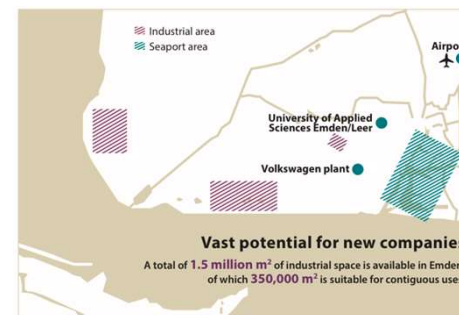



Green Tech meets High Tech 2.0

Aktualisierung und Erweiterung
Batteriestudie von Roland Berger aus 2017

ECOVIS Financial @nd Digital Services
März 2023

growth support
automotive future
seaport **EMDEN** sustainable
wind power
technology of tomorrow
innovative



A. Entwicklung des Marktes und Bedarfsanalyse von Batteriezellen

- Europäische und nationale Bedarfe für Mobilitäts- und stationäre Märkte
- Regulierungen als Rahmenvorgaben für Märkte, Industrie und Kundenanforderungen
- Produktionskapazitäten und Produktionsstandorte von Batteriezellen in Europa und Deutschland
- Kriterium Rohstoffverfügbarkeit und Nachhaltigkeit für die Batteriefertigung

B. Ausblick Batteriezellen-Technologie und Kostenanalyse

- Zellchemie, Eigenschaften, Material- und Energiebedarf im Herstellungsprozess
- Erweiterung und Lokalisierung der Prozesskette auf die Herstellung von Elektrodenmaterial und die Re-Use Option zur Nutzungsverlängerung inkl. Recycling
- Kosten- und Zeitachsenabschätzung für die technologischen Entwicklungen

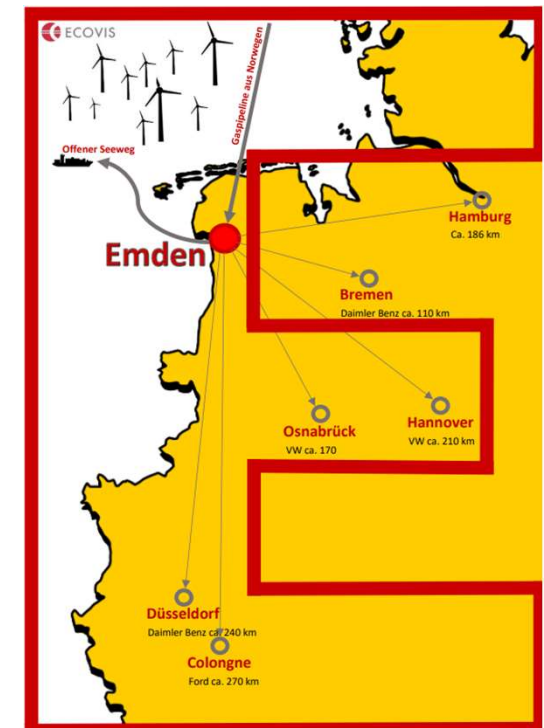
C. Standortbetrachtung für die Region Emden

- Flächen-, Infrastruktur- und Wasserverfügbarkeit am Standort Emden
- Nachhaltige Energiebereitstellung und infrastrukturelle Randbedingungen der Region
- Einschätzung der Potenziale am Standort Emden

Aktualisierung der Batteriezellenstudie von Roland Berger aus 2017 inkl. Ausblick auf das Standortpotenzial der Region Emden



Die Anforderungen an Energiespeichersysteme haben sich in den letzten Jahren dynamisch verändert. Die Aktualisierung soll diese Entwicklungen beschreiben, eine Erweiterung auf vor- und nachgelagerte Umfänge des Fertigungsprozesses vornehmen, die Rohstoffverfügbarkeit einbeziehen und die Nachhaltigkeit von Emden bei der Energieversorgung als wesentlichen Standortvorteil prüfen.



Einstieg

Die Batteriestudie aus 2017 nutzte die folgende Struktur:

- Part (A) Marktentwicklung elektrochemische Speicher und Batteriezellenbedarf**
- Part (B) Ausblick Batterie-Technologie und Kostenanalyse**
- Part (C) Benchmarking Standort Emden**

In dieser Aktualisierung wird diese Struktur zur besseren Vergleichbarkeit beibehalten. Die Inhalte der Studie, die auf Grundlage einer Informationsbasis aus 2016 erstellt wurden, werden bis 2030 bzw. 2035 erweitert. Dabei wird der Schwerpunkt auf die Entwicklungen in Europa und Deutschland gelegt.

Erweitert werden die Szenarien um die Stellhebel Rohstoffverfügbarkeit, Ansiedlung der Herstellung von Elektrodenmaterial am Standort Emden, Aufbau Prozesskomponenten Re-Use und Recycling, Energie- und Wasserbedarfs sowie der Flächen- und Energiebereitstellung.

Part A

Entwicklung des Marktes und Bedarfsanalyse von Batteriezellen



- Europäische und nationale Bedarfe für Mobilitäts- und stationäre Märkte
- Regulierungen als Rahmenbedingung für Märkte, Industrie und Kundenanforderungen
- Produktionskapazitäten und Produktionsstandorte Batteriezellen in Europa und Deutschland
- Kriterium Rohstoffverfügbarkeit und Nachhaltigkeit für die Batteriefertigung

Entwicklung des Binnenmarktes im globalen Umfeld und Bedarfsanalyse von Batteriekapazitäten

Mobilitätsanwendung

Elektrische Antriebe bei PKW und Nutzfahrzeugen



Stationäre Anwendung

Nutzung als Abkopplungsspeicher, in Rechenzentren und zur Bereitstellung von Regelleistung



Re-Use

Nutzung gebrauchter Batterien aus der Elektromobilität insbesondere in stationären Anwendungen



Recycling

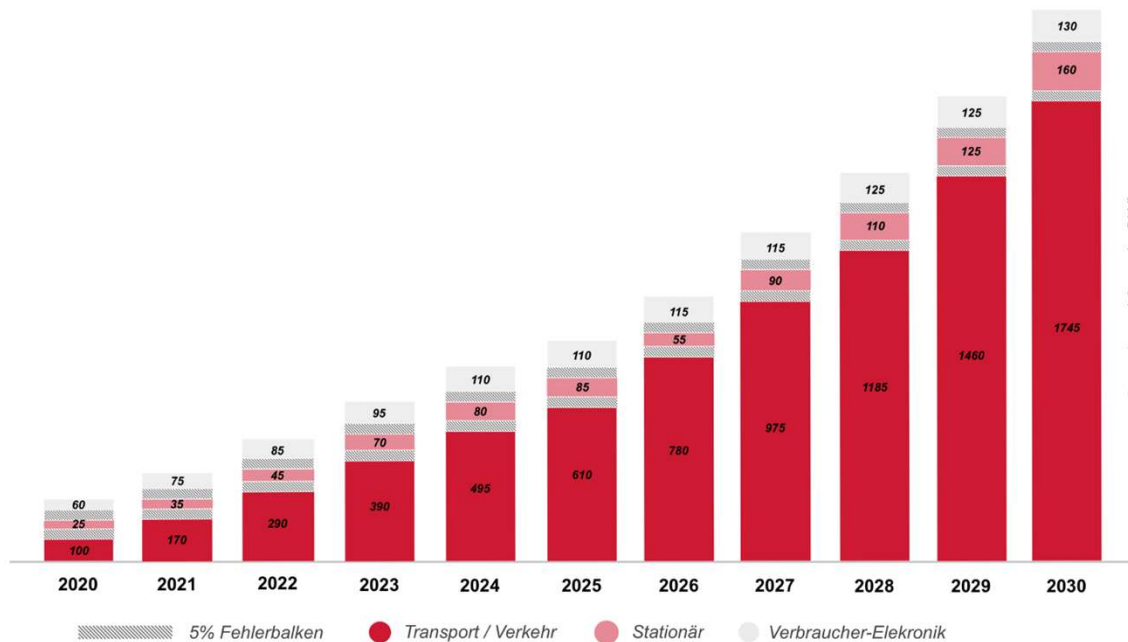
Gewinnung von Rohstoffen aus gebrauchten Batterien



Für die weltweite Nachfrage nach Batterien wird u.a. auf Grund des Klimawandels ein erhebliches Wachstum erwartet ...



Nachfrage erhöht sich gravierend im Bereich Mobilität, prognostizierte Steigerung auch bei stationären Anwendungen und Verbraucherelektronik



Prognose zur Steigerung der weltweiten Batterienachfrage von 2020 bis 2030:

Mobilität 100 auf 1.745 GWh (1.600 %)

Stationär 25 auf 160 GWh (600 %)

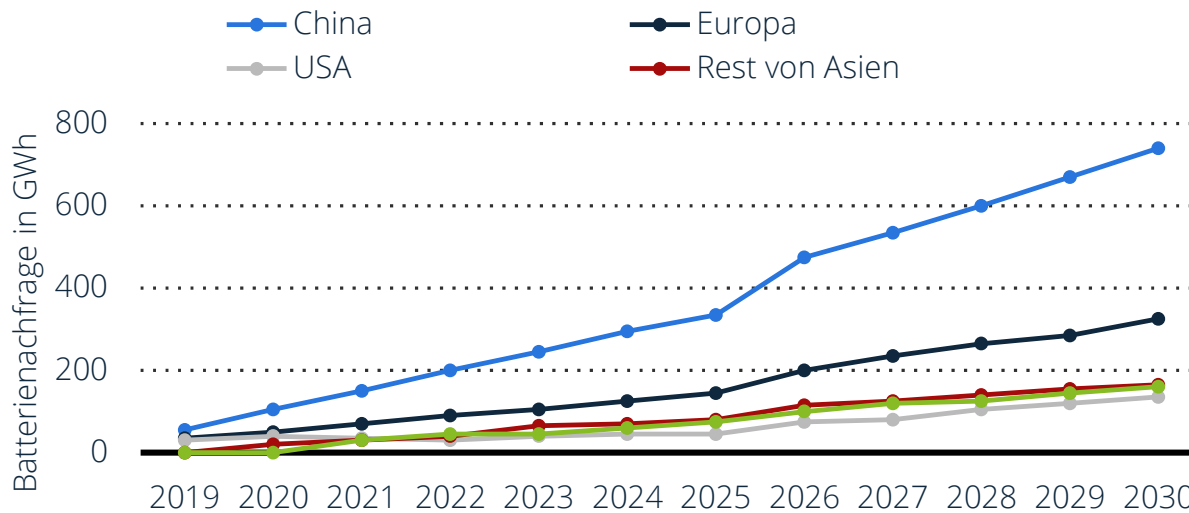
Elektronik 60 auf 130 GWh (200 %)

Gesamt 185 auf 2.035 GWh (1.000 %)

Bei Eintritt dieser Prognose sind drastische Änderungen in der Rohstoffbereitstellung, den Lieferketten, der Fertigungsinfrastruktur und im Eintritt in eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft zu erwarten.

