

AUSSEN WIRTSCHAFT BRANCHENREPORT CHINA

BATTERIEMARKT IN CHINA

MARKTÜBERBLICK

INDIVIDUELLES SEGMENT

MARKTSITUATION VON BLEI-SÄURE-BATTERIEN, LITHIUM-IONEN-BATTERIEN UND
BRENNSTOFFZELLEN

WICHTIGE BEHÖRDEN, FACHORGANISATIONEN UND MESSEN

gefördert im Rahmen von



einer gemeinsamen Initiative des Bundesministeriums
für Arbeit und Wirtschaft und der Wirtschaftskammer Österreich

AUSSENWIRTSCHAFTSCENTER SHANGHAI
JULI 2022



Unser vollständiges Angebot zum Thema **Energiewirtschaft** (Veranstaltungen, Publikationen, Schlagzeilen etc.) finden Sie unter wko.at/aussenwirtschaft/energiewirtschaft.

Eine Information des

AußenwirtschaftCenters Shanghai

T +86 21 6289 7123

F +86 21 6289 7122

E shanghai@wko.at

 fb.com/aussenwirtschaft

 twitter.com/wko_aw

 linkedin.com/company/aussenwirtschaft-austria

 youtube.com/aussenwirtschaft

 flickr.com/aussenwirtschaftaustria

 www.austria-ist-ueberall.at

Dieser Branchenreport wurde im Rahmen der Internationalisierungsoffensive **go-international**, einer Förderinitiative des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort und der Wirtschaftskammer Österreich erstellt.

Wichtige Anmerkung: Viele Grafiken und Tabellen in diesem Bericht wurden auf Englisch dargestellt, um die Bedeutung der Stamminformationen meist englischsprachiger Quellen möglichst genau wiederzugeben.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die Rechte der Verbreitung, der Vervielfältigung, der Übersetzung, des Nachdrucks und die Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere elektronische Verfahren sowie der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, der Wirtschaftskammer Österreich – AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA vorbehalten. Die Wiedergabe mit Quellenangabe ist vorbehaltlich anders lautender Bestimmungen gestattet.

Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Wirtschaftskammer Österreich – AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA ausgeschlossen ist. Darüber hinaus ist jede gewerbliche Nutzung dieses Werkes der Wirtschaftskammer Österreich – AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA vorbehalten.

© AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA DER WKÖ

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz i.d.g.F.

Herausgeber, Medieninhaber (Verleger) und Hersteller:
WIRTSCHAFTSKAMMER ÖSTERREICH / AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA
Wiedner Hauptstraße 63, 1045 Wien
Redaktion: AUSSENWIRTSCHAFTSCENTER Shanghai, T +86 21 6289 7123
E shanghai@wko.at, W wko.at/aussenwirtschaft/cn

INHALT

1.	Allgemeine Übersicht über den chinesischen Batteriemarkt.....	5
2.	Individuelles Segment	5
2.1.	Definition der Batterie	5
3.	Marktsituation Blei-Säure-Batterie.....	6
3.1.	Entwicklung der Blei-Säure-Batterieindustrie.....	7
3.2.	Aussicht der Blei-Säure-Batterieindustrie	9
4.	Marktsituation von Lithium-Ionen-Batterien	10
4.1.	Übersicht	10
4.2.	Geografische Verteilung der Lithium-Ionen-Batterieindustrie	10
4.3.	Entwicklung einzelner Segmente der Lithium-Ionen-Batterieindustrie	11
4.3.1.	Marktübersicht Power-Lithiumbatterien.....	13
4.3.1.1.	Die Wertschöpfungskette und Major Players.....	14
4.3.1.2.	Marktsituation der Rohstoffe für Power- Lithiumbatterien	15
4.3.1.2.1.	Lieferanten von Rohstoffen für Kathoden	15
4.3.1.2.2.	Lieferanten von Rohstoffen für Anoden.....	16
4.3.1.3.	Marktsituation von Komponenten für Power- Lithiumbatterien.....	17
4.3.1.3.1.	Lieferanten von Kathoden	17
4.3.1.3.2.	Lieferanten von Anoden.....	18
4.3.1.3.3.	Elektrolyt	18
4.3.1.3.4.	Membrane	19
4.3.1.3.5.	Strukturteile.....	19
4.3.1.4.	OEM-Hersteller von Power-Lithiumbatterien.....	20
	CATL	20
	BYD	21
	CALB.....	21
4.3.2.	Marktübersicht Verbraucher-Lithiumbatterien	23
4.3.2.1.	Hauptakteure	24
	Zhuhai CosMX Battery Co., Ltd.	24
4.3.3.	Marktübersicht Energiespeicher-Lithiumbatterien.....	25
4.3.3.1.	Major Player	26
	Pylon Technologies Co., Ltd.....	26
	ATL.....	26
4.4.	Import und Export von Lithium-Ionen-Batterien.....	26
4.5.	Das Dilemma der Lithium-Ionen-Batterie Industrie in China und die Chancen für ausländische Investoren	27
4.6.	Aussicht und Trends in China	28

