dollar pro kWh (preisbereinigt, Basisjahr 2020)



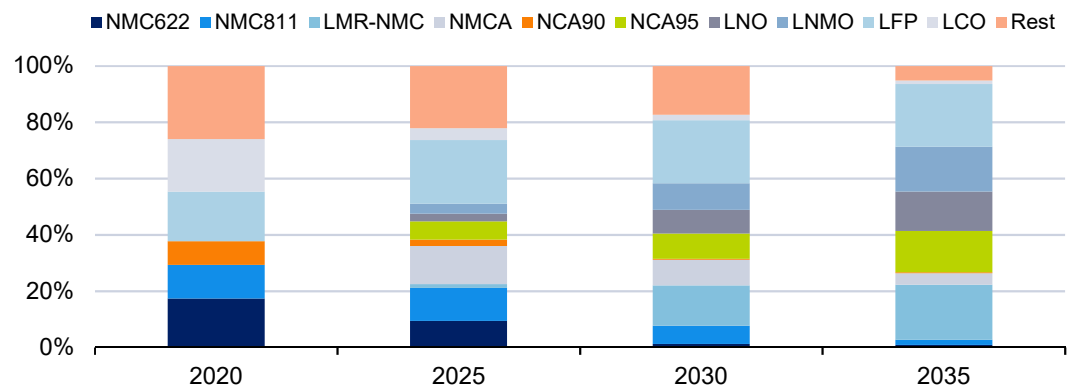
Quelle: BNEF

Zudem zeichnet sich ab, dass künftig – je nach Fahrzeugkategorie und Einsatzzweck – Batterien mit unterschiedlicher Zellchemie gearbeitet wird:

- **Leistungsstarke Batterien** mit einer hohen Energiedichte für lange Reichweiten haben in der Regel Kathoden mit einem hohen Nickelgehalt (z.B. LNO, NCA95, NMCA, NMC 955), was wiederum vergleichsweise hohe (Rohstoff)-Kosten mit sich bringt. Solche Batterien werden voraussichtlich vor allem in **Premiumfahrzeugen** eingesetzt werden.
- Im **Massenmarkt** dagegen sind in erster Line Batterien gefragt, deren Zellchemie ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Kosten, Energiedichte, Sicherheit und Lebensdauer aufweist. Dazu wird u.a. ein Teil des Nickels durch Mangan ersetzt. Beispiel für eine solche Batteriechemie sind LNMO-Kathoden oder Lithium-Mangan-reiches NMC (LMR-NMC).
- In preissensitiven Fahrzeugsegmenten finden zunehmend Lithium-Eisen-Phosphat-basierte (LFP-)Kathoden Verwendung, wie z.B. LFMP (Lithium-Eisen-Mangan-Phosphat). Mit Lithium als einzig teurem Material, sind die Batterien vergleichsweise günstig, haben dafür aber eine niedrigere Energiedichte und eine entsprechend geringere Reichweite. Sie eignen sich damit für den Einsatz in Schwellenländern bzw. für Kleinwagen im Stadtverkehr.

Chemiemix (Kathode) von Lithium-Ionen-Batterien verändert sich im Zeitverlauf

Basis: GWh



LFP: Lithium Iron Phosphate; NMC: Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide; NCA: Lithium Nickel Cobalt Aluminum Oxide; NMCA: Lithium Nickel Manganese Cobalt Aluminum Oxide; LNO: Lithium Nickel Oxide; LNMO: Lithium Nickel Manganese Oxide Spinel; Quelle: BNEF

Bis zur Marktreife der Feststoffbatterie bleibt der Lithium-Ionen-Akku die vorherrschende Batterietechnologie

- ▶ Feststoffbatterien: im Vergleich zu Lithium-Ionen-Akkus entfallen mehrere Fertigungsschritte

Die Lithium-Ionen-Batterie wird voraussichtlich noch bis Mitte des nächsten Jahrzehnts die weltweit dominierende Batterietechnologie sein, ehe die Feststoffbatterie zunehmend an Bedeutung gewinnen dürfte. Bei der Feststofftechnologie wird der flüssige Elektrolyt der Lithium-Ionen-Batterie durch einen festen Elektrolyten (aus Glas, Keramik oder ein Polymer) ersetzt. Je nach verwendeter Technologie haben Festkörperbatterien eine höhere Energiedichte als Lithium-Ionen-Batterien (50-100% mehr) und dadurch eine höhere Reichweite. Hinzu kommen ein geringeres Gewicht, eine höhere Lebensdauer, schnellere Ladezeiten, geringere Kosten und bessere Sicherheitseigenschaften (durch die Verwendung von nicht entflammaren Festkörperelektrolyten).