Quelle: www.statista.de; Fehlerbalken: +/- 15%

Die Zuordnung der Bedarfsabschätzung zu den Regionen der Welt zeigt eine Konzentration des Wachstums auf Asien



Quelle: www.statista.de; Fehlerbalken: +/- 15%

Der Weltmarkt kann zwischen 2020 und 2030 um einen Faktor >10 wachsen:

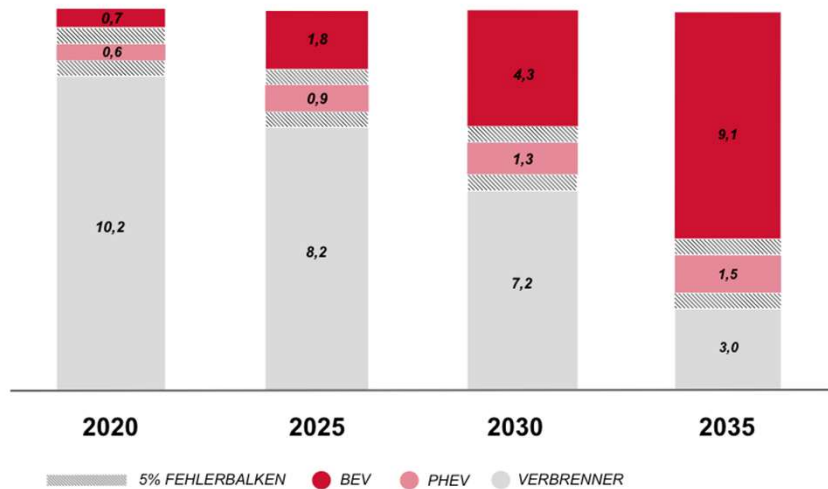
China/Asien	180 - 920 GWh
USA/Rest der Welt	50 - 300 GWh
Europa	30 - 350 GWh

Bei einer Verzehnfachung der Batterienachfrage in Europa können große Herausforderungen für die Planungssicherheit der Batterie-Technologie, für Investitionszeiträume und für die Versorgungssicherheit der Lieferketten erwartet werden.

Für das Wachstum in Europa kann sich eine verstärkte Regionalisierung der Herstellungsprozesse zur Absicherung der globalen Lieferketten als vorteilhaft erweisen.

In Europa können die erwarteten Steigerungen der Elektromobilität (EM) zusätzlich den Batteriebedarf wesentlich erhöhen

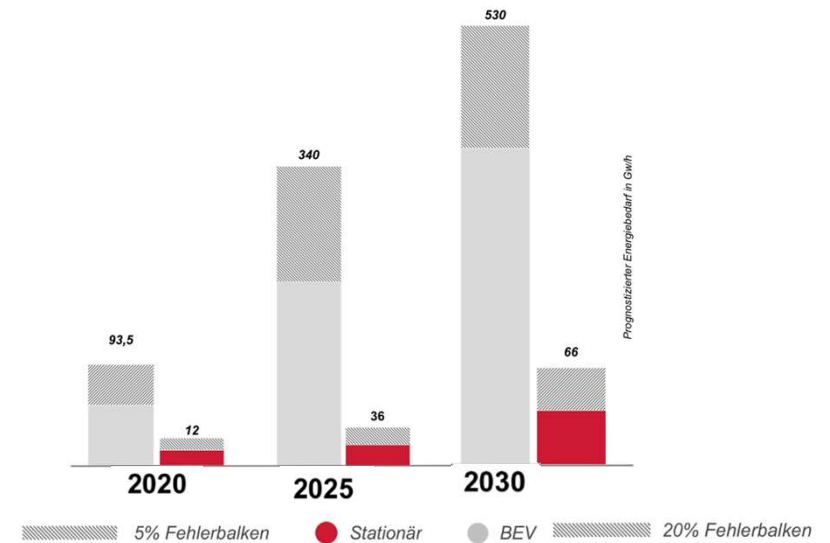
In Europa sollen sich die Zulassungszahlen in der EM bis 2030 vervierfachen, die dann erforderlichen Batteriebedarfe sollen sich auf Grund steigender Batteriegrößen verfünffachen. Der Batteriebedarf bei stationäre Anwendungen soll sich bis 2030 ebenfalls verfünffachen.



Abschätzung der EM-Zulassungen

2020: 1,3 Mio. Fahrzeuge
 2030: 5,6 Mio. Fahrzeuge
 2035: 10,6 Mio. Fahrzeuge

Quelle: www.statista.de; Fehlerbalken: +/- 15%

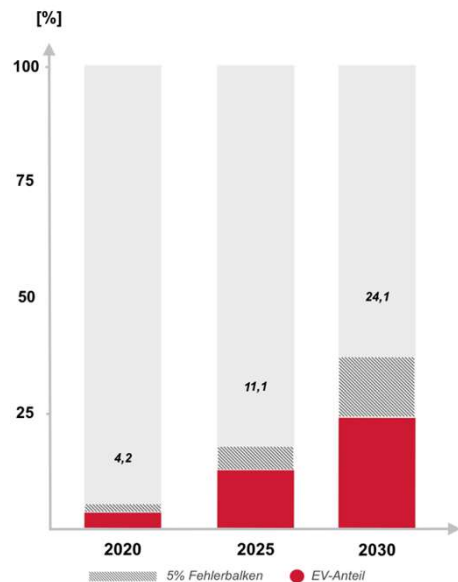


Abschätzung der Batterieherstellkapazitäten

2020: Auto 93 GWh Stationär 12 GWh
 2030: Auto 530 GWh Stationär 66 GWh

In Deutschland kann sich der Markt ähnlich entwickeln. Die Internationalität kann jedoch Unsicherheiten hervorrufen ...

Die Zulassungen in der EM in Deutschland sollen sich bis 2030 mehr als verfünffachen, der Batteriebedarf folgt diesen Steigerungen. Stationäre Anwendungen in der Wohnungswirtschaft sollen 10% des Bedarfs ausmachen.

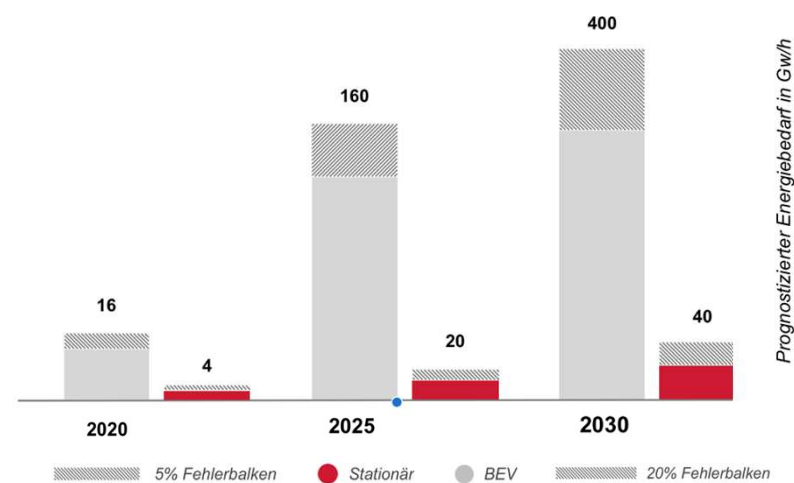


Bei 2,9 Mio. PKW-Neuzulassungen/ Jahr

2020: 120.000 Fahrzeuge

2030: 670.000 - 1.500.000 Fahrzeuge

Quelle: www.statista.de; Fehlerbalken: +/- 15%



Abschätzung der Batterieherstellkapazitäten

2020: Auto 16 GWh

Stationär 4 GWh

2030: Auto 400 GWh

Stationär 40 GWh

Markteinschätzung nach Randbedingungen, Regulierungen und Kundenanforderungen

Als weltweite Treiber können die Elektrifizierung des Antriebsstrangs in der Mobilität und die Anforderungen an stationäre Speicher sowie der Ausbau erneuerbarer Energien zur Bewältigung der Energiewende gesehen werden.

Randbedingungen Hersteller/ Lieferanten

Die Regulierungen forcieren die Erhöhung der Zulassungszahlen in der Elektromobilität und die Umstellungen der Speicherinfrastruktur im Elektrizitätssektor ...

- Emissionsgesetzgebung/ Klimaziele
- Globale Wirtschaft/ Importabhängigkeiten
- Energiekrise und Ausbau erneuerbarer Energien
- Preissteigerung für Elektrizität und fossile Rohstoffe
- Lieferkettenproblematik/ Mangel an Vorprodukten
- Verfügbarkeit von Rohstoffen
- Ausbau von Re-Use und Recycling

Kundenanforderungen

Zunehmende Attraktivität der Elektromobilität und Umstellung der Energieversorgung in den Sektoren Mobilität, Haushalte und GHD ...

- Emissionsgesetzgebung/ Infrastrukturmstellung
- Versorgungssicherheit und Unterhaltskosten
- Erhalt des Mobilitätskomforts (Reichweite)
- Infrastrukturausbau (Ladestationen, Netzausbau)
- Kostenstrukturen in der Energieversorgung
- Einhaltung des ökologischen Fußabdrucks

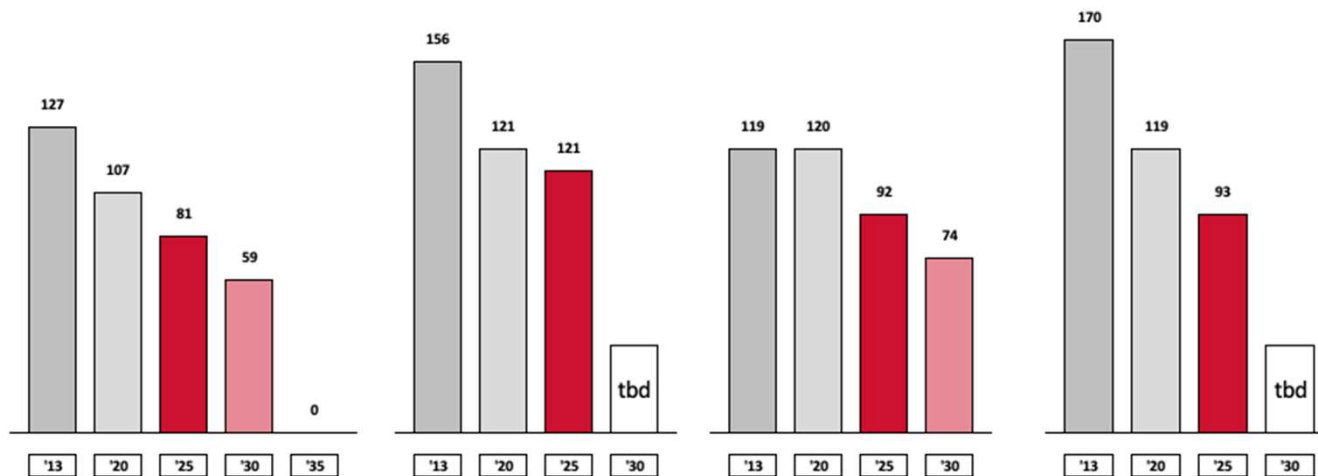
**Einschränkungen
für Verbrenner ab
2035 und
Schwankungen
in der
Energieerzeugung**



Die Emissionsgesetzgebung förderte den Einstieg in die Elektromobilität und gleichzeitig die Nutzung von PtX

Zulassungsregulierungen in der EU ab 2035 unterstützen Fahrzeuge mit Batterieantrieb oder Fahrzeugen mit Antrieben auf Basis von "grünem" Wasserstoff, Biokraftstoff und E-Fuels.