5.	Marktsituation von Brennstoffzellen	29
5.1.	Definition von Brennstoffzellen	29
5.2.	Voraussetzungen sowie Notwendigkeit für die Entwicklung von Brennstoffzellen in China ..	30
5.3.	Übersicht der Wertschöpfungskette	31
5.3.1.	Markübersicht Galvanische Zellen Industrie	32
5.3.1.1.	Kernkomponenten der galvanischen Zellen	32
5.3.1.2.	Markübersicht Membran-Elektroden-Einheit (MEA).....	32
5.3.1.3.	Markübersicht Galvanische Zellen	33
5.3.2.	Markübersicht Systemzubehör	34
5.3.2.1.	Balance of Plan (BOP).....	34
5.3.2.2.	Markübersicht Wasserstoffspeicherflasche	34
5.3.3.	Markübersicht Systemintegratoren	35
5.3.3.1.	Major Player	35
	Beijing SinoHytec Co.,Ltd.	35
	REFIRE	35
	Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd.	35
	Vision Group	36
5.3.4.	Markübersicht Wasserstofftankstellen	36
5.3.5.	Das Brennstoffzellenfahrzeug.....	38
5.4.	Herausforderungen der Brennstoffzelle Industrie in China und die Chancen für ausländische Investoren	41
5.5.	Aussicht und Trends	42
6.	WICHTIGE BEHÖRDEN, FACHORGANISATIONEN UND MESSEN	43
6.1.	Behörden und Fachorganisationen	43
6.2.	Messen	45

1. Allgemeine Übersicht über den chinesischen Batteriemarkt

Die Batterie des 21. Jahrhunderts zeichnet sich durch große Kapazität, hohe Leistung, lange Lebensdauer, geringe Umweltverschmutzung, Sicherheit, Zuverlässigkeit und Leichtigkeit aus und ist ein Hightech-Produkt mit hoher Leistung und guten Gewinnaussichten. Mit dem Aufkommen des Informationszeitalters boomt die Informationsindustrie. Nach dem Eintritt in das „3C“-Zeitalter von Elektronik, Information und Kommunikation entwickeln sich elektronische Produkte in Richtung „kompakt, klein, leicht und dünn“ und die Anforderungen an Mobilität werden immer höher. Im Laufe der Jahre haben Batterien als unverzichtbare Energiequellen für tragbare elektronische Produkte stark an Bedeutung gewonnen.

Die Batterieindustrie ist eine traditionelle Industrie mit Vorteilen in China. China ist sowohl ein großer Batteriehersteller als auch ein großer Batterieverbraucher. In den letzten Jahren hat sich die chinesische Batterieindustrie schnell entwickelt und ist allmählich zu einem globalen Zentrum der Batterieproduktion, -verarbeitung und des Handels geworden. (1) Im Jahr 2020 war die Batterieindustrie aufgrund der Auswirkungen des in- und ausländischen Wirtschafts- und Handelsumfelds mit größeren Schwierigkeiten konfrontiert. Faktoren wie die heimische Kreditklemme und steigende Rohstoff- und Arbeitskosten haben dazu geführt, dass die Produktionskosten der Batterien gestiegen und die Verkaufsgewinne der Hersteller stark gesunken sind. Aktuelle Herausforderungen für die Branche stellen Standards z.B. für die Blei-Säure-Batterieindustrie, erhöhte Umweltauflagen und der Abbau veralteter Produktionskapazitäten dar. (1)

Von Januar bis August 2021 wurden in China 14,60 Mrd. Stück Lithium-Ionen-Batterien produziert, was einer Steigerung von 38,7 % gegenüber dem Vorjahr entsprach. Der Output an Blei-Säure-Batterien betrug 155,187 Mio. kVA, ein Plus von 18,7 % im Jahresvergleich. Im gleichen Zeitraum wurden 27,57 Mrd. Stück Primärbatterien und primäre Batteriepacks (Non-Button-Typ) hergestellt (+7,2 %). Die beeindruckenden Zahlen für den Monat August 2021:

