

Sektoranalyse

Wolfgang Linder

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

Automobilindustrie: Batterien „Made in Europe“ als Erfolgsgeschichte?

Kurz & klar

- Europa entwickelt sich zum weltweit größten Wachstumsmarkt für Elektromobilität.
- Politik und Automobilhersteller planen den Aufbau einer eigenständigen europäischen Batterieindustrie.
- Nachhaltige Produktion als möglicher Wettbewerbsvorteil und europäischer Inkubator
- Versorgung mit Batterierohstoffen als langfristiger Engpassfaktor in Europa.

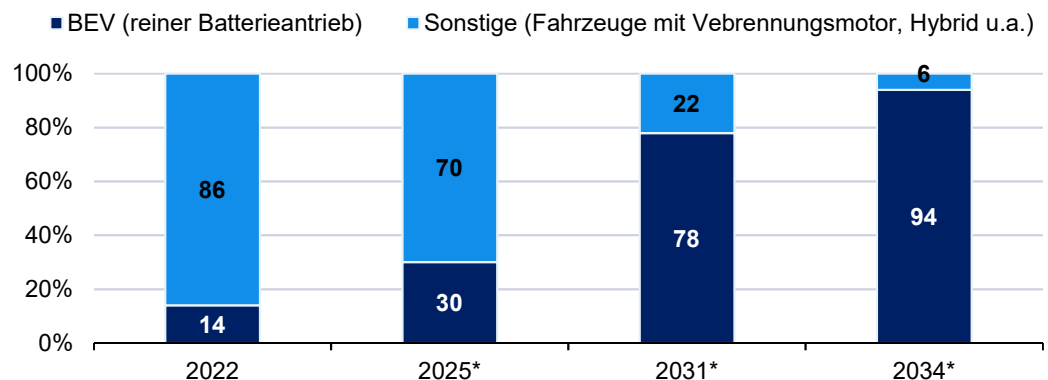
Rasch wachsender Bedarf an Batterien für Elektrofahrzeuge in Europa

Angetrieben von immer strengeren Emissionsvorschriften, Zufahrtsbeschränkungen für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren in Metropolregionen und ambitionierten Plänen der Automobilhersteller gewinnt die Elektromobilität in Europa zunehmend an Fahrt. Zwar bremsen hohe Strompreise, steigende Zinsen und anhaltend hohe Fahrzeugpreise (v.a. wegen hoher Rohstoffkosten) das europäische Nachfragewachstum bei Elektroautos derzeit ab, doch gilt Europa - neben China - als größter Wachstumsmarkt der Elektromobilität weltweit. Dabei dürfte der Absatz der Elektrofahrzeuge in Westeuropa, dank eines höheren Kaufkraftniveaus und eines vergleichsweise schnellen Ausbaus der Ladeinfrastruktur, deutlich rascher ansteigen als in Mittel- und Osteuropa.

► Europa: Wachstumsmarkt der Elektromobilität

Elektrofahrzeuge gewinnen in Europa deutlich an Marktanteilen

In Prozent aller Antriebskonzepte;



* Prognosen
 Quelle: S&P Global

Die wachsende Nachfrage nach Elektrofahrzeugen bringt einen steigenden Bedarf an Antriebsbatterien mit sich, doch bislang gibt es in Europa nur wenige Fertigungskapazitäten. Dagegen ist die Region Asien seit vielen Jahren der weltweit führende Produktionsstandort

für Unterhaltungselektronik und damit auch Weltmarktführer bei Lithium-Ionen-Akkus, wie sie auch bei Elektroautos überwiegend eingesetzt werden. Produzenten aus China, Japan

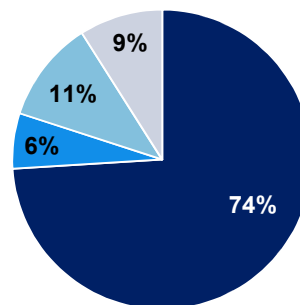
- ▶ Asiatische Hersteller dominieren weltweite Batterieproduktion

und Südkorea dominieren daher die weltweite Produktion von Batterien für Elektrofahrzeuge. Angeführt wird der Weltmarkt von CATL (China), gefolgt von LG Energy Solutions (Südkorea), BYD (China), Panasonic (Japan), SK Innovation (Südkorea) und weiteren Unternehmen aus den asiatischen Wirtschaftszentren, was die Dominanz der Region bei der Batterieherstellung deutlich unterstreicht.

Produktionskapazitäten für Lithium-Batteriezellen 2022

Auf Basis von GWh/Jahr

■ China ■ Asien ohne China (v.a. Japan und Südkorea) ■ Europa ■ Nordamerika



Quelle: McKinsey

China kontrolliert derzeit weltweit die Wertschöpfungskette der Batteriefertigung

- ▶ Batteriezelle, Batteriemodul und Batteriepack: Formen von Batterien in unterschiedlichen Anwendungsstadien

Die Herstellung von Batteriezellen ist ein komplexer Fertigungsprozess, der hohe Mengen an Energie sowie saubere und trockene Raumbedingungen erfordert. Bereits kleinste Toleranzen entscheiden darüber, ob das Ergebnis ein leistungsstarkes und hochwertiges Produkt oder Ausschuss darstellt.

Eine Batteriezelle besteht aus Elektroden (Kathode und Anode), Separator und Elektrolyt und es gibt sie in unterschiedlichen Formen (zylindrisch, prismatisch, Taschenform). Nach der Fertigung werden die einzelnen Zellen in Modulen angeordnet. Die abschließende Herstellung des Batteriepakets durch das Zusammenführen der Zellmodule, des Batteriemanagementsystems und der erforderlichen Elektronik in einer Gehäusestruktur kann entweder durch den Batterie- oder durch den Automobilhersteller erfolgen. Da Batterien beim Transport ein Gefahrgut darstellen, v.a. Kathoden anfällig für Witterungseinflüsse und Feuchtigkeit sind und die aus vielen Zellen zusammengefassten Batteriepakete sehr schwer sind, empfiehlt sich eine Endfertigung nahe der Produktionsanlagen der OEMs.