Jahr	2016	2021	2025	2030	2035	Emissionsgrenzwerte der Europäischen Union
Emission	130 g	95 g	81 g	67 g – 50 g	0 g	



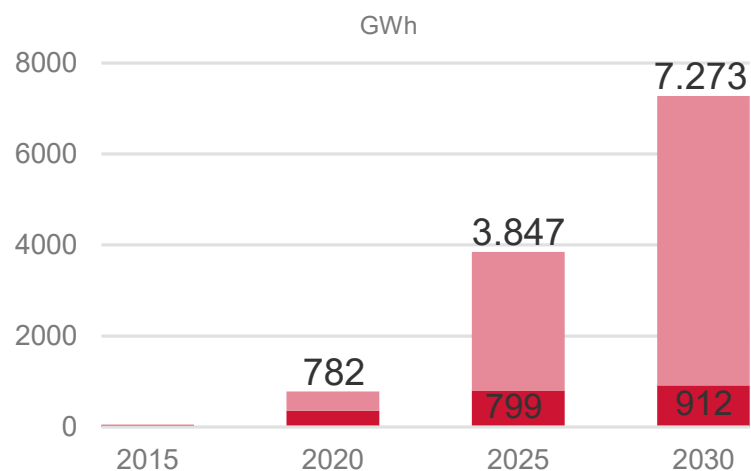
Die Emissionen im PKW-Straßenverkehr für Neuzulassungen liegen in der EU ab 2035 bei 0 gCO₂/km.

*Grau = reale Werte
Rot = prognostizierte Werte bzw. Werte lt. Emissionsgesetze*

Quelle: www.bmu.de, IEA, www.statista.de

Batteriezellenhersteller bauen global die Fertigungskapazitäten aus. Unsicherheiten mit China können den Ausbau beeinflussen

Es werden erhebliche Planungsunsicherheiten in der Marktentwicklung und der Rohstoffverfügbarkeit diskutiert. Es kann weiterhin in den nächsten Jahren zu Lieferengpässen und Fertigungsausfällen insbesondere durch China kommen.



Abschätzung der weltweiten Produktionskapazitäten für Lithium-Ionen-Batterien

Die Abschätzung der Fertigungskapazitäten ist von vielen Einflussgrößen abhängig und deshalb schwierig zu prognostizieren.

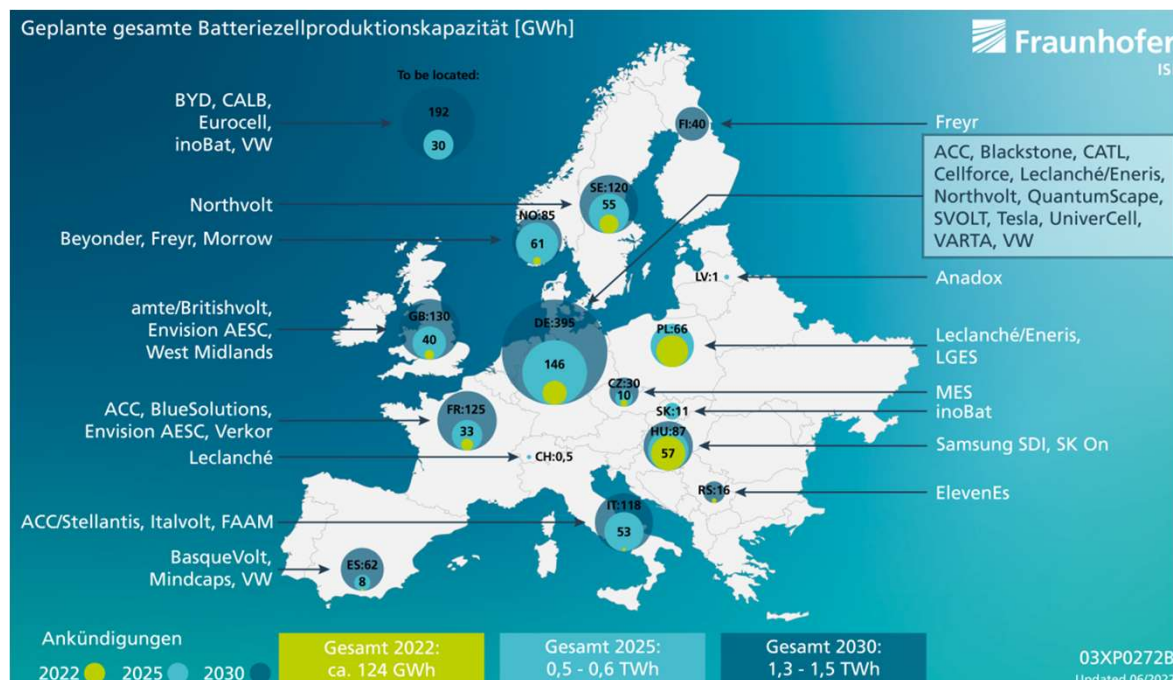
Die Schwankung des Bedarfs können sich im Jahr 2030 zwischen 900 GWh und 7.200 GWh bewegen.

Erwartet wird, dass sich in den nächsten fünf Jahren die Bedarfe ergeben, die dann die global verfügbaren Batteriekapazitäten und den Marktpreis bestimmen werden.

Der Trend ist sich bereits Heute mit einer stärkeren Europäisierung bzw. Regionalisierung und Absicherung der Lieferketten zu beschäftigen.

Für die Batteriezellfertigungskapazitäten in Europa und Deutschland werden hohen Zuwachsraten prognostiziert

Der Kapazitätsaufbau in Europa sollte denselben Rahmenbedingungen wie global unterliegen. Es ist anzunehmen, dass die Entwicklung des Marktbedarfs, die Technologieauswahl sowie die Rohstoff- und Energieverfügbarkeit wesentlich den Preis bestimmen werden.



Entwicklung (GWh)

2022	124
2030	1.300 - 1.500



Entwicklung (GWh)

2022	20
2030	395

Damit ist es möglich, dass je nach Fortschritt des Ausbaus im Jahr 2030 in Europa 20% und in Deutschland 6% des globalen Bedarfs gefertigt werden.

Quelle: Fraunhofer ISI

Die europäische und deutsche Batteriezellenindustrie muss die globale Rohstoffverfügbarkeit und die Importe berücksichtigen



Die Situation durch den Ukraine-Krieg erfordert, Rohstoffgewinnung, die Lieferketten und die politischen Rahmenbedingungen über eine Lokalisierungsstrategie und den Ausbau des Re-Use sowie des Recyclings neu aufzustellen, um eine Versorgungssicherheit zu erreichen.

Rohstoffbedarf LIB [kt]	2018	2040
Nickel	32	1.742
Graphit (natürlich/ synthetisch)	22	886
Lithium	7	328
Kobalt	13	270

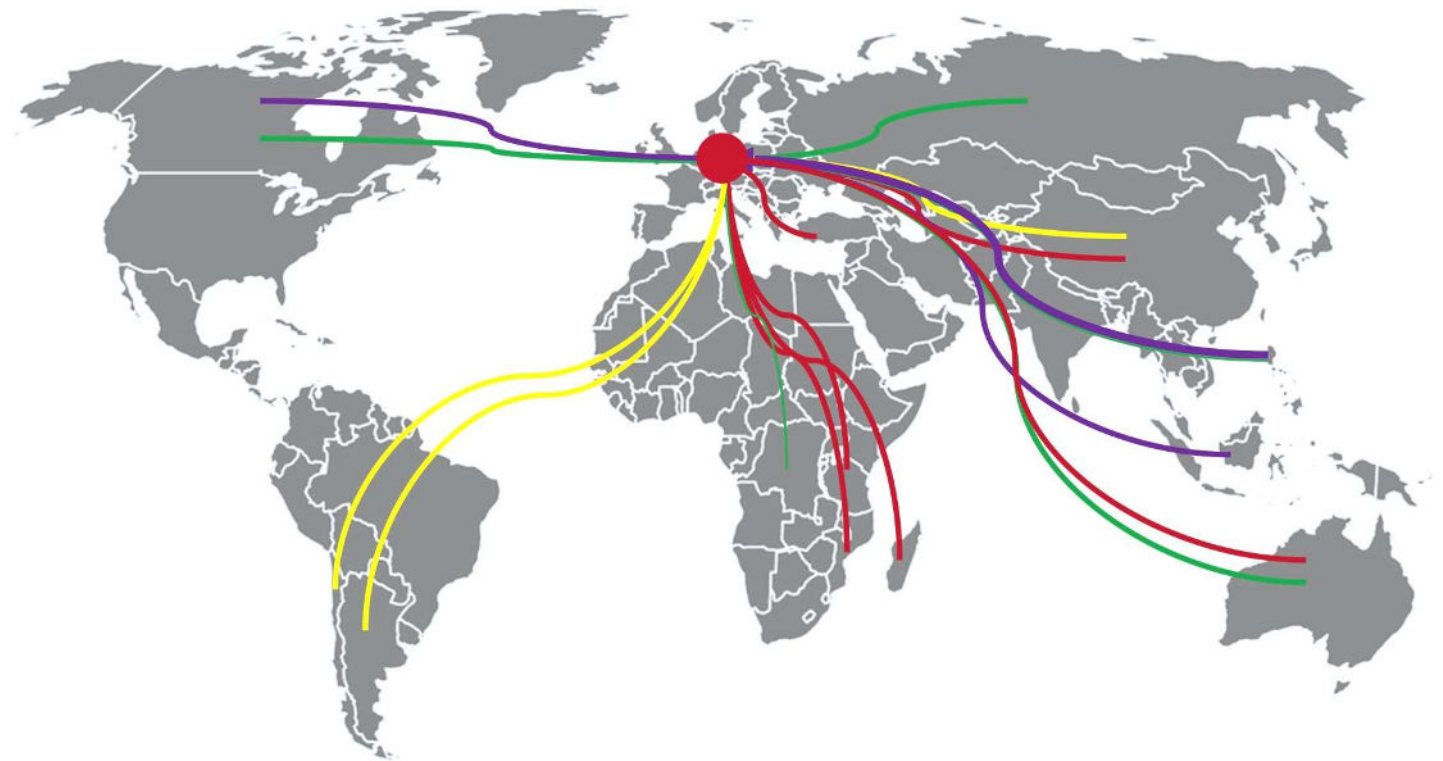
- Nickel** Mengenproblem und Herausforderungen bei der Weiterverarbeitung
- Graphit** Energieproblem und kritische Liefersituation aus China
- Lithium** Mengen- und Aufarbeitungsproblem
- Kobalt** Mengenproblem und kritische Situation u.a. im Kongo

Abschätzung der Bedarfe für vier wesentliche und kritische Rohstoffe in Deutschland

Es ist möglich, dass die Entscheidung für LFP-Batteriesysteme die Versorgung mit Rohstoffen und damit den Ausbau der Fertigungskapazitäten erleichtert.

Quelle: Deutsche Rohstoffagentur

Für kritische Rohstoffe in der Batterieproduktion in Europa und Deutschland muss die Versorgungssicherheit abgeschätzt werden



Rohstoff- wege	Förderanteil in %
Kobalt	70% Kongo
Lithium	60% Australien
Graphit	70% China
Nickel	25% Indonesien

Aktuell strebt Europa an, die neuen Risiken in den Lieferketten wieder zu beherrschen und eine Lokalisierungsstrategie umzusetzen.