- ▶ Lithium-Metall-Akkus als optimale Feststoff-Technologie

Die marktfähige Feststoffbatterie wäre somit eine Technologie, die der Elektromobilität zum endgültigen Marktdurchbruch verhelfen könnte. Daher verwundert es nicht, dass die Automobilhersteller bereits auf eine Markteinführung ab Mitte des Jahrzehnts drängen. Das Analysehaus BloombergNEF dagegen geht davon aus, dass Feststoffbatterien erst zu Beginn des kommenden Jahrzehnts in der Serienfertigung zum Einsatz kommen. Es ist davon auszugehen, dass die Feststoffbatterien zunächst im Premiumsegment Marktanteile gewinnen werden – Käufer von Premiumfahrzeugen werden eher bereit sein, für eine größere Reichweite und eine sichere Batterie mehr zu bezahlen, ehe die neue Batterietechnologie im Zuge sinkender Kosten ihren Siegeszug auch in den anderen Fahrzeugsegmenten fortsetzen wird.

Vergleich zwischen Lithium-Ionen-Batterie und Feststoffbatterie

Typ	Eigenschaften	Vorteile	Nachteile
Lithium-Ionen-Akkus (gehören zur Gruppe der Metall-Ionen-Batterien)	Gute Verteilung von Energie auf wenig Raum bei geringem Gewicht Aufgrund einer hohen Energiedichte gut für den Einsatz im Pkw (und anderen mobilen Geräten) geeignet	<ul style="list-style-type: none"> hohe Energiedichte hohe Zellspannungen (macht weniger Zellen erforderlich) geringes Gewicht anpassungsfähig (durch Variation der Zellchemie) hohe Entladeströme und Schnellladung möglich sehr geringe Selbstentladung (lange Lagerfähigkeit und Haltbarkeit) 	<ul style="list-style-type: none"> empfindlich gegen Über- und Tiefentladung (Batteriemanagementsystem erforderlich) temperaturempfindlich hohe Produktionskosten entzündlich (Kühlung erforderlich) teilweise fragwürdige Rohstoffgewinnung
Feststoffbatterien (auch Festkörperbatterien)	Fester Elektrolyt (anstatt flüssig) Noch nicht für den alltäglichen Einsatz im Elektroauto bereit	<ul style="list-style-type: none"> nicht entflammbar hohe Sicherheit kein Temperaturmanagement erforderlich geringes Gewicht hohe Reichweite keine Selbstentladung hohe Energiedichte 	<ul style="list-style-type: none"> geringe Stromstärke hoher Kapazitätsrückgang bereits nach wenigen Ladezyklen (noch) sehr lange Ladedauer Lithiumeinsetzung (negativer Umweltaspekt)

Quellen: Batterieforum Deutschland, Glinicke, BayernLB Research

Aufgrund der hohen Innovationsgeschwindigkeit sind in den kommenden Jahren technologische Sprünge in der Batterietechnologie nicht auszuschließen und auf lange Sicht werden voraussichtlich mehrere Batterietechnologien nebeneinander existieren.