Inzwischen dominiert China weltweit jede Wertschöpfungsstufe der Antriebsbatterien, die dem Abbau der benötigten Rohstoffe nachgelagert ist, insbesondere die Weiterverarbeitung von Rohstoffen wie Lithium, Kobalt und Graphit und die Herstellung von Kathoden- und Anodenmaterial. Die chinesische Führungsrolle bei der Batteriefertigung resultiert aus großzügigen staatlichen Unterstützungen, hohen Investitionen in Forschung und Entwicklung und dem Zukauf von Rohstoffressourcen in verschiedenen Regionen der Welt. So haben chinesische Unternehmen in ressourcenreichen Ländern Minen gekauft, transportieren die Rohstoffe (wie z.B. Lithium) nach China und veredeln sie dort. Sowohl Kathoden- als auch Anodenmaterial und auch die weiteren Vormaterialien wie Separatoren und Elektrolyte werden inzwischen größtenteils von hochspezialisierten Unternehmen in China hergestellt und anschließend exportiert. Dies verschafft den chinesischen Unternehmen weitgehende Kontrolle über die Lieferketten.

Europäer wollen eigenständige Batterieindustrie aufbauen

Angesichts der asiatischen Dominanz erschien der Aufbau einer eigenen europäischen Batterieindustrie lange Zeit unattraktiv. Zudem galt der Akku als Standardware, die am besten zugekauft werden sollte, anstatt hohe Investitionen zu tätigen. Allerdings bestimmt die Antriebsbatterie eines Elektroautos auch dessen Reichweite und die Ladegeschwindigkeit und hat, als teuerster Bestandteil des Fahrzeugs, einen wesentlichen Einfluss auf den Kaufpreis – allesamt maßgebliche Wettbewerbsfaktoren. Vor diesem Hintergrund hat sich in der Automobilindustrie inzwischen die Erkenntnis durchgesetzt, dass sich die Automobilhersteller und ihre Zulieferunternehmen intensiv mit der Batterietechnologie auseinandersetzen müssen.

- ▶ Europa will eine eigenständige Versorgung mit Antriebsbatterien

Asiatische Zelllieferanten haben das Potenzial in Europa schon länger erkannt und bereits vor Jahren damit begonnen, Zellfabriken in Europa zu errichten, um den wachsenden Bedarf der europäischen Autoindustrie zu decken. Als Standorte wählten sie dabei vor allem osteuropäische Länder wie Ungarn, Polen oder die Tschechische Republik. Folglich werden die 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), deren Wertschöpfungsketten zum großen Teil außerhalb Europas angesiedelt sind.

Der Russland-Ukraine-Krieg und die daraus resultierenden Transportprobleme haben sowohl der Automobilindustrie als auch der Politik vor Augen geführt, wie wichtig eine funktionierende Lieferkette ist. Mit der Transformation zur Elektromobilität kommt es angesichts der chinesischen Kontrolle über die Wertschöpfungskette zu einer Abhängigkeit der europäischen Automobilindustrie von asiatischen Batterieherstellern, auch wenn nahe den traditionellen Automobilstandorten in Europa und Nordamerika neue Produktionszentren für Batterien entstehen.

- ▶ EU fördert Batterieprojekte

Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken sind sowohl die EU als auch die europäische Automobilindustrie daran interessiert, eine eigenständige europäische Batterieindustrie neben den außereuropäischen Batterieherstellern zu etablieren. Wichtige Förderwerkzeuge der EU sind dabei die „Important Projects of Common European Interest“ (IPCEI), also strategische Projekte, für die die Europäische Kommission die Beihilferegeln lockert, wodurch die Unterstützung von Vorhaben durch einzelne Mitgliedstaaten deutlich erleichtert wird. Über das „IPCEI on Batteries“ und das „IPCEI European Battery Innovation“ (Eu-BatIn) soll nun in Europa eine Batterieindustrie aufgebaut werden, die neben dem Bau von Zellfabriken auch die Verbesserung der Lithium-Ionen-Technologie der aktuellen Batteriegeneration zum Ziel hat. Zudem soll die Entwicklung der nächsten Batteriegeneration vorangetrieben werden.

Auch die von der Europäischen Kommission ins Leben gerufene Europäische Batterieallianz (EBA) hat den Aufbau einer europäischen Batterieproduktion und die Sicherung der dazu notwendigen Rohstoffe im Blick und fördert dazu die Zusammenarbeit von nationalen Behörden, Regionen, Forschungsinstituten und Unternehmen.