Quelle: Deutsche-Rohstoffagentur

Neue flexible Wertschöpfungsketten in der Batteriezellenfertigung

Neuer Beschaffungsfokus

Mögliche Produktionsschritte in Emden



Bergbau

Raffination

Logistik

Kathoden-
produktion

Batteriezellen-
produktion

Modulfertigung

Komplettsystem

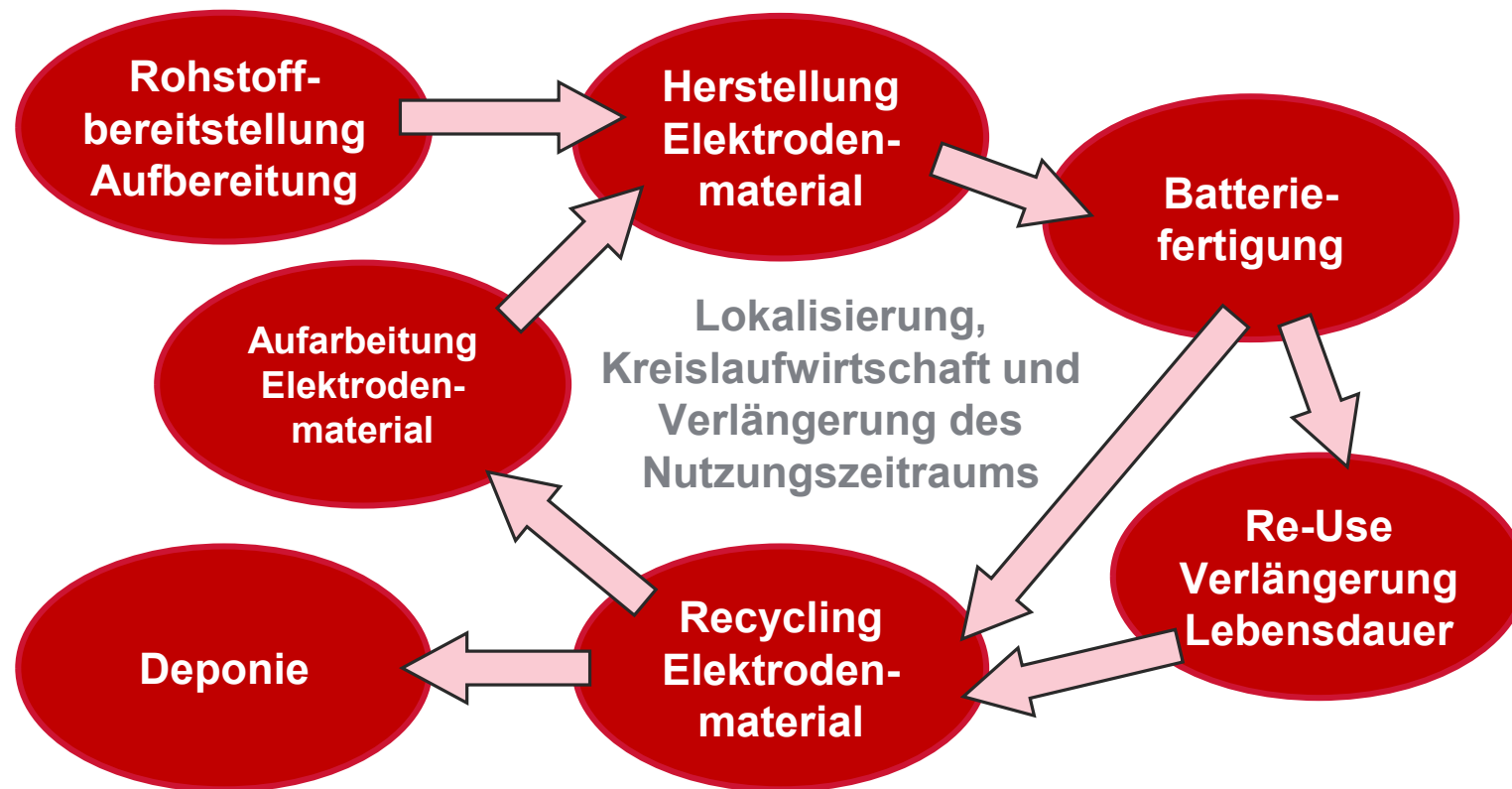
Neuer Beschaffungsfokus der Rohstoffe

Klassischer Beschaffungsfokus der Rohstoffe



Für eine sichere Versorgung mit Batterien werden Lokalisierung, Kreislaufwirtschaft und verlängerter Nutzungszeitraum hilfreich sein...

Es ist anzuregen, parallel zum Aufbau der Batteriezellenfertigung über eine gemeinsame Vorgehensweise für Versorgung und die effiziente, langfristige Nutzung nachzudenken.



Der Re-Use kann bei einer Batterielebensdauer >15 Jahre und geeigneter Preisgestaltung den Bedarf für stationäre Anwendungen zu einem großen Teil abdecken.

Das Recycling kann ab 2030 helfen, die Rohstoffverfügbarkeit in Europa und Deutschland abzusichern.

Entwicklung des Marktes und Bedarfsanalyse von Batteriezellen

- Der Batteriebedarf wird über die Umstellung auf Elektromobilität getrieben. Parallel werden erhebliche Steigerungsraten bei stationären Anwendungen erwartet.
- Gesetzliche Regulierungen, Energiewende in den Sektoren Mobilität und GHD sowie die Klimaziele stellen erhebliche Herausforderungen in der Energieversorgung dar.
- In Deutschland wird für 2030 ein Kapazitätsbedarf von etwa 400 GWh pro Jahr prognostiziert, der durch eine deutschlandweite Fertigung bedient werden sollte.
- Fertigungskapazitäten von Batteriezellen bei gleichzeitiger Abbildung weiterer Teile der Wertschöpfungskette wie mit einer Lithium-Herstellung in Emden mit dem Alleinstellungsmerkmal als Hafen- und Elektromobil-Autostadt empfehlen sich als Erweiterung der bisherigen Standortstrategie.

Zusammenfassung Part A (2/2)

Entwicklung des Marktes und Bedarfsanalyse von Batteriezellen

- Als kritische Größen im Ausbau der Fertigungskapazitäten werden die Rohstoffverfügbarkeit und die Bereitstellung Erneuerbarer Energien eingeschätzt.
- Es ist darüber hinaus für die regionale Wertschöpfung wichtig, unabhängig von einer möglichen Batteriezellenfertigung in Emden bzw. Ostfriesland die Umfänge im Bereich Re-Use und Recycling u.a. von Autobatterien über Neuansiedlungen in den kommenden Jahren als einen der führenden Standorte in Deutschland auszubauen.
- Unterstützt wird dieses in Verbindung mit dem Ausbau des Hafens zu einem Rohstoff- und Wasserstoffhafen z.B. wie in Rostock, die dies zusammen mit dem Unternehmen Total umsetzen.

Entwicklung des Marktes und Bedarfsanalyse von Batteriezellen für Deutschland

Kernaussagen/ Ergebnisse der Studie Part A	Ja	Nein	Anmerkungen/ Bewertung
1 Kapazitätsbedarf in Deutschland (2030) von ca. 400 GWh pro Jahr	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erwartete Nachfrage in 2030 der PKW-Zulassungen und stationären Anlagen in der Wohnungswirtschaft in Deutschland stimmt mit geplanten Kapazitäten überein
2 Erweiterung der Wertschöpfungskette der Batteriezellenfertigung in Deutschland	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Die Politik strebt eine möglichst vollständige Abdeckung der Wertschöpfungskette der Batterietechnologie am Standort Deutschland an, um u.a. die Abhängigkeit von China zu verringern
3 Umfänge Re-Use und Recycling u.a. von Autobatterien am Standort Emden möglich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Flächen zur Erweiterung der Wertschöpfungskette um Re-Use und Recycling in Form von Neuansiedlungen in Emden bereit stellen

Part B

Batteriezellen-Technologie und Wertschöpfungskette

- Zellchemie, Eigenschaften, Material- und Energiebedarf im Fertigungsprozess
- Erweiterung der Wertschöpfungskette um die Herstellung von Elektrodenmaterial, den Re-Use und das Recycling
- Entwicklungen der Batteriezellenpreise
- Ausblick auf die Potenziale der Region Emden

Die LIB-Zellchemie konzentriert sich auf optimierte NMC- und LFP-Systeme

Der Zellaufbau und die Auswahl der Zellformate folgen Standards, die eine großtechnische Umsetzung vorbereiten und den Re-Use sowie das Recycling ermöglichen.

Prinzipieller Aufbau einer Batteriezelle



LIB Lithium-Ionen-Batterie
 NMC Lithium Nickel Mangan Cobalt Oxid
 NCA Lithium Nickel Cobalt Aluminium Oxid
 LFP Lithium Eisenphosphat
 Ah Batteriekapazität in Ampere-Stunden

Zellformate



Kapazitätsbereich der Zellformate

- Rund- (zylindrische) Zelle 3-21 Ah
- Prismatische Zelle 50-100 Ah
- Pouch-Zelle 40-70 Ah

Die Kombinatorik technischer Eigenschaften der Zell-Chemie bestimmen den Einsatz in den jeweiligen Anwendungen

Je nach Anwendung, Elektromobil oder stationär, entscheidet die Kombinatorik der Eigenschaften über das einzusetzende Batteriesystem. Zukünftig werden insbesondere der Preis und die Versorgungssicherheit bei Rohstoffen Berücksichtigung finden.

Eigenschaft	NMC	LFP
Grav. Energiedichte (Wh/kg)	Green	Red
Vol. Energiedichte (Wh/l)	Green	Red
Leistungsdichte	Green	Green
Zyklenzahl	Yellow	Yellow
Kalend. Lebensdauer	Yellow	Green
Schnellladefähigkeit	Yellow	Green
Temperaturbereich	Yellow	Yellow
Selbstentladung	Yellow	Yellow
Sicherheit	Yellow	Green
Umweltverträglichkeit	Yellow	Yellow
Rohstoffverfügbarkeit	Red	Green
Recyclingfähigkeit	Green	Red
Kosten/Preis	Yellow	Green

Vorteil (Green)

Beherrschbar (Yellow)

Nachteil (Red)

Exemplarische Auswahl von Eigenschafts-Kombinationen:

EM-Anwendungen - NMC:

Energiedichte, Leistungsdichte, Preis, Zyklenzahl und Rohstoffverfügbarkeit

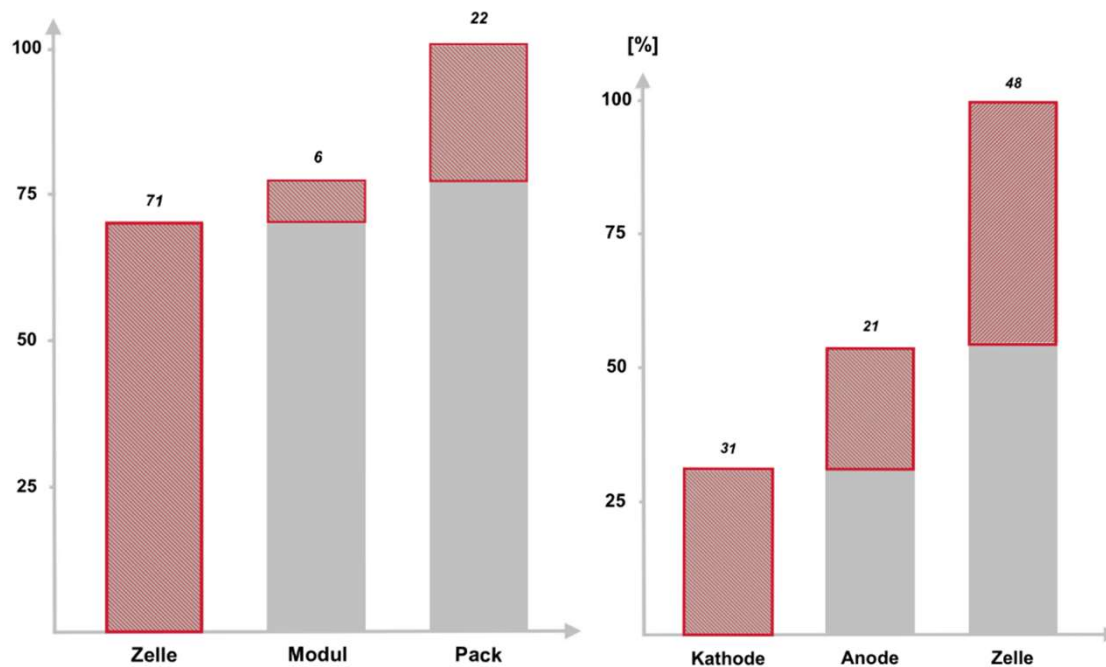
Stationäre Anwendungen - LFP:

Preis, Sicherheit, Schnellladefähigkeit und Rohstoffverfügbarkeit

NMC Lithium Nickel Mangan Cobalt Oxid
 LFP Lithium Eisenphosphat

Um Material- und Energieeinsatz abzuschätzen, sind Annahmen zu Zelle und Batterie-Pack hilfreich (1/2)

Für ein LIB-Batterie-Pack auf Basis einer NMC-Zellchemie wird abgeschätzt, dass bei einer Energiedichte von 150 Wh/kg eine Masse von 6,7 kg/kWh pro Batterie eingesetzt wird.