- Lithium-Ionen-Batterien: 1,90 Mrd. Stück (+5,4 %)
- Blei-Säure-Batterien: 21,344 Mio. kVA (+8,8 %)
- Primärbatterien und Primärbatteriepacks (ohne Knopf): 3,69 Mrd. (-2,0 %) (2)

Von Januar bis August 2021 erwirtschafteten die Batteriehersteller insgesamt 90,68 Mrd. EUR (+47,0 %), und der Gesamtgewinn der Branche belief sich auf 4,54 Mrd. EUR (+ 66,1 %).

2. Individuelles Segment

2.1. Definition der Batterie

Eine Batterie stellt ein Gerät zur Energieumwandlung und -speicherung dar. Es gibt viele Industriezweige, die nach unterschiedlichen Prinzipien in chemische Batterien, biologische Batterien und physikalische Batterien unterteilt werden können. Unter ihnen werden die am häufigsten verwendeten chemischen Batterien in zwei Kategorien eingeteilt: Primärbatterien und Sekundärbatterien, je nachdem, ob ihre elektrochemischen Reaktionen reversibel sind. Eine Primärbatterie ist eine Batterie, deren aktives Material nur einmal verwendet werden kann, wie eine Zink-Mangan-Batterie, eine Alkali-Mangan-Batterie usw. Eine Sekundärbatterie kann durch Laden und Entladen mehrfach verwendet werden. Die Batterie nutzt die elektrochemische Reaktion der aktiven Substanzen in der Batterie, um während des Entladevorgangs elektrische Energie abzugeben. Die umgekehrte elektrochemische Reaktion findet statt, um elektrische Energie im geladenen Zustand zu speichern. Zu Sekundärbatterien gehören hauptsächlich die **Blei-Säure-Batterien, Lithium-Ionen-batterien** und **Brennstoffzellen**.

Energieeinsparung und Umweltschutz sind die beiden Hauptthemen der heutigen globalen Entwicklung in der Branche und Länder auf der ganzen Welt bemühen sich, energiesparende Produkte wie Elektrofahrzeuge zu entwickeln. Dies hat natürlich auch die Forschung und Entwicklung neuer, umweltfreundlicher Batterien wie Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen vorangetrieben. (3)

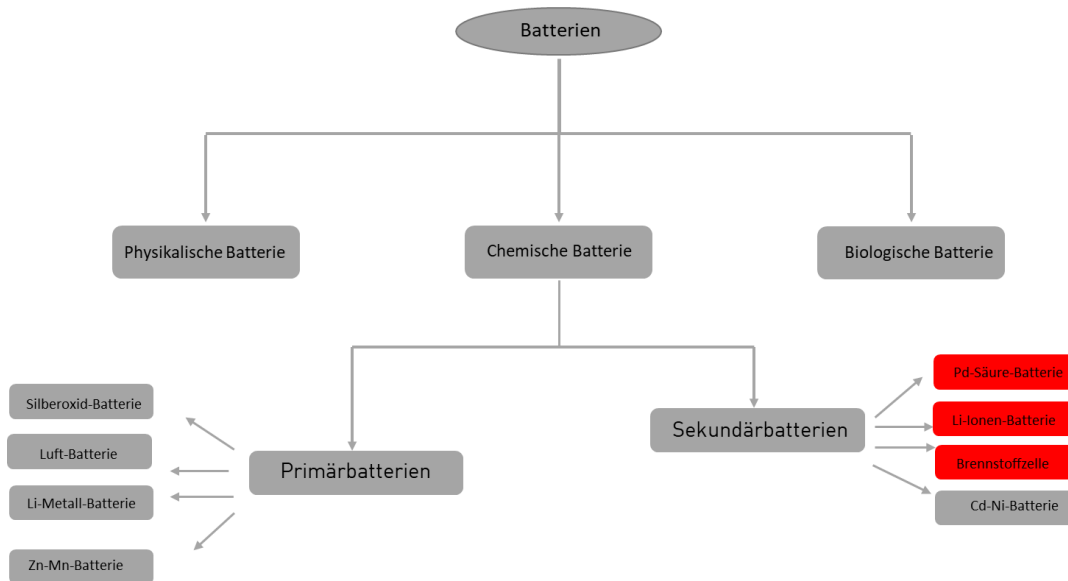


Bild: Verschiedenen Typen von Batterien (3)