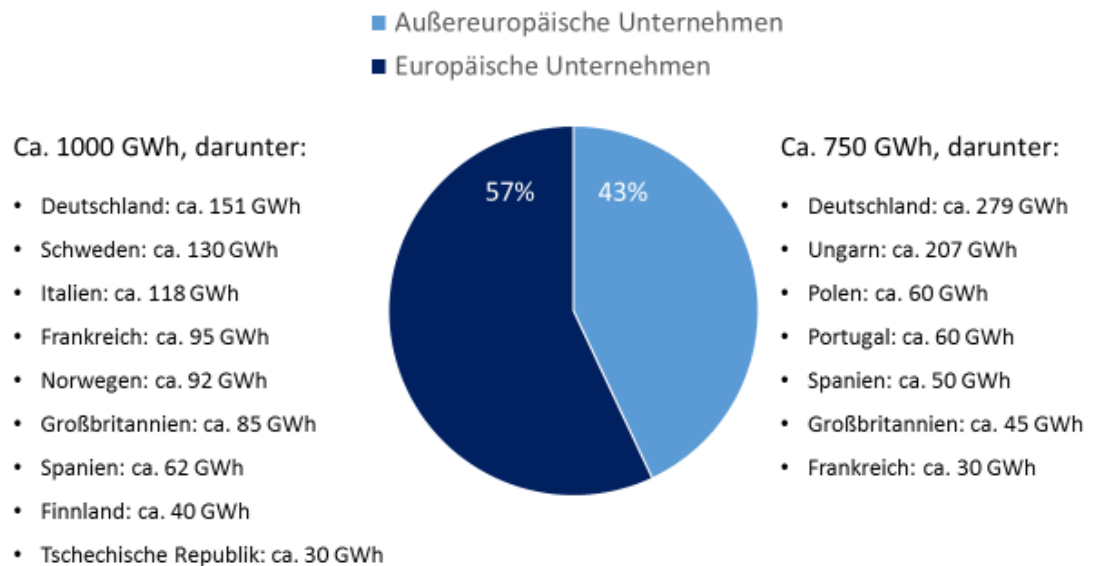
- ▶ „Europa-Batterie“ als langfristiges Ziel

Als langfristiges Ziel dieser Maßnahmen gilt die Etablierung einer rein europäischen Lieferkette, also die Herstellung einer „Europa-Batterie“, die die gesamte Wertschöpfungskette vom Rohmaterial über die Zellen bis hin zum Batteriesystem und dem Recycling umfasst. Ungeachtet dieser Maßnahmen werden die Batterieproduzenten in Europa aber auf absehbarer Zeit auf Zulieferungen von Rohmaterialien und Komponenten aus dem nicht-europäischen Ausland angewiesen bleiben.

Batteriehersteller überdenken Europapläne angesichts großzügiger US-Subventionen

Die ehrgeizigen Ziele von Politik und Automobilindustrie für die Elektromobilität in Europa haben zu ambitionierten Investitionsplänen für den Ausbau der Batteriefertigungskapazitäten auf europäischem Boden geführt.

Angekündigte Produktionskapazitäten für Batteriezellen in Europa bis 2030 (gemäß Zeitplan)



Quellen: Fraunhofer ISI, BayernLB Research (Stand Dezember 2022)

USA fördern den Aufbau der Elektromobilität in Nordamerika

- ▶ USA fördern die Lokalisierung der Elektromobilität mit hohe Subventionen

Aber nicht nur die Europäer, auch die USA streben eine Lokalisierung der Wertschöpfungskette der Elektromobilität an. Hinzu kommen Überlegung der Vereinigten Staaten, angesichts der geopolitischen Spannungen nicht von China abhängig sein zu wollen. Erreicht werden soll dieses Ziel mittels des „Inflation Reduction Act“ (IRA). Dieses Förderprogramm sieht einerseits eine Gutschrift von bis zu 7.500 Dollar für Käufer von Elektroautos vor, andererseits erhalten Batteriehersteller großzügigen Steuergutschriften, wenn sie die Akkus und deren Bestandteile in den USA fertigen. Diese Steuergutschriften umfassen jeweils 10% der Kosten für die Mineralien bzw. für die Materialien der Batterieelektroden. Zudem können bis zu 45 Dollar pro kWh geltend gemacht werden, wenn sowohl Zellen (35 Dollar pro kWh) als auch Module (10 Dollar pro kWh) in den USA hergestellt werden.

Auch die Absatzförderung von bis zu 7.500 Dollar Steuergutschrift zielt darauf ab, dass die Automobilhersteller ihre Batterien aus lokaler Fertigungen beziehen. So wird die Hälfte der Förderung (3.750 Dollar) nur gewährt, wenn mindestens 40% der in den Batterien verbauten kritischen Mineralien zu einem bestimmten Anteil (zunächst 40%, steigt auf 80% ab dem Jahr 2027) in den USA bzw. in einem Land, das mit den USA ein Freihandelsabkommen besitzt, gewonnen, verarbeitet oder recycelt werden. Weitere 3.750 Dollar gibt es, wenn mindestens die Hälfte des Wertes der Batteriekomponenten (Kathoden-/Anodenmaterial, Batteriezellen bzw. -module) in Nordamerika hergestellt oder montiert wird. Dieser Anteil erhöht sich bis 2029 auf 100%. Fahrzeuge, deren Batterien Teile oder Mineralien (Mineralien ab 2025) aus russischer oder chinesischer Produktion enthalten, sind von der Förderung ausgeschlossen.

Neben den USA dürfte der IRA vor allem Kanada für viele Unternehmen als Standort inte-

ressant machen, da das Land als eines der wenigen westlichen Länder über Rohstoffvorkommen verfügt, die für die Produktion von Elektroautobatterien benötigt werden (u.a. Lithium, Nickel und Kobalt) und zudem über ein Freihandelsabkommen mit den USA verfügt.

Angesichts der großzügigen Förderungen in den USA ist allerdings davon auszugehen, dass einige Unternehmen ihre geplanten Investitionen in Europa dahingehend überprüfen

- ▶ US-Förderung bremst Ausbau der Batteriekapazitäten in Europa ab

werden, ob eine Produktion in Nordamerika nicht wirtschaftlicher wäre. Die Umweltorganisation Transport & Environment (T&E) sieht bei gut zwei Drittel der in Europa bis 2023 geplanten Lithium-Ionen-Batterieprojekte (auf GWh-Basis) das grundsätzliche Risiko, dass sie verkleinert oder ganz gestrichen werden oder sich verzögern. Als akut gefährdet sieht T&E etwa 16% der geplanten Batteriepipeline an, darunter insbesondere die Freyr-Projekte in Skandinavien, die Tesla-Batterieproduktion in Grünheide und die Pläne von Italtel in Italien.