Materialeinsatz Batterie-Pack:

Kathode	22 %
	1,5 kg/kWh _{Batterie}
Anode	15 %
	1,0 kg/kWh _{Batterie}
Passiv	63 %
	4,2 kg/kWh _{Batterie}
Zelle	71 %
	4,7 kg/kWh _{Batterie}

Mittelwert aus Veröffentlichungen bis 2021, Angaben in gerundeten Werten und als Prozent der Zell- bzw. Pack-Masse

Um Material- und Energiebereitstellung abzuschätzen, sind Annahmen zu Zelle und Batterie-Pack hilfreich (2/2)

Die Abschätzung ergibt auf Zellbasis eine Energiedichte von 210 kg/kWh_{Batterie} für NMC und 180 kg/kWh_{Batterie} für LFP Zellen, die zukünftig in kleinen Schritten optimiert werden kann.

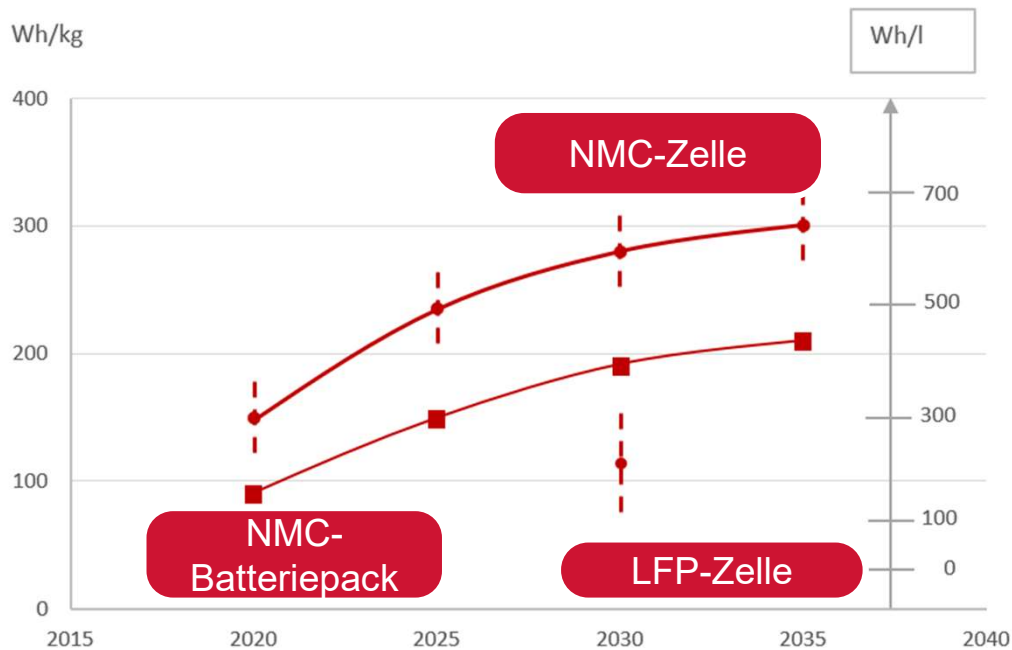
Für zukünftige Entwicklungen werden Optimierungen durch Verbesserungen bei den aktiven Materialien und über eine Reduzierung des passiven Massenanteils erwartet.

Ausblick

Für neue Technologien wie die Festkörperzelle, Zellen mit metallischem Lithium und Natrium-Zellen, wird eine Marktreife erst nach 2030 bzw. 2035 erwartet. So dass für die aktuelle Zellchemie, bezüglich der Investitionen, Planungssicherheit bestehen sollte.

Als ein kritischer Faktor wird die Entwicklung der Energiedichte industrieller Batteriesysteme angesehen

Zukünftige Optimierungen sollten unter Beibehaltung der Standards in den Fertigungsprozessen erfolgen, so dass damit die Planungssicherheit im Seriengeschäft vergrößert wird.



Mittelwert aus Veröffentlichungen bis 2021

Es wird angenommen, dass durch Optimierungen der Zellchemie und durch die Reduzierung der passiven Massen von Zelle und Batterie-Pack für die NMC Systeme bis zu 200 Wh/kg_{Batterie} und 450 Wh/l_{Batterie} auf Pack Ebene erreichbar sind.

Bei LFP Systemen wird angenommen, dass 120 bis 150 Wh/kg_{Batterie} erreichbar sein können.

Eine Lokalisierung der Prozesskette am Standort Emden für die Batteriefertigung kann helfen, die Versorgung in D zu stabilisieren



Es ist wahrscheinlich, dass durch eine Lokalisierung der vor- und nachgelagerten Bereiche die Wirtschaftlichkeit einer Batteriezellfertigung und damit eine Ansiedlung unterstützt wird.



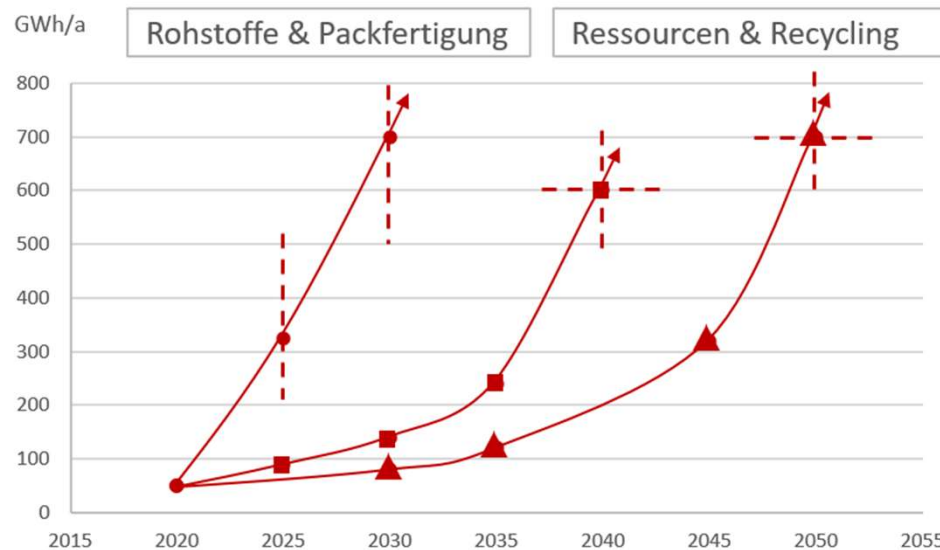
Schematische Beschreibung der Prozessschritte

Eine angenommene Nutzungsdauer von >15 Jahren beschreibt die Zeitachse für die Einrichtung der zugehörigen Prozessschritte

Die Abschätzung zeigt, dass die Fertigungskapazität und die kalendarische Lebensdauer der LIB-Technologien die zeitliche Abfolge der Umsetzungsschritte festlegen.



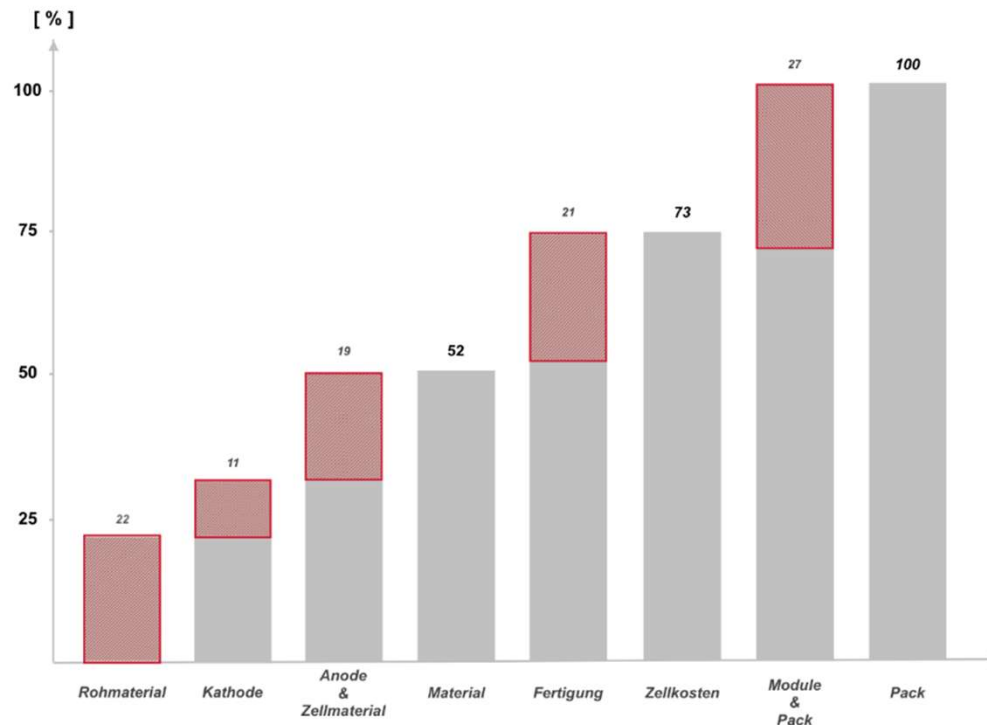
Es wird von einer Lebens- und Nutzungsdauer von >15 Jahren für die Batteriesysteme ausgegangen



Bei Umsetzung der geplanten Ziele für die Zell-/Packfertigung sollten zeitlich versetzte Maßnahmen beim Re-Use und beim Recycling angedacht werden.

Rohstoff-, Energie- und Wasserkosten sind von vielen Einflussgrößen abhängig und beeinflussen den Batteriepreis

Es kann abgeschätzt werden, dass die Material- und Prozesskosten mit bis zu 60 bzw. 70% den Batteriepreis erheblich mitbestimmen.