3. Marktsituation Blei-Säure-Batterie

Unter den chemischen Batterien haben Blei-Säure-Batterien den größten Marktanteil und das breiteste Einsatzspektrum, insbesondere in Anwendungen wie Start von Motoren- und Großenergiespeicheranlagen. Dadurch sind Blei-Säure-Batterien für lange Zeit nur schwer durch andere neue Batterien zu ersetzen. Blei-Säure-Batterien sind kostengünstig und haben auch mehrere andere komparative Vorteile, wie eine ausgereifte Technologie, hervorragende Leistung bei hohen und niedrigen Temperaturen, Stabilität und Zuverlässigkeit, hohe Sicherheit und gute Wiederverwendung von Ressourcen. Im Vergleich zu anderen Batteriemetallmaterialien ist Blei relativ reichlich vorhanden, und Bleireserven und recyceltes Blei gewährleisten die nachhaltige Entwicklung der Blei-Säure-Batterieindustrie für einen relativ langen Zeitraum. Die Nachteile von Blei-Säure-Batterien sind:

- geringe Energiedichte und kurze Lebensdauer
- Der Hauptrohstoff Blei ist ein giftiger Stoff.
- Gefahr der Bleiverschmutzung während der Batterieherstellung und der Verarbeitung von recyceltem Blei
- Schlechtes Management kann zu Schäden für Umwelt und die menschliche Gesundheit führen. (4)

Eine Blei-Säure-Batterie ist eine Batterie, welche aus Elektroden (hauptsächlich aus Blei und seinem Oxid) und dem Elektrolyten (eine Schwefelsäurelösung) besteht. Je nach Anwendungsgebiet lassen sich Blei-Säure-Batterien hauptsächlich in vier Kategorien einteilen:

1. Power-Batterie,
2. Start-Stopp-Batterie,
3. Energiespeicherbatterie und
4. Backup-Batterie.

Die Backup-Batterie wird hauptsächlich für die Notstromversorgung der Basisstation des Mobilfunknetzes, die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV), die Stromversorgung von Notbeleuchtungen und andere Bereiche, in denen eine Notstromversorgung notwendig ist, verwendet.

Energiespeicherbatterien werden in erster Linie in Solarstromerzeugungsanlagen, Windturbinen und generell der erneuerbaren Energiegewinnung eingesetzt.

Start-Stopp-Batterien hingegen werden in Autos, Motorrädern, zum Anlassen, Zünden und Beleuchten von Verbrennungsmotoren verwendet.

Power-Batterien findet man hauptsächlich als Stromquellen in Elektrofahrrädern, elektrischen Spezialfahrzeugen (Elektro-Tourenwagen, Golfwagen, Streifenwagen, Gabelstapler usw.), Hybrid-Elektrofahrzeugen und anderen Elektrofahrzeugen. Die in Elektrofahrzeugen verwendeten Power-Blei-Säure-Batterien machen nur ein Viertel des Gesamtmarkts von Blei-Säure-Batterien aus, Energiespeicher und andere Arten von Blei-Säurebatterien machen weitere 25 % aus. Der Marktanteil der Start-Stopp-Batterien liegt bei nahezu 50 %. [4]

MARKTANTEIL VERSCHIEDENDER BLEI-SÄURE-BATTERIEN

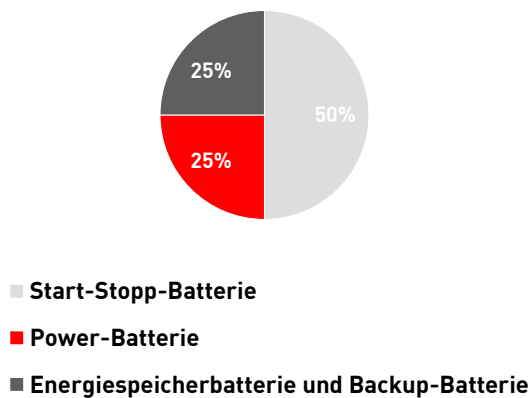


Bild: Marktanteil versch. Blei-Säure-Batterien [4]

Im Produktionsprozess von Blei-Säure-Batterien werden hauptsächlich Blei und Bleiprodukte (einschließlich Blei, Bleilegierungen, Platten und Anschlüsse), Kunststoffe (Batteriegehäuse, Separatoren und Gitter aus Glasfaser, PP-Materialien, ABS-Materialien usw.) und Rohstoffe wie Schwefelsäure verwendet. Blei und Bleiprodukte machen alleine 60-70 % der Produktionskosten aus. Derzeit gibt es viele Anwendungsfelder von Blei-Säure-Batterien: Transport, Energiesystem- und Kommunikationsausrüstung, Industrieausrüstung, nationale Verteidigungs- und Militärindustrie sowie Notstromversorgung. [3]