Auswahl von bestehenden und geplanten Großprojekten für neue Batteriefabriken

Land	Unternehmen	Kapazität	Risiko Kapazitätsreduzierung durch den IRA
Deutschland	Tesla	125 GWh	Hoch
	CATL	100 GWh	Mittel
	Northvolt	60 GWh	Mittel
	VW	40 GWh	Gering
	ACC	40 GWh	Gering
	SVOLT	24 GWh	Mittel
	QuantumScape	21 GWh	Mittel
	Gotion High-Tech	18 GWh	Mittel
	SVOLT	16 GWh	Mittel
	Farasis	16 GWh	Mittel
	Microvast	12 GWh	Hoch
	Norwegen	Freyr	43 GWh
Morrow		43 GWh	Mittel
Freyr		40 GWh	Hoch
Finnland	Freyr	40 GWh	Hoch
Frankreich	Verkor	50 GWh	Gering
	ACC	40 GWh	Gering
	Envision AESC	32 GWh	Mittel
Italien	Italtel	70 GWh	Hoch
	ACC	40 GWh	Gering
Großbritannien	West Midlands	60 GWh	Mittel
	Envision AESC	38 GWh	Mittel
	AMTE Power	10 GWh	Mittel
Ungarn	CATL	100 GWh	Mittel
	Samsung SDI	40 GWh	Gering
	SK Innovation	50 GWh	Mittel
	Eve Energy	30 GWh	Mittel
	SK Innovation	17 GWh	Mittel
Polen	LG Chem	115 GWh	Gering
Schweden	Northvolt	60 GWh	Gering
	Volvo	50 GWh	Gering
Spanien	VW	40 GWh	Gering
	Envision AESC	30 GWh	Hoch
	Phi4Tech	20 GWh	Mittel
	Basquevolt	10 GWh	Mittel
Portugal	CALB	45 GWh	Mittel

Quellen: Transport & Environment, BayernLB Research

Unabhängig davon, ob nun das eine oder andere Batterieprojekt in Europa kleiner ausfallen oder zurückgestellt wird, ist davon auszugehen, dass ein Großteil der derzeit geplanten Zellfabriken realisiert werden, um einerseits dem wachsenden Batteriebedarf Rechnung zu tragen und andererseits eine wettbewerbsfähige Fertigung durch die Nutzung von Größenvorteilen zu ermöglichen. Die europäische Batterieproduktion wird somit in den kommenden Jahren deutlich wachsen. Während die asiatischen Batteriehersteller dank gefestigter Lieferbeziehungen und Abnahmezusagen mit einem 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. Damit zeichnet sich ab, dass ab Mitte des Jahrzehnts überwiegend europäische Unternehmen Batterien für die Elektromobilität in Europa anbieten werden. An diesem Prozess sind sowohl europäische Automobilkonzerne als auch Batteriehersteller beteiligt, Vorreiter sind dabei Northvolt, Freyr, Italvolt, Automotive Cells Company (ACC) und Volkswagen.

- Unterschiedliche Strategien der Automobilhersteller

Die Automobilunternehmen gehen die Transformation zur Elektromobilität unterschiedlich an. Während einige OEMs die Batterien einfach zukaufen, starten andere Automobilhersteller, wie z.B. Volkswagen, mit ambitionierten Plänen und eigenen Batteriefabriken in die Batterieproduktion oder gehen strategische Partnerschaften mit Zellherstellern und/oder Rohstoff- bzw. Materiallieferanten ein (z.B. Automotive Cells Company als Gemeinschaftsunternehmen von Saft, TotalEnergies Stellantis und Mercedes-Benz; Beteiligung von Volkswagen und BMW an Northvolt; Lithium-Liefervertrag zwischen Volkswagen und Vulcan Energy). Neben der Absicherung und Kontrolle der Lieferkette spiegelt dies auch den Versuch wider, einen wesentlichen Teil der Wertschöpfung kontrollieren zu können.

Vor allem in Deutschland entstehen neue Kapazitäten für die Batterieproduktion

Beim Ausbau der Produktionskapazitäten steht vor allem Deutschland im Fokus zahlreicher Investitionspläne. Für den Standort im Hochlohnland Deutschland sprechen die Nähe zu führenden Automobilherstellern und die Größe des Marktes. Angesichts eines Lohnkostenanteils von weniger als 10% an den Gesamtkosten, spielen die hohen Löhne bei der Produktion einer Batterie zelle eine eher untergeordnete Rolle. Der größte Kostenfaktor bei der Herstellung von Batteriezellen sind mit etwa 70% - 75% die Materialausgaben. Der entscheidende Wettbewerbsfaktor für die Batteriezellenfertigung ist somit der kostengünstige Zugang zu Batterierohstoffen bzw. Vormaterialien (Weltmarktpreise) und deren effiziente Nutzung. Hinzu kommt – angesichts hoher Ausschussquoten von etwa 10% – die Möglichkeit, mit digital überwachten und optimierten Fertigungsprozessen gegenüber den Wettbewerbern punkten zu können. Deutschland profitiert hier von seinem Potenzial bei Forschung und Entwicklung und der Nähe zu Forschungseinrichtungen.