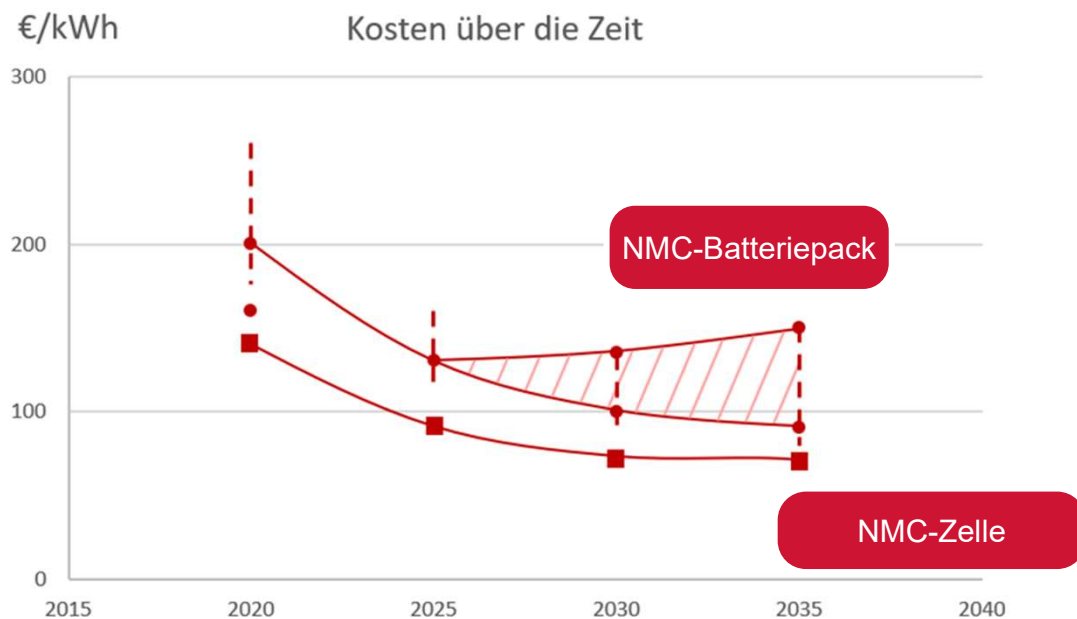
Angaben in Prozent von den Gestehungskosten bzw. dem Verkaufspreis

Die Abschätzung für ausgewählte Eingangsgrößen einer bspw. 15 GWh_{Batterie} Gigafactory ergibt:

Energiebedarf	750 GWh
Wasserverbrauch	750.000 t
Precursor-Material	31.500 t
NMC Kathodenmaterial	21.750 t
Lithiumhydroxid	6.450 t
Graphit	15.000 t

Die zukünftige Entwicklung eines Batteriepreises ist offenbar mit erheblichen Unsicherheiten verbunden

Es wird angenommen, dass die kostenrelevanten Prozessgrößen durch eine Lokalisierung, eine Eigenversorgung und die Einführung einer Kreislaufwirtschaft günstig beeinflusst werden können.



Eine bisher erwartete Preis-Degression für Batteriesysteme wurde in der Vorläufer-Studie auf Basis eines sich konstant entwickelnden Marktumfelds abgeleitet.

Auf Grund neuer Versorgungsstrukturen, von erforderlichen klimarelevanten Treibhausgaseinsparungen und schwankender Prognosen für die Marktentwicklungen werden Erhöhungen der Batteriepreise denkbar. Die verursachten Rohstoff-Preissteigerungen durch den Ukraine-Krieg wirken zusätzlich. Langfristig könnten Skaleneffekte aus der Produktion den Preis wieder senken.

Eine Ansiedlung in Emden wäre mit einer Angebotserhöhung der Erneuerbaren Energien und des Prozesswassers verbunden



Die grobe Abschätzung zu Energie- und Wasserbedarf kann die Ansiedlung unterstützen.

Bereitstellung von Battery Grade Material	Elektroden-, Zell- und Pack-Fertigung	Re-Use und Recycling
<p>Lithium-Salz LiOH/ Li₂CO₃ aus Spodumenkonzentrat 10-25 kWh, 35 IH₂O</p> <p>Kathode Precursor und CAM 15-30 kWh, 10 IH₂O</p> <p>Anode Synthetischer Graphit 50-70 kWh</p>	<p>Fertigung Elektroden Zelle Pack 35-70 kWh 40-60 IH₂O</p>	<p>Prüfung und Neuaufbau 2-5 kWh</p> <p>Auswahl Methodenmix und Recovery-Umfang 50-110 kWh 20-50 IH₂O</p>

Die Abschätzung der Größenordnung zum Energiebedarf bspw. für eine 15 GWh_{Batterie} Gigafactory ergibt:

Materialbereitstellung	
Lithium-Salz	300 GWh
Kathode	370 GWh
Anode	700 GWh
Fertigung	750 GWh
Re-Use/ Recycling	750 GWh

Um die Nutzung der Energiespeicher mit Blick auf die THG-Emissionen zu optimieren, ist die Versorgung mit erneuerbarer Energien und Wasserstoff vorzusehen. Dabei ergibt sich aus heutiger Sicht ein Flächenbedarf von ca. 250 ha oder Nutzung von Offshore-Kapazitäten.

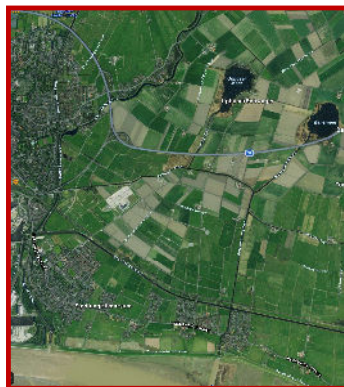
Die Abschätzung zum Energie- und Wasserbedarf beziehen sich auf eine kWh_{Batterie}. Die Werte für Energie- und Wasserbedarf hängen von einer Vielzahl von Einflussgrößen ab, insbesondere von Scale-Effekten und der Effizienz, und stellen nur eine Basis für die Beurteilung der Größenordnung dar. Für die jeweiligen Umfänge müssen unbedingt Fallbezogene Bewertungen erfolgen.

Für die Ansiedlung der Anlagentechnik und die Bereitstellung Erneuerbarer Energien müssen Voraussetzungen geschaffen werden

Die grobe Abschätzung erlaubt es, für den Standort Emden die Flächenvorhaltung sowie die Randbedingungen für Energie- und Wasserbereitstellung abzuleiten.



Flächenvorhaltung
in der Stadt Emden
mit Offshore Wind-
Einspeisung



Grobe Abschätzung für eine 15 GWh Gigafactory mit vor- und nachgelagerten Prozessschritten:

Erneuerbare Energie (EE) und Wasserstoff	
Materialbereitstellung	1.370 GWh
Gigafactory	750 GWh
Re-Use/Recycling	750 GWh

Flächenbereitstellung	
Gesamte Wertschöpfungskette	250 ha
Wasserstoff (480 MW)	> 9 ha
EE Offshore Emden-Ost	2,7 GW

Wasserbedarf	1,5 Mio. m ³
---------------------	-------------------------

Zusammenfassung Part B (1/2)

Batterietechnologie und Wertschöpfungskette

- Es ist abzuschätzen, dass sich die LIB-Zellchemie bis 2035 auf NMC- und LFP-Systeme konzentrieren wird.
- Die wesentlichen Kriterien für das Batteriesystem sind die Energiedichte, der Preis und die Lebensdauer.
- Der Preis pro kWh_{Batterie} wird als volatil angenommen und ist von einer Vielzahl von Einflussgrößen abhängig. Wesentlich sind Material-, Energie- und Wasserkosten, die u.a. derzeit durch Russland und China stark geprägt werden.
- Die Ansiedlung einer Batteriezellenproduktion und Re-Use/ Recycling in Emden kann ein wesentlicher Wirtschaftsfaktor mittel- bzw. langfristig werden.

Zusammenfassung Part B (2/2)

Batterietechnologie und Wertschöpfungskette

- Es wird angenommen, dass die Versorgung mit "grüner" Energie, anteilig Wasserstoff und Elektrizität sowie mit Wasser die Standort-Auswahl bestimmen werden.
- Deshalb wird abgeschätzt, dass die Flächenverfügbarkeit mit einer simulierten Infrastrukturvorbereitung ein wesentliches Entscheidungskriterium für Neuansiedlungen im Bereich Batteriezellenfertigung werden.
- Es wird empfohlen, neben der möglichen Batteriezellenproduktion eine norddeutschlandweite angebotene Kreislaufwirtschaft incl. Re-Use und Recycling für Batterien mit 80% Wirkungsgrad in die Planungen der Stadt Emden mit aufzunehmen.

Batterietechnologie und Wertschöpfungskette

Kernaussagen/ Ergebnisse der Studie Part B	Ja	Nein	Anmerkungen/ Bewertung
1 Die Produktion wird sich auf NMC-Systemen und LFP-Systemen konzentrieren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diese führt zu Einsparungen von Rohstoffen und Verlängerung der Batterie-Lebenszeit
2 Abschätzung für den Standort Emden mit vollständiger Wertschöpfungskette ist eine Batteriezellenproduktion von max. 15 GWh/ Jahr	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Die Bereitstellung der Flächen für die Bebauung, Energieversorgung, Wasserversorgung usw. sind der Engpass, die zu max. 15 GWh/ Jahr führen könnten
3 Die Abbildung von über 100 GWh/ Jahr ist mit Teilen der Produktionsschritte einer Batteriezellenproduktion in Emden möglich	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Eine Konzentration auf einzelne Produktionsschritte ermöglicht eine Reduzierung des Flächenbedarfs, so dass die GWh/ Jahr-Leistung sich wesentlich erhöht

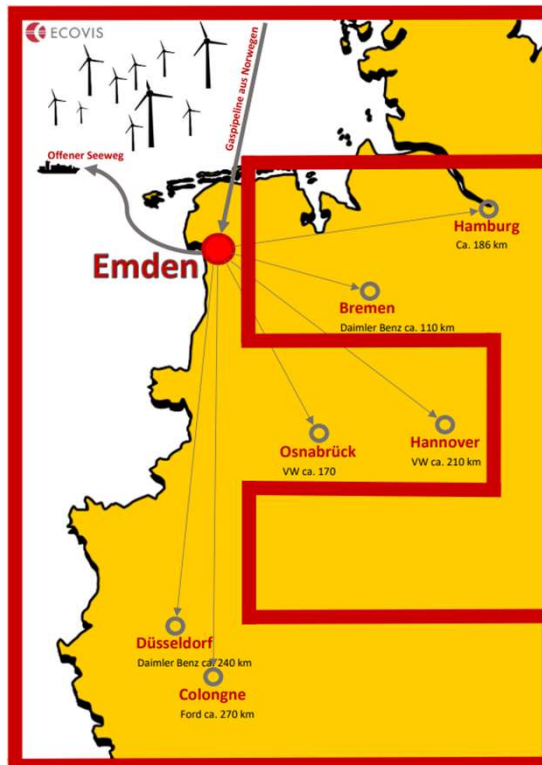
Part C

Standortbetrachtung Stadt Emden zur Neuansiedlung von einer Batteriezellenfertigung bzw. vorgelagerten Produktionsschritten

- Infrastrukturelle Randbedingungen
- Qualitative Einflussfaktoren für die Standortauswahl
- Aussagen zur Energieversorgung mit Erneuerbarer Energie und Wasserstoff
- Abschätzung zur Flächennutzung im Stadtgebiet

Für die Entscheidung einer Ansiedlung ist das infrastrukturelle Umfeld zu berücksichtigen

In der Stadt Emden sind wichtige Wirtschaftszweige der Tourismus, der Automobilbau und die Erneuerbaren Energien.