3.1. Entwicklung der Blei-Säure-Batterieindustrie

Die Entwicklung und Industrialisierung von Blei-Säure-Batterien in China begann Ende der 70er-Jahre. Diese Industrie ist ein wichtiger Teil der Volkswirtschaft und spielt eine bedeutende Rolle bei nationalen Schlüsselprojekten. Gegenwärtig ist China der weltweit größte Hersteller, Exporteur und Verbraucher von Blei-Säure-Batterien. Hier spielt auch das stetig anwachsende Umwelt- und Sicherheitsbewusstsein eine wichtige Rolle. Gleichzeitig unterliegen die Herstellung und Verwendung immer strikteren Kontrollen und Beschränkungen. Der Staat kontrolliert den Zugang für neue Marktteilnehmer, hat strenge Industriestandards erlassen und steuert so aktiv den Markt. Ziel ist die aktive Förderung der Modernisierung von Verfahrenstechnik und Produktionsanlagen dieser Industrie. [3]

In den letzten Jahren war die Produktion von Blei-Säure-Batterien in China stabil und lag bei über 200 Mio. kVA. Nach Angaben des chinesischen Ministeriums für Industrie und Informationstechnologie (MIIT) wurden 2021 Batterien mit einer Leistung von etwa 227,356 Mio. kVA-Stunden hergestellt; dies entspricht einem Wachstum von 12,28 % gegenüber dem Vorjahr. Laut Daten des chinesischen Zolls legten die Importe derartiger Batterien in den letzten Jahren zunächst zu, zeigten dann aber einen fallenden Trend. Im Jahr 2018 importierte China 10,94 Mio. Blei-Säure-Batterien – der Höchstwert der letzten Jahre. Danach ging das Importvolumen von Blei-Säure-Batterien in China von Jahr zu Jahr zurück. Das Exportvolumen ging ebenfalls zurück, war aber immer noch viel größer als die Importe. Im Jahr 2021 importierte China 5,86 Mio. Stück, dies entspricht einem Rückgang von 35 % gegenüber dem Vorjahr. Der Export verzeichnete hingegen nur ein leichtes Minus von 1% (169,43 Mio. Stück). Generell kann man sagen, seit 2015 sind sowohl Import als auch Export großen Schwankungen ausgesetzt. Wenn man sich die Warenwerte näher anschaut, importierte China lt. offizieller Zollstatistik 2021 Blei-Säure-Batterien in im Wert von 178 Mio. USD. Gleichzeitig generierte China aus dem Export Einnahmen in der Höhe von 3,52 Mrd. USD.

Blei-Säure-Batterien sind weltweit fast unersetzlich im Bereich der Starterbatterien – zum Starten von Kolbenmotoren. Folglich stellen diese die wichtigsten Import- und Exportprodukte der Bleibatterieindustrie Chinas dar. 2021 waren solche Starterbatterien für 17,77 % aller Einfuhren in China verantwortlich mit einem sagenhaften Anteil von 45,57 % am Gesamtimportwert. (3)

PRODUKTIONSVOLUMEN VON BLEI-SÄURE-BATTERIEN IN CHINA (Mio. kVAh)

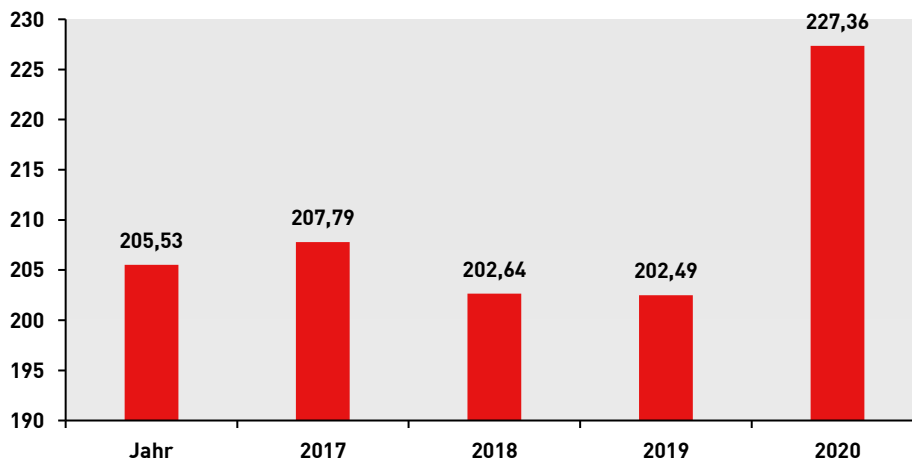


Bild: Produktionsvolumen von Li-Batterien in China (3)