Chancenreicher Zukunftsmarkt für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau

- ▶ Maschinen- und Anlagenbau: Chancen entlang der gesamten Prozesskette

Der Strukturwandel in der Automobilindustrie beschränkt sich nicht nur auf den Fahrzeugbau, sondern strahlt auch auf andere Wirtschaftszweige aus. So ist die wachsende Batteriezellenproduktion in Europa beispielsweise auch für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau ein chancenreicher Zukunftsmarkt: Angefangen von der Rohstoffaufbereitung über die Elektrodenproduktion und Zellassemblierung bis hin zur Modul- und Packfertigung sowie der Batterieproduktion (insbesondere bei der Lithium-Ionen-Technologie) und dem -recycling, bietet sich den Maschinen- und Anlagenbauern an den unterschiedlichsten Stellen der Produktions- bzw. Prozesskette die Möglichkeit, am lukrativen Geschäft der Batterieproduktion zu partizipieren. Technologisch ist der deutsche und europäische Maschinen- und Anlagenbau hierfür gut aufgestellt.

Klein- und mittelständische Struktur behindert deutsche Maschinenbauer

Was allerdings fehlt, ist die komplette Fertigung aus einer Hand: Während es in Deutschland beispielsweise viele Spezialisten für bestimmte Prozessschritte gibt, sind Systemanbieter eher rar gesät. Hinzu kommt, dass viele kleine Maschinenbauer, die in Deutschland das Gros ausmachen, zwar das Potenzial hätten, Technologien für die Zellproduktion bereitzustellen, es aufgrund ihrer Größe aber nicht tun. Der Hauptgrund hierfür ist, dass die kleinen Anbieter weniger international aufgestellt sind als große Unternehmen und es ihnen damit oftmals schwerfällt, ihre Produkte in den großen Absatzmärkten (USA und Asien) zu vermarkten bzw. zu vertreiben. Für die kleinen Anbieter in diesen Zielmärkten ist dies freilich anders: Aufgrund des großen lokalen Absatzmarktes können sie ihr Potenzial (in den Heimmärkten) deutlich besser ausschöpfen.

- ▶ Asiatische Hersteller bisher klar im Vorteil

Die Bereitstellung einer kompletten Produktionslinie für die Fertigung von Batteriezellen aus einer Hand ist aufgrund der Vielzahl und Spezialisierung der daran beteiligten Unternehmen mit erheblichem Aufwand und hohen Risiken verbunden. Insbesondere für kleine und mittelständische Unternehmen ist das Risiko, in Vorleistung zu gehen oder die Haftung bei möglichen Produktionsausfällen für eine gesamte Linie zu übernehmen oftmals zu hoch. Asiatische Hersteller, vor allem chinesische, sind hier klar im Vorteil, da sie teilweise hochsubventioniert sind und bereits Erfahrungen in der Großserienproduktion von Zellfabriken für Batterien mitbringen. Ähnliches gilt für amerikanische Maschinen- und Anlagenbauer, die tendenziell mehr Prozessschritte als deutsche und europäische bedienen können. Sie sind somit in der Lage, aufeinander abgestimmte Teilprozessketten für die Elektrodenfertigung, Zellmontage sowie Formation und Prüfung zu liefern. Die deutschen und europäischen Hersteller haben dieses Problem erkannt und versuchen gegenzusteuern, denn die Wettbewerber aus Asien (und den USA) bauen ihren Vorsprung stetig aus.

Bündelung der Kräfte durch Kooperationen

Bosch kündigte beispielsweise im Herbst 2021 an, seine Kompetenzen im Maschinenbau zu bündeln, um Fabrikausrüstungen für die Batterieproduktion aus einer Hand anzubieten – von einzelnen Komponenten über Softwarelösungen bis hin zu kompletten Montagelinien. Pilotkunde ist der Automobilzulieferer Webasto, für den das Unternehmen künftig automatisierte Montagelinien zum Verschweißen und Einkleben der Batteriezellen liefert. Bosch will damit die Wertschöpfungstiefe im Maschinenbau erhöhen und ab 2025 jährlich rund 250 Mio. Euro Umsatz mit Equipment für die Batterieproduktion erzielen. Der schwäbische Maschinenbauer Manz hat jüngst vom Autohersteller BMW einen Auftrag für den Aufbau einer hochintegrierten Batterieproduktionslinie erhalten. Der Auftrag umfasst Anlagen zur Beschichtung des Elektrodenmaterials sowie zur Assemblierung der Lithium-Io-