Einige Fakten zur Stadt Emden

- 50.000 Einwohner
- Seehafenstadt an der Nordsee
- Drittgrößter deutscher Seehafen mit Fahrzeugumschlag
- Hochschule mit 4.000 Studierenden
- Vielfältige Wirtschaft mit > 3.000 KMU
- VW Automobilfabrik mit Elektrofahrzeug-Produktion
- > 3.200 Arbeitnehmer
- Intermodulare Verkehrsanbindung
- Zugang zu erneuerbaren Energie Onshore (> 300 GWh)
- Einspeisung von Offshore Windenergie (2,7 GW in 2028)
- Gasinfrastruktur mit Anlandung am Rysumer Nacken
- Flächenpotenzial > 1.000 ha für Ansiedlungen

Die Stadt Emden sieht den Hafen als verbindendes Element für Produktion und Logistik (P&L) und als ausbaufähig an

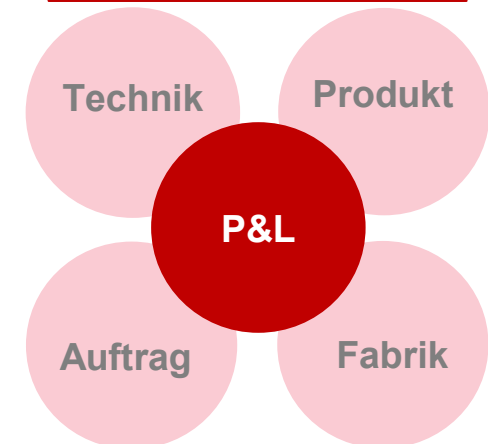
Die Stadt Emden weist einen hervorragenden, leistungsstarken und entwicklungsfähigen Hafen auf, welcher u.a. als logistische Drehscheibe zur Verfügung steht.

Der Hafen wird unter anderem für den Umschlag von Fahrzeugen des Volkswagen-Konzerns genutzt. Zudem findet u.a. die Verladung von Baustoffen, Windenergieanlagen und Forstprodukten statt.

Der Hafen in Emden ist über zwei leistungsfähige Seeschleusen zu erreichen. Die Große Seeschleuse arbeitet rund um die Uhr und trägt ihren Namen aus gutem Grund: Sie ist 260 m lang, 40 m breit und 11,50 m tief.

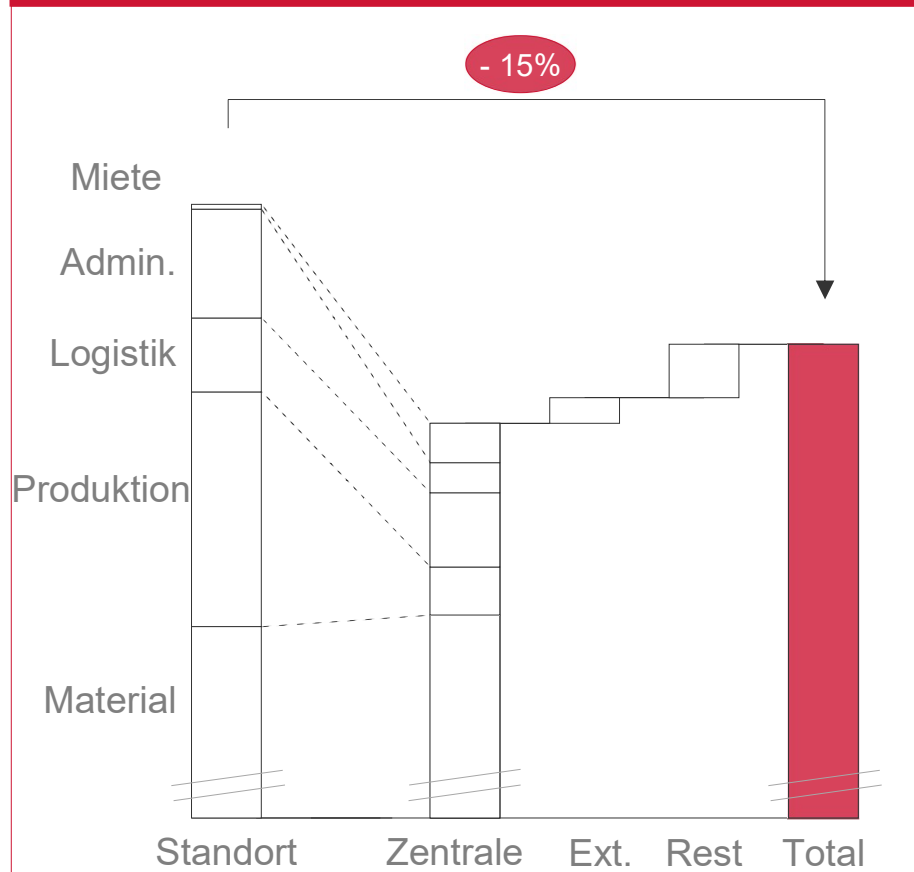
Es können im Hafen rund 3.300 m Kaianlagen angesteuert werden, nahezu alle mit Gleisanschluss. Weiterhin stehen mehr als 100.000m² geschlossene Lagerflächen sowie 900.000m² offene Lagerflächen zur Verfügung.

Ro-Ro-Rampen, Container- und Verladebrücken stehen ebenso bereit wie die Umschlag- und Lagerinfrastruktur für flüssige Güter.



Ergebnispositionen der Produkte werden in Bezug auf den Standort Emden von potenziellen Neuansiedlungen bewertet

Ansiedlungsszenarien verschiedener Standorte



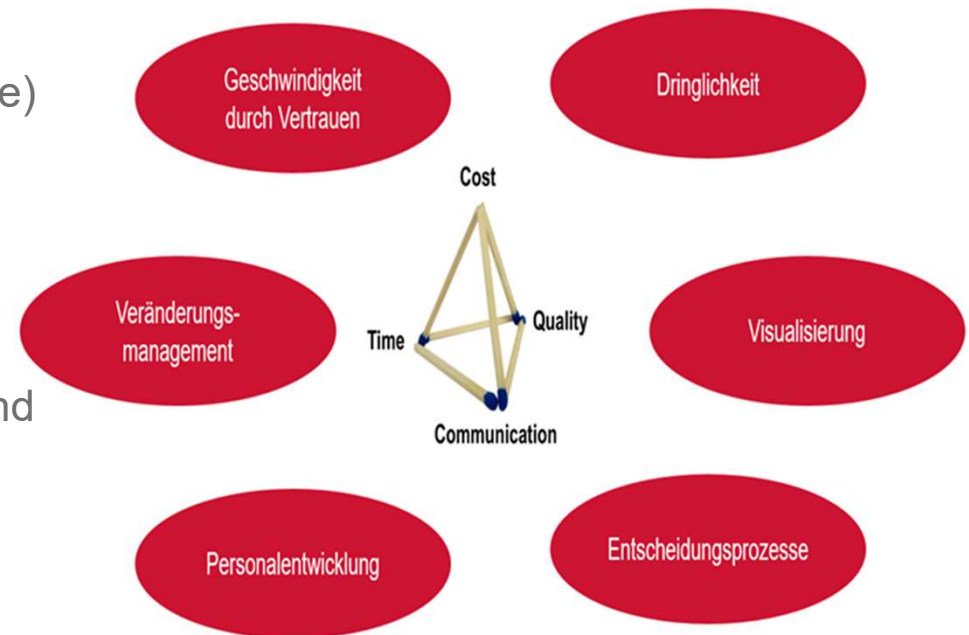
Durch Neuansiedlungen können Unternehmen nach bisherigen Erfahrungen bis zu 15% ihrer Herstellkosten einsparen.

Durch die vorhandenen infrastrukturellen Rahmenbedingungen und Fördermittel des Landes und des Bundes werden diese Einsparungseffekte möglich bzw. verstärkt.

Empfohlenes Soll-Vorgehensmodell bei Neuansiedlungen

Sechs wesentliche Kriterien bei Neuansiedlungsentscheidungen, die die Stadt Emden durch die Verbindung der Faktoren Zeit, Qualität, Kosten und Netzwerke hervorragend erfüllt:

- **Dringlichkeit:** Energiewende der Stadt Emden
- **Visualisierung:** Partnerschaftliches Verständnis durch Präsentationen (Bilder sagen mehr als Worte)
- **Entscheidungsprozesse:** Politischer Wille
- **Personalentwicklung:** Hochschule Emden/ Leer
- **Veränderungsmanagement:** Stadtentwicklung und Wirtschaftsförderung der Stadt Emden
- **Geschwindigkeit durch Vertrauen:** Direkte Ansprechpartner in der Stadt Emden und Beschleunigung bei Genehmigungsprozessen

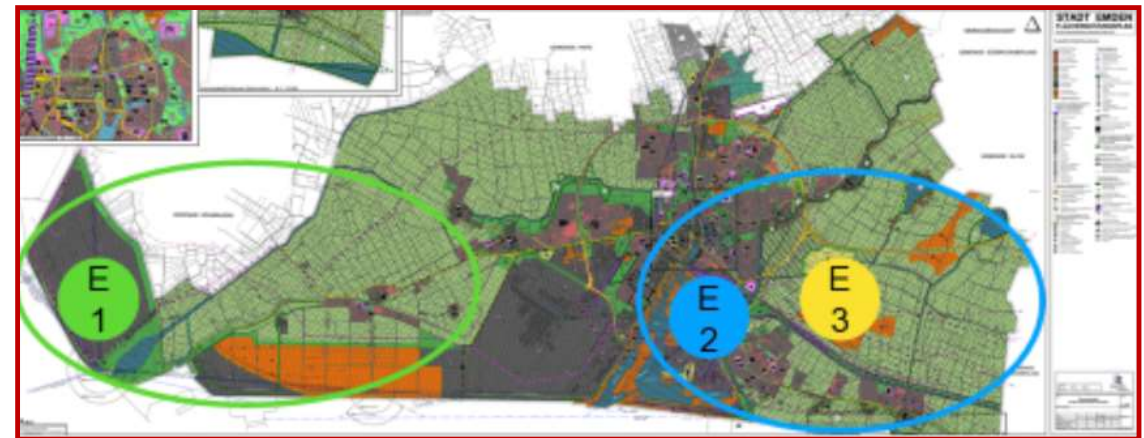


Am Standort Emden wird Erneuerbare Energie eingespeist und zukünftig Wasserstoff durch Wasserelektrolyse erzeugt

Die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien erlaubt die Direktnutzung und den Ausbau der Wasserstoff-Bereitstellung zur Nutzung in industriellen Prozessen.



Emden-Ost ist ein ausbaufähiger Einspeisepunkt für 2,7GW Offshore Windenergie



Im Bereich der Stadt Emden wird die Einrichtung eines Wasserstoff-Hubs mit mehreren Standorten vorbereitet. Der so erzeugte Wasserstoff kann zur Versorgung von Industrie-Ansiedlungen eingesetzt werden.

Der hohe Anteil an Onshore-Windenergie, die Offshore-Windenergieeinspeisung und die Ausbauziele ermöglichen Klimaneutralität

In der Region Emden werden aktiv der Ausbau der Versorgung mit erneuerbaren Energien und die Integration der Wasserstoff-Route als neuer Standortvorteil für Industrien betrieben.