Derzeit gibt es 136 große Hersteller von Blei-Säure-Batterien gemäß der Liste des Ministeriums für Industrie und Informationstechnologie (Ausgabe 2015). Geographisch teilen sich die Produktionsstandorte wie folgt auf:

Rang	Provinz	Anzahl Unternehmen
1	Jiangsu	21
1	Zhejiang	21
2	Jiangxi	16
3	Anhui	14
4	Shandong	11

Wenn man sich das Produktionsvolumen anschaut, konzentriert sich die inländische Produktion von Blei-Säure-Batterien hauptsächlich auf die drei Provinzen Zhejiang (30%), Hubei (13%) und Hebei (12%). Trotz

einer hohen Anzahl von Produzenten in den drei Provinzen Jiangsu, Anhui und Guangdong sind diese jeweils für lediglich rund 5 % der Gesamtproduktion verantwortlich. Andere Regionen und Provinzen sind vernachlässigbar (weniger als 5 %). (3) Unter dem hohen Druck der nationalen Umweltschutzpolitik zogen sich einige Unternehmen vom Markt zurück. Die Anzahl der Unternehmen ging zurück und es kam zur Konsolidierung und Bildung von Konzernen. Derzeit wird die Blei-Säure-Batterieindustrie von Privatunternehmen dominiert. Gemäß der Offenlegungspflichten börsennotierter Unternehmen der Chemical and Physical Power Supply Association ergibt sich folgende Klassifizierung

- Einnahmen in zweistelliger Milliardenhöhe RMB: **Tianneng Co.,Ltd.** und **Chilwee Power Co.,Ltd.**
- Betriebseinnahmen von 5 bis 10 Mrd.: **Camel Group**, **Zhejiang Narada Power Source Co., Ltd.**, **Leoch International Technology Limited**, **Shuangdeng Group** und **Fengfan Co., Ltd.**

Die Einnahmen der anderen Produzenten liegen unter 5 Mrd. Derzeit machen Blei-Säure-Power-Batterien fast die Hälfte der inländischen Produktion und des Absatzes aus.

Marktführer im Segment Batterien für leichte Elektrofahrzeuge ist Tianneng mit einem Marktanteil von 40 % (2021). Die Camel Group belegt hingegen den ersten Platz mit 48 % im Segment Start-Stopp-Blei-Säure-Batterien für Autos.

Unternehmen	Produktionsvolumen 2020(3)	Umsatz 2021(5)	F&E Ausgaben 2021	F&E Anteil an Ausgaben 2021
Tianneng	89,4866 Mio. kVA	4,06 Mrd. EUR	170,13 Mio. EUR	4,05%
Camel Group	28,103 Mio. kVA	1.16 Mrd. EUR	53.56 Mio EUR	3,54%

3.2. Aussicht der Blei-Säure-Batterieindustrie

Da die Kosten für Lithium-Ionen-Batterien immer noch viel höher sind als für Blei-Säure-Batterien, stellen kaufkräftige städtische Nutzer die Hauptzielgruppe dar. Derzeit gibt es jedoch in Chinas Großstädten stärkere Einschränkungen für elektrische Fahrzeuge mit Lithium-Ionen-Batterien, was die Förderung und Popularisierung von Lithium-Ionen-Batterien verlangsamt. Der Markt für Blei-Säure-Batterien hingegen legt weiter zu, jedoch mit immer kleinerer Wachstumsrate. Mit dem Durchbruch neuer Technologien und der Anwendung neuer Strukturen in den Blei-Säure-Batterien hat das kontinuierliche Aufkommen fortschrittlicher Blei-Säure-Batterien wie Blei-Kohlenstoff-Batterien, Bipolar-Batterien und Nicht-Blei-Gitter-Batterien die Problemstellungen wie z.B. das niedrige Masse-Energie-Verhältnis und die Kurzschlussgefahr verändert. Die schrittweise Anpassung von Gesetzen und Vorschriften und ein verbesserter Produktionsprozess können das Risiko der Umweltverschmutzung durch Blei reduzieren.