nen-Batteriezellen. Manz ist bereits 2009 in das Geschäft mit Lithium-Ionen-Batterien eingestiegen, wobei der Bereich mittlerweile rund ein Drittel zum Umsatz beiträgt. Anfang 2021 verkündete das Unternehmen zudem eine strategische Kooperation mit dem bayrisch-schwäbischen Maschinenbauer Grob, der sich unter anderem mit der Herstellung von Produktionssystemen für Elektroantriebe einen Namen gemacht hat. Gemeinsames Ziel beider Unternehmen ist es, sich als führender europäischer Anbieter für Produktionslösungen im Bereich von Lithium-Ionen Batteriesystemen mit Fokus auf den Bedarf der Elektromobilität zu etablieren.

Deutsche Hersteller wollen mit Hightech punkten

- ▶ Digitalisierung als Differenzierungsmerkmal

Die deutschen Hersteller versuchen die asiatische Marktführerschaft mit Hightech-Produkten zu brechen. Denn entscheidend im Wettbewerb um die Vorherrschaft (im heimischen Markt) wird letztendlich die Verlässlichkeit bei der Batterieproduktion sein. Hierbei spielt die Digitalisierung eine entscheidende Rolle: Am jüngst eröffneten Zentrum für Digitale Batteriezellenforschung (ZDB) am Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) haben Forscher gemeinsam mit dem Batterie Konzern Varta wesentliche Teile der Prozesskette der Batteriezellproduktion im Labormaßstab nachgebaut und digital miteinander vernetzt, um Stellgrößen für mögliche Verbesserungen zu identifizieren. Am Ende soll die komplette (physische) Produktion mithilfe eines „Digitalen Zwillings“ abgebildet und alle Abläufe mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) gesteuert und optimiert werden. Durch die lückenlose digitale Überwachung des Produktionsprozesses entstehen ausgefeilte Fertigungsverfahren, mit denen die deutschen Hersteller gegenüber der asiatischen Konkurrenz punkten wollen. Denn das Potenzial für Verbesserungen in der Produktion ist hoch, laut VDMA ist mindestens jede zehnte weltweit gefertigte Batterie zelle Ausschuss, da diese am Ende des Produktionsprozesses meist nur im Hinblick auf die Spannung und den Widerstand untersucht werden.

- ▶ Hohes Marktpotenzial für den europäischen Anlagen- und Maschinenbau

Insgesamt ist das Marktpotenzial für die deutschen Hersteller von Maschinen, Anlagen und Komponenten im Bereich der Batterieproduktion – getrieben durch die rasant steigende Nachfrage aus der Automobilindustrie – enorm. Der Branchenverband VDMA Batterieproduktion schätzt das Umsatzwachstum (laut einer Umfrage) im abgelaufenen Jahr auf 17%. 2022 soll es weiter auf 25% ansteigen, und das trotz angebotsseitig teils gravierender Hindernisse infolge von Corona und den damit verbundenen Lieferengpässen, Materialknappheit sowie hohen Fracht- und Rohstoffkosten. Die Auftragsbücher sind prall gefüllt und warten nur darauf, 2022 abgearbeitet zu werden. Insbesondere der europäische Markt dürfte angesichts der zahlreichen Großprojekte zur Batterieproduktion in den kommenden Jahren immens an Bedeutung gewinnen. Laut der Umfrage des VDMA liegt der Anteil der in Deutschland produzierten und für den europäischen Markt bestimmten Maschinen und Anlagen für die Batterieproduktion bereits jetzt schon bei über 50%. Zum Vergleich: Noch vor gut fünf Jahren ging der Löwenanteil in den asiatischen Raum – aktuell sind es nur noch rund 30%.

Batterierecycling in Europa wird rasch an Bedeutung gewinnen

- ▶ Recycling von Antriebsbatterien steht noch am Anfang

Während die deutschen Maschinen- und Anlagenbauer somit bereits positive Impulse von der wachsenden Elektromobilität in Europa spüren, steckt das Recycling von Batterien noch in den Kinderschuhen. Ungeachtet dessen ist davon auszugehen, dass sich das Batterierecycling mittel- bis langfristig zu einem wichtigen Bestandteil der Wertschöpfungskette der Elektroautomobilindustrie entwickeln wird.