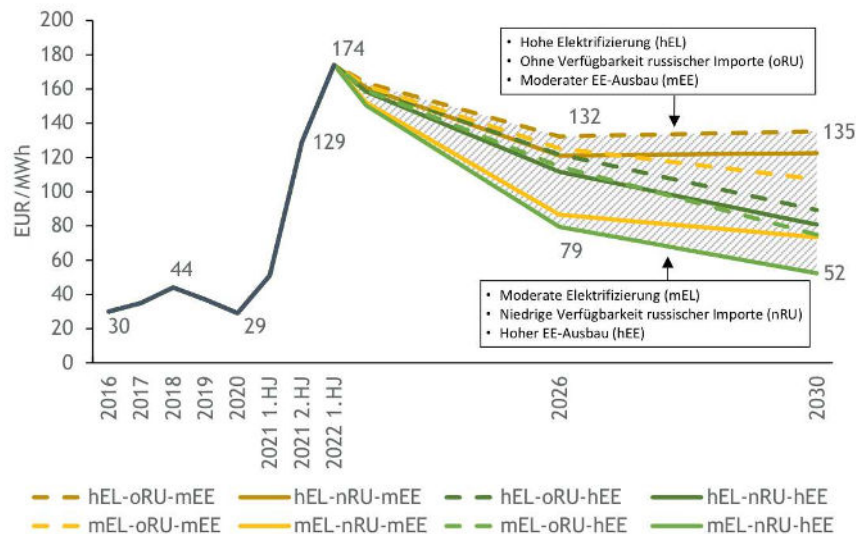


Abbildung 4: Mögliche Entwicklung der Großhandelsstrompreise in Deutschland

Quelle: historische Werte nach eigener Berechnung auf Basis BNetzA, 2022

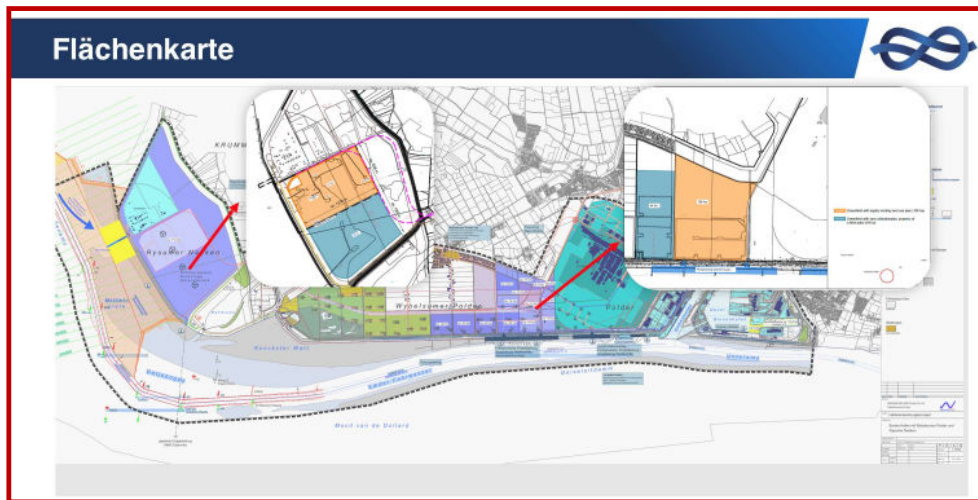
Die Partner der Studie, die Stadt Emden und EWE, arbeiten aktiv an dem Ausbau und der Bereitstellung erneuerbarer Energien sowie von Wasserstoff und bereiten mit der Genossenschaft weiter optimierte lokale und regionale Versorgungsstrukturen vor.

Damit besteht die Möglichkeit, dass eine klimaneutrale Energie-Versorgung neuer Anlagen im TWh Maßstab mittels des zur Verfügung gestellten Know-how's der Genossenschaft eingerichtet werden kann.

Die Prognosen für die Entwicklung der Preise von Strom und Gas lassen Steigerungsraten von 100 - 300 % gegenüber 2019 erwarten.

Für eine Batteriefertigung mit vor- und nachgelagerten Prozessen bietet der Standort Emden gute Voraussetzungen

Die Flächenvorhaltung, der Seehafen für Rohstoffanlieferungen und die Infrastruktur mit Blick auf Straße, Schiene und Flugplatz bieten gute Voraussetzungen für eine Ansiedlung.



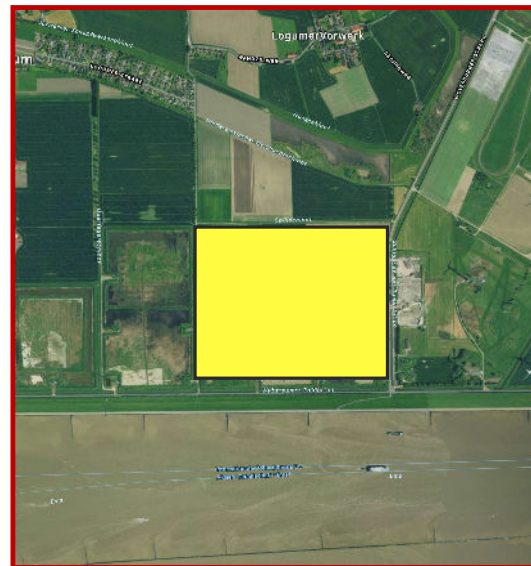
Im Planungsumfang der Stadt Emden sind die Flächen-Potenziale beschrieben.






Die Potenziale im Seehafen, im Industriepark und Flugplatz

Eine Abschätzung zu möglichen Flächennutzungen am Standort Emden ermöglicht Optionen für Industriensiedlungen



Die grobe Abschätzungen zu den Flächenbedarfen für eine Batteriefabrik, Fertigungsstätten für die Lithiumsalze, die Kathoden- und Anodenmaterialien sowie für Re-Use und Recycling auf Basis der abgeleiteten Randbedingungen verdeutlicht mögliche Entwicklungen.



	Batteriefabrik 95 ha
	Kathodenmaterial 40 ha
	Anodenmaterial 30 ha
	Lithium-Salze 50 ha
	Re-Use/Recycling 35 ha

Zusammenfassung Part C

Standortbetrachtung für die Region Emden

- In Emden ist es zukünftig denkbar, die Energieversorgung mit Erneuerbarer Energie und Wasserstoff im TWh Maßstab durch Eigenversorgung und über die Offshore-Einspeisung sicherzustellen.
- Die Wasserversorgung über 1 Mio. m³ Trinkwasser für die Elektrolyse scheint vor möglichen Gutachten möglich zu sein. Absicherung und Ausweitung über Brauchwasser u.a. für Kühlwasser sollte zusätzlich gegeben sein.
- Die logistischen Anbindungen über Straße, Autobahn, Flugplatz, Schienen mit Oberleitung und den Seehafen sind vorhanden und können erweitert werden, um neue Großindustrielle Ansiedlungen in Verbindung mit dem neuen Elektrolyseur der EWE zu ermöglichen. Industrie folgt meistens der günstigen Energie.

Standortbetrachtung der Stadt Emden zur Neuansiedlung von Batteriezellenfertigungen

Kernaussagen/ Ergebnisse der Studie Part C	Ja	Nein	Anmerkungen/ Bewertung
1 Die logistischen Anbindungen von Emden über Straße, Schiene, Flugplatz und den Seehafen sind sehr gut	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gute Lage zu Automobilherstellern sowie eine hervorragende Anbindung an das nationale/ internationale Transportnetz ermöglicht hohe Absätze
2 Windenergieeinspeisung und die Ausbauziele bei PV, Wind und Wasserstoff ermöglichen zukünftig energieintensive Ansiedlungen in Emden	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ausbauziele müssen weiter vorangetrieben werden, um eine Planungssicherheit für anzusiedelnde Industrieunternehmen zu gewährleisten
3 Die Verfügbarkeit von Flächen für industrielle Großansiedlungen sind am Standort Emden gegeben	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Möglichkeit der Flächennutzung: Batteriefabrik 95 ha, Kathodenmaterial 40 ha, Anodenmaterial 30 ha, Lithium-Salze 50 ha, Re-Use/ Recycling 35 ha

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!**



**ECOVIS Financial @nd Digital Services
Niederlassung Hamburg**

Jens Meincke
Rosenstraße 3 – 20095 Hamburg
Festnetz: 040 59 36 210 30 Mobil: +49 176 46 519 518
jens.meincke@ecovis.com



- Abkürzungsverzeichnis
- Batteriestudie Roland Berger der Zukunft Emden aus 2017
- Quellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis



BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i>
EV	<i>Electric Vehicle</i>
GWh	<i>Gigawattstunde</i>
GWh/a	<i>Gigawattstunde pro Jahr</i>
kt	<i>Kilotonne</i>
KWh	<i>Kilowattstunde</i>
LiB	<i>Lithium-Ionen-Batterien</i>
PHEV	<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>
PKW	<i>Personenkraftwagen</i>
tbd	<i>to be defined = noch zu definieren</i>
TWh	<i>Terrawattstunde</i>
TWh/a	<i>Terrawattstunde pro Jahr</i>
Wh/a	<i>Wattstunde pro Jahr</i>
Wh/l	<i>Wattstunde pro Liter</i>

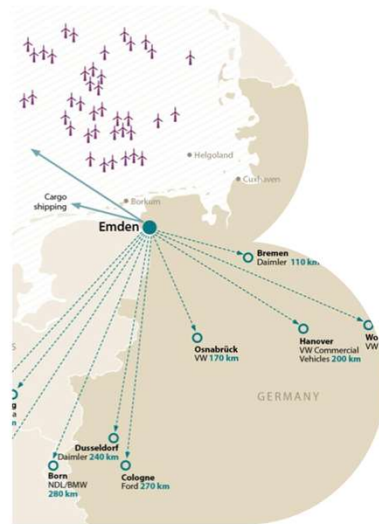
NMC	<i>Nickel-Mangan-Cobalt-Oxid</i>
NCA	<i>Nickel-Cobalt-Aluminium-Oxid</i>
LFP	<i>Lithium-Eisen-Phosphat</i>
EM	<i>Elektromobilität, BEV und PHEV Fahrzeuge</i>
Lokalisierung	<i>Erweiterung der Wertschöpfungskette am Standort Emden für die Batteriezellenfertigung</i>
PtX	<i>Power-to-X mit X für Gas, Liquid, ...</i>
EM	<i>Elektromobilität (BEV, PHEV, FC)</i>
LIB	<i>Lithium-Ionen-Batterie</i>
EE	<i>Erneuerbare Energie</i>

Batteriestudie der Zukunft Emden aus 2017



Site analysis
battery cell
production for
region of Emden

Project documentation



Emden, February 21, 2017

GREEN TECH MEETS HIGH TECH

growth automotive future support
seaport **EMDEN** sustainable
wind power technology of tomorrow innovative

Quellenverzeichnis

- Deutsche Rohstoffagentur
- ewi zu Köln, Szenarien für die Preisentwicklung von Energieträgern 2022
- Fraunhofer ISI, BEMA 2020 II
- Geplante-Batteriezellfertigung-Fraunhofer-ISI
- Historische Werte nach eigener Berechnung auf Basis BNetzA 2022
- IEA
- NN_AR_2021_Book_ENG_210622
- rohstoffinformationen-50-en
- statistic_id309570_projected-demand-for-lithium-ion-batteries-worldwide-in-evs-2019-2030
- statistic_id877635_lithium-in-batteries_-global-demand-2017-2025
- statistic_id877648_cobalt-in-batteries_-global-demand-2017-2025
- statistic_id967700_nickel-in-electric-vehicle-batteries_-global-demand-2018-2025
- statistic_id1246914_capacity-of-lithium-ion-batteries-entering-the-market-worldwide-2020-2030
- statistic_id1248519_different-types-of-ev-batteries-market-share-worldwide-2020-2050
- statistic_id1294777_battery-cathode-material-price-worldwide-2015-2021
- study_id6547_elektromobilitaet
- study_id15792_nickel-statista-dossier
- study_id22772_lithium-ion-batteries-statista-dossier
- study_id24607_cobalt-statista-dossier
- study_id40094_lithium-statista-dossier
- study_id88813_global-battery-minerals
- VDMABatterieproduktion-Roadmap-2020-final-1610705214701
- www.bmu.de