Auch bei der Wiederverwertung schneiden Blei-Säure-Batterien derzeit im Vergleich zu Lithium-Ionen-Batterien besser ab, dank einfacherer Zusammensetzung, besser entwickelter Regenerationstechnologie und höherem Wiederverwertungswert. Sie sind die am einfachsten zu verwertenden und zu recycelnden Batterien mit einer Wiederverwendungsrate in China von über 90 %. Demgegenüber sind Lithium-Ionen-Batterien meist kleine Batterien mit komplexen Zusammensetzungen und dementsprechend hohen Recycling-Kosten. (4)

Im aktuellen 14. Fünfjahresplans formuliert die Regierung höhere Anforderungen hinsichtlich F&E und Produktion für die Blei-Säure-Batterieindustrie; folglich wird die industrielle Struktur weiter verbessert. Auf dieser Grundlage wird der Markt für Blei-Säure-Batterien in China stetig weiterwachsen. Experten rechnen mit einem schnelleren Marktwachstum für Lithium-Ionen-Batterien; der Produktion von Blei-Säure-Batterien in China wird hingegen ein niedriger CAGR von 2 % während des 14. Fünfjahresplans vorhergesagt. Bis 2026 rechnet man mit einem Produktionsvolumen für Blei-Säure-Batterien in China von

256,04 Mio. kVA. (3) Trotz geringerer Wachstumsraten werden Blei-Säure-Batterien auch in Zukunft bei der Notstromversorgung, Energiespeicherung und Stromversorgung stark eingesetzt werden.

4. Marktsituation von Lithium-Ionen-Batterien

4.1. Übersicht

Lithium-Ionen-Batterien stellen eine neue Generation von Sekundärbatterien mit hoher Energiedichte und Zyklenlebensdauer dar. Sie werden derzeit in großem Umfang in der Mobilkommunikation, Digitaltechnik, in Elektrofahrzeugen, der Energiespeicherung und anderen Bereichen eingesetzt. Die Hauptbestandteile einer Lithium-Ionen-Batterie sind das Material der positiven Elektrode, das Material der negativen Elektrode, der Separator und der Elektrolyt. Lithium-Ionen-Batterien verwenden Kohlenstoff als negative Elektrode und lithiumhaltige Verbindungen als positive Elektrode und es gibt kein metallisches Lithium. Als lithiumhaltige Verbindungen verwendet man LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , LiNiMnCoO_2 (NMC), LiNiCoAlO_2 (NCA), LiFePO_4 , $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$. (6) Die weltweit erste kommerzielle Lithium-Ionen-Batterie wurde 1991 von der japanischen Firma Sony auf den Markt gebracht. Nach 30 Jahren Entwicklung haben Lithium-Ionen-Batterien die anderen Sekundärbatterien wie Nickel-Cadmium-Batterien und Nickel-Wasserstoff-Batterien überholt und sind nach Blei-Säure-Batterien das zweitgrößte Sekundärbatterieprodukt geworden. In der 90er-Jahren war Chinas Lithium-Ion-Batterieindustrie nur in der Lage, die ausländischen Produkte zu kopieren und Verbraucherbatterien zu liefern. Nach jahrzehntelanger Entwicklung ist China zum weltweit größten Produzenten und Verbraucher von Lithium-Ionen-Batterien geworden.