Sobald Lithium-Ionen-Batterien nur noch etwa 80% ihrer ursprünglichen Leistung erreichen, sind sie für den Antrieb eines Autos nicht mehr ausreichend. Beim Ausbau aus dem Fahrzeug gibt es drei Möglichkeiten, wie es mit der Batterie weitergeht:

- Entsorgung
- Zweitverwertung, d.h. die Batterien werden als (meist stationärer) Speicher weiterverwendet. Einsatzbereiche sind z.B. Speicher von Solar- und Windenergie, bei der Notstromversorgung oder als Bootsantrieb. Dazu müssen die ausgedienten Batterien zunächst demontiert und entladen werden. Anschließend werden die Zellen entsprechend dem Energiebedarf ihrer neuen Verwendung konfiguriert und schließlich neu verpackt.
- Recycling: Die Batterie wird auseinandergenommen, um wertvolle Bestandteile wie Kobalt, Mangan oder Nickel aus den Batteriezellen zurückzugewinnen. Dabei wird die Zelle zunächst entladen und zerlegt (entfernen von Kunststoffen, Kabeln etc.), was sehr zeit- und arbeitsintensiv ist. Anschließend werden die Komponenten geschreddert und schließlich die wertvollen Materialien herausgefiltert.

- ▶ Automobilunternehmen geben wertvolle Daten des Batteriemanagementsystems nicht preis

Weder Zweitverwerter noch Recycler haben Zugriff auf das Batteriemanagementsystem und müssen daher in einem aufwendigen Prozess zunächst den verbliebenen Energiestatus der Batterie bestimmen, ehe sie mit den weiteren Prozessschritten fortfahren. Die fehlende Informationsbasis über den Batteriezustand ist aber nur eine der Herausforderungen, vor der die beiden Geschäftsmodelle stehen und die letztlich dazu führen, dass ihre Angebote derzeit noch nicht mit neuen Batterien bzw. dem Angebot von Primärrohstoffen mithalten können.

So setzt der stetige Abwärtstrend bei den Batteriepreisen die Zweitverwerter unter Preisdruck. Zudem gelten neue Batterien als zuverlässiger und die meisten Entwickler von Energiespeichern verlangen eine langjährige Garantie für die Batteriesysteme.

- ▶ Recycling von Lithium ist derzeit unwirtschaftlich

Die Recycler wiederum stehen vor der Herausforderung, dass die in den Fahrzeugen einsetzen Batterien unterschiedliche Bestandteile und Konfigurationen aufweisen, so dass sich die Unternehmen kaum auf bestimmte Batterien spezialisieren können, sondern im Hinblick auf Größe, Form und Chemie sehr flexibel sein müssen, was höhere Kosten mit sich bringt. Die Rentabilität des Recyclings hängt entscheidend vom Wert der zurückgewonnenen Materialien und damit von der Chemie der verwendeten Zelle ab. Daher fokussieren sich die Recyclingunternehmen neben Aluminium und Kupfer in erster Linie auf die Rückgewinnung von Kobalt und Nickel. Vor diesem Hintergrund sinkt mit einem schrumpfenden Anteil von Kobalt in den Batterien auch der wirtschaftliche Anreiz zum Recycling.

- ▶ Restwerte: NCM-Batterien sind wertvoller als NCA-Batterien; NCA-Batterien sind werthaltiger als LFP-Batterien