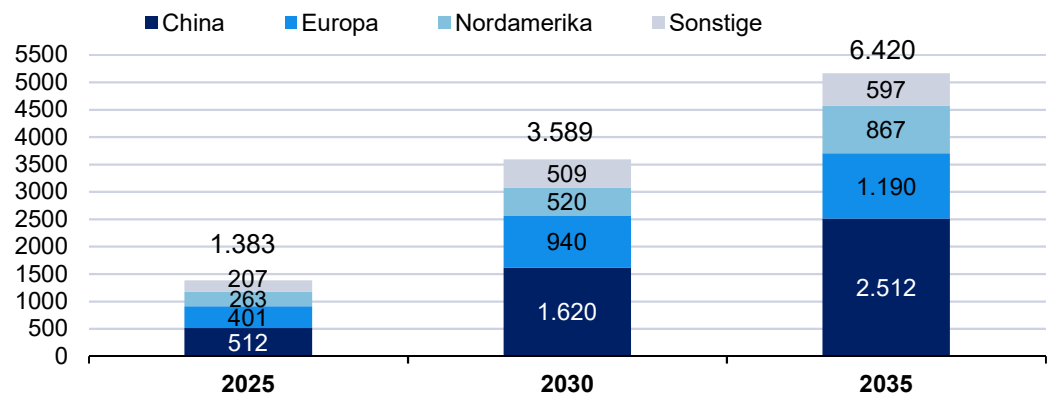
- Gute Klimabilanz als Wettbewerbsvorteil für europäische Batteriehersteller

Letzteres ist auch von großer Bedeutung im Hinblick auf die Nachhaltigkeit des Produktionsprozesses. Insbesondere für europäische Automobilhersteller dürfte eine möglichst klimafreundliche Herstellung der Batterien eine große Rolle spielen, was sich zu einem Wettbewerbsvorteil für Batterien „Made in Europe“ und zu einem wichtigen Differenzierungsmerkmal gegenüber asiatischen Anbietern entwickeln könnte. So hat die Unternehmensberatung McKinsey berechnet, dass auf Lithium-Ionen-Batterien bis zu 60% der Lebenszyklus-Emissionen von Elektroautos entfallen, wofür insbesondere die Förderung und Verarbeitung der Batterierohstoffe sowie die im Herstellungsprozess eingesetzte Energie verantwortlich sind. Hersteller, die im Fertigungsprozess erneuerbare Energien einsetzen, haben damit deutliche klimabilanzielle Vorteile. Zudem dürfte auch von den Käufern künftig verstärkt eine nachhaltige Produktion gefordert werden, sodass sich Europa letztlich als Zentrum einer nachhaltigen Batterie- und Automobilindustrie etablieren dürfte, was gegenüber asiatischen Herstellern einen Wettbewerbsvorteil darstellen sollte. Weitere Vorzüge einer europäischen Batterieproduktion und Lieferkette sind kurze Transportwege zwischen Rohstoffgewinnung, -verarbeitung und -verwendung.

Nicht alle geplanten Produktionskapazitäten in Europa werden realisiert

Stellt man die Ausbaupläne der Fahrzeug- und Batteriehersteller den Prognosen zur Batterienachfrage gegenüber stellt man fest, dass die angekündigten Produktionskapazitäten den erwarteten Bedarf deutlich übersteigen. Gemäß Schätzungen der Unternehmensberatung Strategie& liegt der Batteriebedarf 2030 in Europa bei rund 940 GWh (andere Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen), dem Kapazitäten von etwa 1.750 GWh gegenüberstehen würden.

Weltweit wachsender Batteriebedarf für Elektrofahrzeuge (Light Vehicles)
In GWh



Quelle: Strategy&

- Nicht alle Investitionspläne werden wie geplant umgesetzt

Ob es aber tatsächlich zu solchen Überkapazitäten kommt, darf bezweifelt werden, denn erfahrungsgemäß werden nicht alle angekündigten Projekte auch realisiert bzw. im geplanten Umfang umgesetzt, es kommt zu Verzögerungen und unrentable Batteriefabriken werden stillgelegt oder erst gar nicht gebaut. Auch die hohen Energiepreise stellen eine zunehmende Hürde für den Ausbau der Batteriekapazitäten in Europa dar. Hinzu kommt, dass Batteriezellen in der Regel über langfristige Lieferverträge verkauft werden und nicht alle Fabriken zum Produktionsstart mit voller Kapazität arbeiten werden. Dies ist einerseits technisch bedingt, liegt andererseits aber auch daran, dass der Aufbau der Fertigungskapazitäten in der Regel in mehreren Ausbaustufen erfolgt (Beginn meist bei 20-30 GWh und anschließender Hochlauf/Ausbau). Und schließlich muss der Markt für Elektrofahrzeuge erst noch in die Batteriekapazitäten hineinwachsen, die mittel- bis langfristig für Europa erwartet werden. Insbesondere bei kleineren Unternehmen und Startups ohne entsprechenden Shareholderhintergrund und/oder industrielle Expertise dürfte die Realisierungswahrscheinlichkeit geringer sein als bei Zellherstellern, die bereits über einen umfangreichen Erfahrungsschatz beim Bau großer Fabriken und dem Hochlauf der Batterieproduktion verfügen.

Es ist daher von einer Konsolidierung der Ankündigungen und/oder Akteure auszugehen, so dass die tatsächlich realisierten Batterieproduktionskapazitäten voraussichtlich näher bei den Nachfrageprognosen liegen werden als bei den angekündigten Kapazitätszielen, wobei auch die Nachfrageprognosen mit hohen Unsicherheiten behaftet sind.

Weiterentwicklung der Batteriechemie als Schlüssel für bessere Leistungen und Preissenkungen

- Batteriechemie verändert sich im Zeitverlauf

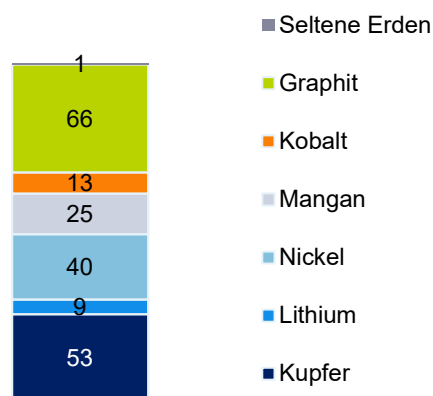
Vom Materialmix der Elektroden (sog. Zellchemie) bzw. wie und in welcher Zahl diese Zellen zu Modulen und dann zu einem Batteriesystem zusammengefügt werden, hängen am Ende Leistung, Kapazität und Gewicht des Akkus ab. Aktuell werden in Automobilen vor allem Lithium-Ionen-Batterien verbaut. Lithium-Ionen 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.

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 China wird zudem inzwischen immer öfter eine Antriebsbatterie auf Lithium-Eisen-Phosphat-Basis (LFP) in die Elektrofahrzeuge eingebaut. Diese hat zwar eine geringere Reichweite, ist dafür aber günstiger.

Um die Kundenakzeptanz der Elektromobilität weiter zu verbessern, muss einerseits die Leistungsfähigkeit der Batterien im Hinblick auf Reichweite, Ladegeschwindigkeiten und Nachhaltigkeit weiter verbessert werden und andererseits muss der Preis der Batterien weiter gesenkt werden. Laut der Unternehmensberatung Arthur D. Little macht die Antriebsbatterie in der aktuellen Modellgeneration der Elektrofahrzeuge knapp 40% der gesamten Herstellungskosten aus. Der entscheidende Schlüssel hierzu sind die in der Batterie eingesetzten Rohstoffe. Zu beachten ist dabei, dass in Elektrofahrzeugen – im

Mineralien und Metalle in Elektrofahrzeugen
Ohne Stahl und Aluminium, kg pro Elektrofahrzeug



Quelle: Arthur D. Little

Vergleich zu herkömmlichen Automobilen – andere bzw. unterschiedliche Mengen von Materialien benötigt werden. So werden beispielsweise in Elektrofahrzeugen Mineralien und Metalle wie Lithium, Kobalt oder seltene Erden benötigt und Kupfer und Mangan werden in deutlich höheren Mengen verbaut.

Die Herausforderung besteht nun darin, dass sich die Märkte der Rohstoffe teilweise deutlich unterscheiden. So ist bei einigen Rohstoffen der Abbau geographisch stark konzentriert und manche werden in politisch instabilen Regionen und unter zweifelhaften Umweltschutz- und Menschenrechtsbedingungen gefördert.

So wird beispielsweise rund 75% des weltweiten Kobalts in der Demokratischen Republik Kongo unter oftmals fragwürdigen Umständen abgebaut. Zudem ist Kobalt in der Regel ein Nebenprodukt der Kupfer- oder Nickelproduktion, so dass die Förderung stark von Entwicklungen auf den Kupfer- und Nickelmärkten abhängt. Lithium wiederum gibt es zwar grundsätzlich reichlich auf der Welt, aber die hochwertigen Vorkommen sind hauptsächlich auf Argentinien, Australien, Chile und China beschränkt und Marktbeobachter gehen davon aus, dass die sehr wasserintensive Förderung von Lithium in den kommenden Jahren deutlich gesteigert werden muss, um mit der wachsenden Nachfrage mithalten zu können. Gleichzeitig kann der Aufbau einer neuen Lithiumproduktionsstätte mehrere Jahre dauern.

Die teilweise sehr langen Vorlaufzeiten für die Erschließung neuer Vorkommen (kann zwischen vier und mehr als zwanzig Jahren in Anspruch nehmen) führen oft zu einem Ungleichgewicht bei Angebot und Nachfrage, was ein nicht unerhebliches Risiko für die Verfügbarkeit und die Preisentwicklung wichtiger Rohstoffe darstellt. Kommen zu diesem Ungleichgewicht auch noch unvorhersehbare Störungen in der Lieferkette hinzu (wie zuletzt durch die Corona-Pandemie oder den Russland-Ukraine-Krieg), können die Rohstoffpreise sehr stark schwanken.

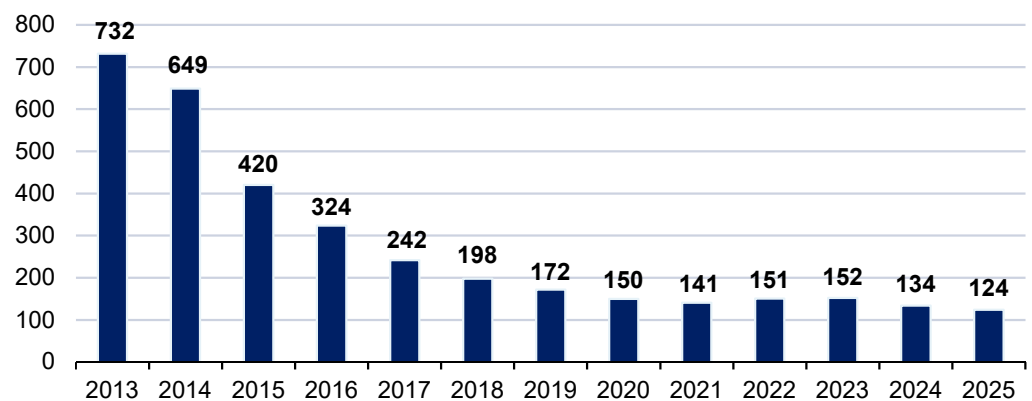
- Die Produktionsaufnahmen einer Mine wird oft durch Durchführbarkeitsstudien, erforderlichen Genehmigungen etc. verzögert

Beispielsweise ist Russland der größte Hersteller von hochwertigem Nickel der Qualitätsklasse 1, der neben der Batterieherstellung vor allem bei der Produktion von Edelstahl eingesetzt wird. Hinzu kommt, dass Nickel lange Vorlaufzeiten bei der Erschließung neuer Quellen hat. Engpässe bei der Marktversorgung mit entsprechenden Auswirkungen auf die Preise sind daher in den kommenden Jahren nicht auszuschließen.