Marktbeobachter schätzen, dass bei einem gut funktionierenden Recycling-System bis Ende des Jahrzehnts etwa 10% der benötigten Materialien für die Antriebsbatterien der Elektrofahrzeuge zurückgewonnen werden könnten (bis 2050 sogar 40%). Dies wäre ein deutlicher Beitrag, um die lokale Versorgung mit den benötigten Materialien zu verbessern und das Lieferkettenrisiko zu verringern. Darüber hinaus ist es – ungeachtet aller Herausforderungen – für die Klimabilanz der Elektromobilität von entscheidender Bedeutung, dass sichergestellt wird, dass die ausgemusterten Batterien nicht zu einer Umweltbelastung führen. Dies hat auch die EU erkannt und daher ihre Batterierichtlinie aktualisiert, um die Vorschriften in den Mitgliedstaaten an die veränderte Marktsituation anzupassen. Geplant ist dabei u.a., dass das Recycling von Antriebsbatterien organisiert wird und die Recyclingprozesse bestimmte Anforderungen an die Nachhaltigkeit erfüllen müssen. Zudem sollen ein elektronisches Austauschsystem und ein Batteriepass ab dem Jahr 2026 sicherstellen, dass die Batterien und Rohstoffe rückverfolgbar sind, und eine Kennzeichnung soll Informationen zu Ladekapazität, Alterungszustand, sowie Batterieart und -chemie liefern.

Schließlich ist vorgesehen, dass die Batterien ab 2030 einen bestimmten Mindestgehalt an Recyclingrohstoffen aufweisen müssen, der in den folgenden Jahren weiter ansteigen soll.

Es bleibt abzuwarten, welche dieser Vorschläge letztlich in nationales Recht umgesetzt werden. Eine wettbewerbsfähige Kostensituation beim anlagenintensiven Recycling ist aber erst in einigen Jahren zu erwarten, wenn eine Vielzahl von Batterien das Ende ihrer Einsatzzeit in Elektrofahrzeugen erreicht hat und das Recycling dank Größenvorteilen und neuer Vorschriften effizienter wird. Bis dahin werden Recyclingprojekte vor allem auf die Unterstützung der Automobilindustrie angewiesen sein.

Disclaimer

Diese Publikation ist lediglich eine unverbindliche Stellungnahme zu den Marktverhältnissen und den angesprochenen Anlageinstrumenten zum Zeitpunkt der Herausgabe der vorliegenden Information am 09.03.2022. Die vorliegende Publikation beruht unserer Auffassung nach auf als zuverlässig und genau geltenden allgemein zugänglichen Quellen, ohne dass wir jedoch eine Gewähr für die Vollständigkeit und Richtigkeit der herangezogenen Quellen übernehmen können. **Dieser Research-Bericht ist eine rein ökonomische Analyse, und kein Teil davon ist als Wertpapieranalyse oder Empfehlung zu verstehen.** Insbesondere sind die dieser Publikation zugrunde liegenden Informationen weder auf ihre Richtigkeit noch auf ihre Vollständigkeit (und Aktualität) überprüft worden. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit können wir daher nicht übernehmen. Die vorliegende Veröffentlichung dient ferner lediglich einer allgemeinen Information und ersetzt keinesfalls die persönliche anleger- und objektgerechte Beratung. Für weitere zeitnähere Informationen stehen Ihnen die jeweiligen Anlageberater zur Verfügung.

Aufgrund gesetzlicher Vorgaben (Wertpapierhandelsgesetz bzw. MiFID II) dürfen Wertpapierdienstleistungsunternehmen im Zusammenhang mit einer von ihnen erbrachten Finanzportfolioverwaltung oder unabhängigen Honorar-Anlageberatung grundsätzlich keine Zuwendungen von Dritten annehmen oder behalten. **Eine Weitergabe dieser Unterlage an Unternehmen oder Unternehmensteile, die Finanzportfolioverwaltung oder unabhängige Honorar-Anlageberatung erbringen, ist daher nur gestattet, wenn mit der BayernLB hierfür eine Vergütung vereinbart wurde.**

Die im Text genannten Finanzmarktinformationen stammen von Bloomberg und Refinitiv, soweit nicht anders vermerkt.

Wolfgang Linder
Senior Economist

Telefon: 089 2171-21321
wolfgang.linder@bayernlb.de

Dr. Alexander Kalb
Senior Economist

Telefon: 089 2171-22858
alexander.kalb@bayernlb.de

Redaktion:

Bayerische Landesbank
Unternehmensbereich 5700
80277 München (=Briefadresse)
research@bayernlb.de

Geschäftsgebäude:

Bayerische Landesbank
Briener Straße 18
80333 München (=Paketadresse)
www.bayernlb.de