Die starken Preissteigerungen bei wichtigen Batterierohstoffen wie Nickel, Lithium oder Kobalt haben dazu geführt, dass im vergangenen Jahr die Preise für Lithium-Ionen-Batterien erstmals gestiegen sind. Angesichts der anhaltend hohen Preise ist in diesem Jahr mit stagnierenden Batteriepreisen zu rechnen, ehe in den Jahren danach der Abwärtstrend zurückkehren dürfte.

Preisentwicklung von Lithium-Ionen-Batterien (volumengewichteter Durchschnitt)

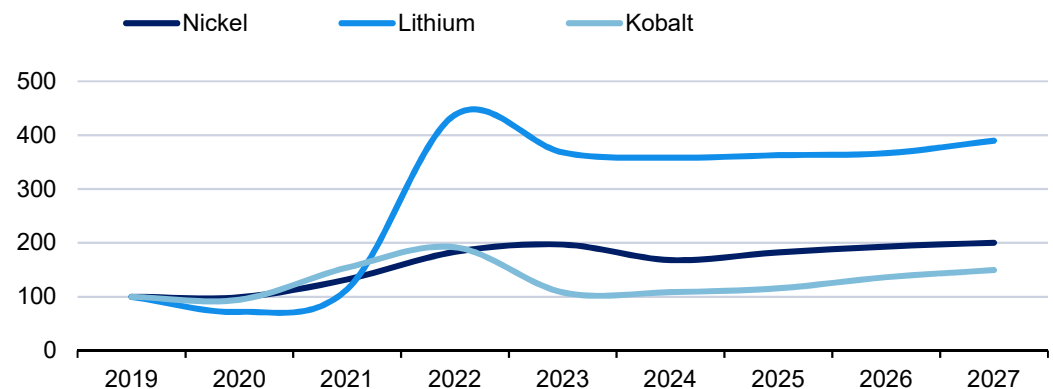
Dollar pro kWh (preisbereinigt, Basisjahr 2022); ab 2023 Prognosen



Quelle: BNEF

Preisentwicklung wichtiger Batterierohstoffe

Index 2019 = 100; ab 2023 Prognosen



Nickel LME three-month price (\$/t); Lithium carbonate min. 99.2% CIF Asia price (\$/t); Cobalt metal min. 99.8% price (\$/lb)
Quelle: S&P Global

Hersteller versuchen teure Bestandteile der Zellchemie durch günstigere Alternativen zu ersetzen

- Unterschiedliche Batteriechemie je nach Fahrzeugsegment

In der aktuellen Forschung geht es um die Optimierung der Batterien. So werden in den kommenden Jahren v.a. bei Reichweite und Ladezeiten Fortschritte erwartet. Zudem soll der Anteil bestimmter Metalle wie Lithium oder Nickel verändert werden, um die Abhängigkeit von schwankenden Rohstoffpreisen zu verringern und die Kosten zu senken. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass sich die chemische Zusammensetzung

zung der Batterien bis 2030 weiter diversifizieren wird und dass künftig – je nach Fahrzeugkategorie und Einsatzzweck – Batterien mit unterschiedlicher Zellchemie zum Einsatz kommen werden.

- 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 Linie 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. Beispiele für eine solche Batteriechemie sind LNMO-Kathoden oder Lithium-Mangan-reiches NMC (LMR-NMC).
- In preissensitiven Fahrzeugsegmenten rücken dagegen zunehmend LFP-basierte Kathoden in den Fokus. Mit Lithium als einzig teurem Material (sie enthalten kein Nickel und Kobalt, dafür kostengünstiges Eisen und Phosphor), sind die Batterien vergleichsweise günstig, haben dafür aber eine niedrigere Energiedichte und eine entsprechend geringere Reichweite. Sie eignen sich damit in erster Linie für Kleinwagen im Stadtverkehr (insbesondere in Schwellenländern), wo weniger Reichweite benötigt wird.

► Lithium-Eisen-Phosphat-Batterien gewinnen an Bedeutung

Marktbeobachter gehen davon aus, dass Batterien mit Kathoden auf LFP-Basis in den kommenden Jahren weltweit deutlich an Marktanteilen hinzugewinnen werden (v.a. wegen einer steigenden Nachfrage in China). Bei der Anodentechnologie erhofft sich die Industrie Leistungsverbesserungen durch die Zugaben von Silizium, das eine deutlich höhere Energiedichte und schnellere Ladevorgänge ermöglicht.

Die chemische Zusammensetzung der Antriebsbatterien wird sich somit in den kommenden Jahren stetig verändern. 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.

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

► Feststoffbatterien sind erst auf lange Sicht eine Option

Ungeachtet der Veränderungen in der Zellchemie wird die Lithium-Ionen-Batterie voraussichtlich noch bis mindestens 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 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). Die Feststoffbatterie wäre somit eine Technologie, die der Elektromobilität zum endgültigen Marktdurchbruch verhelfen könnte, allerdings ist noch nicht absehbar, wann sich diese Technologie marktfähig sein wird.

Rohstoff- und Energiesicherheit rückt immer mehr in den Fokus staatlichen Handelns

Eine große Herausforderung für die Transformation zur Elektromobilität ist in Europa die fehlende Vor-Ort-Versorgung mit wichtigen Rohstoffen. Einer Studie des Deutschen Insti-

- ▶ Rohstoffversorgung als Herausforderung einer europäischen Batterieindustrie

tuts für Wirtschaftsforschung (DIW) zufolge, ist Europa bei 14 von 27 von der EU-Kommission festgelegten kritischen Rohstoffen (darunter Lithium, Kobalt und seltene Erden) vollständig von Importen abhängig, bei drei weiteren sind es über 95%.

Die EU will dem nun mit dem „Critical Raw Materials Act“ entgegenwirken. Demnach sollen ab 2030 10% des jährlichen EU-Bedarfs an kritischen Rohstoffen innerhalb der EU gefördert, 40% weiterverarbeitet und weitere 15% über Recycling wiedergewonnen werden. Dazu bedarf es neuer Minen und Raffinerien, was normalerweise viele Jahre dauert. Gemäß EU-Plänen sollen nun die Genehmigungsverfahren deutlich beschleunigt werden. So sollen künftig bei besonders wichtigen Vorhaben zwischen Antragstellung und Förderbeginn maximal zwei Jahre liegen. Um das umzusetzen sollen z.B. die Untersuchungen zu den Umweltfolgen der Vorhaben deutlich verkürzt werden. Ziel der EU ist es, dass ab 2030 maximal 65% des Jahresbedarfs eines strategisch wichtigen Rohstoffs aus einem Nicht-EU-Land bezogen werden.

Flankiert werden diese Maßnahme durch verstärkte Lieferbeziehungen mit traditionellen Partnern wie Australien, Kanada oder Norwegen und von multilateralen Initiativen wie z.B. der „Minerals Security Partnership“ (MSP).

Batterierecycling in Europa wird an Bedeutung gewinnen

Das Ziel rund 15% der kritischen Rohstoffe in den EU bis 2030 über Recycling wiederzugewinnen ist sehr ambitioniert. So steckt beispielsweise das Recycling von Rohstoffen aus Antriebsbatterien von Elektrofahrzeugen noch in den Kinderschuhen. Ungeachtet dessen ist davon auszugehen, dass sich das Batterierecycling mittel- bis langfristig zu einem wichtigen Bestandteil der Wertschöpfungskette der Elektromobilität entwickeln kann. Eine Vielzahl europäischer Batterieproduktionen berücksichtigt daher von Beginn an entsprechende Recyclingkapazitäten bei Bau und Planung der Zellfabriken.

Sobald Lithium-Ionen-Batterien nur noch etwa 80% ihrer ursprünglichen Leistung erreichen, sind sie für den Antrieb eines Autos nicht mehr ausreichend. Nach dem 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.

- ▶ Fehlende Informationsbasis belastet Geschäftsmodelle

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. Zudem gelten neue Batterien als zuverlässiger und die meisten Entwickler von Energiespeichern verlangen eine langjährige Garantie für die Batteriesysteme.

Die Recycler wiederum stehen vor der Herausforderung, dass die in den Fahrzeugen eingesetzten 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 Line 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. Insbesondere bei LFP-Batterien dürfte es schwierig werden, mit der Rückgewinnung von Eisen und Phosphor Gewinne zu erzielen.

Sollte es tatsächlich gelingen, mit einem gut funktionierenden Recycling-System bis Ende des Jahrzehnts 15% der benötigten Materialien für die Antriebsbatterien der Elektrofahrzeuge zurückzugewinnen, wäre dies 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 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 voraussichtlich 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. Dieser liegt zunächst bei 16% für Kobalt, 6% für Lithium und 6% für Nickel und soll in den folgenden Jahren weiter ansteigen.

Stimmen die Länder den vorgeschlagenen Gesetzesänderungen zu, könnte die aktualisierte EU-Verordnung 2023 in Kraft treten. 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.

Ihre Ansprechpartner in BayernLB Research

BayernLB Research

Dr. Jürgen Michels, Chefvolkswirt und Leiter Research, -21750

Anna Maria Frank, -21751; Sekretariat, Business Management

Ingo Bothner, -21787; Medienfachwirt, Business Management

Christoph Gmeinwieser, -27053; CIA, Business Management

Länderrisiko- und Branchenanalyse

Hubert Siplý, -21307

Manuel Schimm, -26845

Asien, GUS

Gebhard Stadler, CFA, -28891

Euro-Raum, DE, EZB, Nord-/Osteuropa

Roland Gnan, -26658

USA, Fed, Nord-/Mittelamerika

Verena Strobel, -21320

Südeuropa, Naher und Mittlerer Osten, Afrika

Dr. Alexander Kalb, -22858

Maschinen-/Anlagenbau, Westeuropa, Südamerika

Wolfgang Linder, -21321

Mobilität

Thomas Peiß, -28487

Energie

Florian Buckenleib, -24736

Technologie, Grundstoffe

Dr. Sebastian Schnejdar, -26386

Immobilien, Bau

Investment Research

Emanuel Teuber, -27070

Green Finance, Covered Bonds, Banken

Wolfgang Kiener, -27058

FX, Gold, Öl

Manfred Bucher, CFA, -21713

Zins- & Aktienstrategie, Asset Allokation

Dieter Münchow, -23384

Value Investing & Behavioral Finance

Georg Meßner, CFA, -26396

Banken

Pia Ahrens, -25727

Corporate Bonds & SSD, Strategie

Matthias Gmeinwieser, CIA, -26323

Corporate Bonds & SSD

E-mail: vorname.nachname@bayernlb.de

Telefon: 089 2171 + angegebene Durchwahl

Disclaimer/Allgemeiner Hinweis:

Diese Publikation ist lediglich eine unverbindliche Stellungnahme zu den Marktverhältnissen und den angesprochenen Anlageinstrumenten zum Zeitpunkt der Herausgabe der vorliegenden Information am 06.04.2023. 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

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

Geschäftsgebäude:
Bayerische Landesbank
Brienner Straße 18
80333 München (=Paketadresse)
www.bayernlb.de