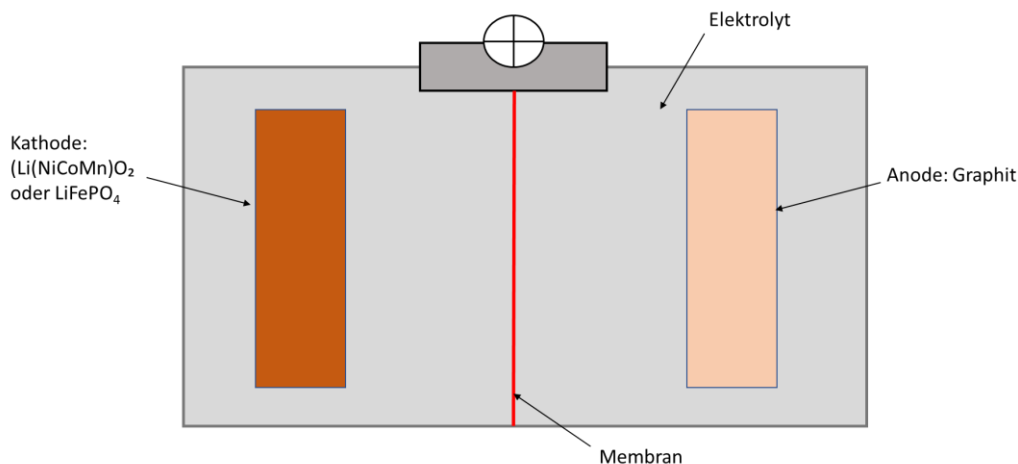


Bild: Aufbau der Lithium-Ionen-Batterie

4.2. Geografische Verteilung der Lithium-Ionen-Batterieindustrie

Die Lithium-Ionen-Batterie-Herstellung ist eine der wenigen Industrien in China, die in den meisten Provinzen, autonomen Regionen und Gemeinden im ganzen Land zu finden ist. Nach Angaben der **China National Light Industry Federation** meldeten im Jahr 2020 insgesamt 24 Provinzen, autonome Regionen und Kommunen die Produktion von Lithium-Ionen-Batterien. Die zentralen und westlichen Gebiete bauen derzeit die Produktionskapazitäten aus; man kann also von einer Veränderung der regionalen Verteilung sowie einer Optimierung der Industrie ausgehen. Vorreiter war 2020 Zentralchina: Die fünf zentralen

Provinzen (Henan, Anhui, Hubei, Jiangxi und Hunan) produzierten 5,11 Mrd. Stück (+38,1 %), was einer jährlichen Wachstumsrate von 18,2 % entsprach. Zentralchina zeichnete somit für 27,1 % der chinesischen Gesamtproduktion verantwortlich, was einem Anstieg von 3,7 % gegenüber dem Jahr 2019 entsprach. Diese fünf zentralen Provinzen trugen mit 47,2 % zum Wachstum von Lithium-Ionen-Batterien in China im Jahr 2020 bei. Am schwächsten schnitt Hubei ab, welches auf Grund der Epidemie nur um 2,7 % zulegte. Anhui, Hunan, Jiangxi und Henan konnten das schnelle Wachstum beibehalten. Vorreiter war Anhui mit einer Wachstumsrate von über 100 %! Der Anteil der östlichen Provinzen (Guangdong, Fujian, Zhejiang, Shanghai, Jiangsu, Shandong, Tianjin, Peking, Hebei, Liaoning zehn Provinzen und Städte) ging weiter zurück. Ein leichter Rückgang in Guangdong führte 2020 zu einem geringeren Wachstum der Produktion von lediglich 10,7 %. Dieses Wachstum lag jedoch um 9,2 % unter dem nationalen Jahresdurchschnitt. Die östliche Region (Provinzen Sichuan, Chongqing, Yunnan, Guizhou, Guangxi, Shaanxi, Heilongjiang, Qinghai, Jilin 9, autonome Regionen und Gemeinden) machte 58,9 % der nationalen Gesamtproduktion aus. Dies entspricht einem Rückgang von -4,0 % und bestätigte den kontinuierlichen Abwärtstrend. Die Wachstumsrate der westlichen Region von 20,9 % übertraf hingegen den nationalen Durchschnitt bei weitem und lag noch 1,0 % gegenüber dem Vorjahreswert. Diese Region war 2020 somit für 14,0 % der chinesischen Gesamtproduktion verantwortlich (+0,3 %). [7]

Regionale Aufteilung der Produktion

Historisch gesehen war die Provinz Guangdong führend bei der Produktion von Lithium-Ionen-Batterien, hat aber in letzter Zeit an Bedeutung verloren. 2020 wurden dort 4,95 Mrd. Stück hergestellt, ungefähr gleich viel wie im Vorjahr. Die Provinz hält immer noch Platz 1 im regionalen Ranking, aber der Anteil am landesweiten Produktionsvolumen sank gegenüber 2019 um 3,9 %.

Die Produktion in der Provinz Jiangsu hingegen nahm auf 2,8 Mrd. Stück um 25 % zu. Dies entspricht 15,1 % der chinesischen Gesamtproduktion (ein Plus von 0,6%).

Die Provinzen Fujian, Henan, Hubei, Jiangxi, Sichuan, Anhui, Chongqing und Tianjin belegten die Plätze drei bis zehn. In Anhui legte die Produktion im Jahr 2020 um mehr als 100 % zu. Die Provinz wies somit das schnellste Wachstum unter den Top-Ten-Provinzen auf. Insgesamt kann man sagen, die meisten zentralen und westlichen Provinzen entwickeln sich am besten, was zu einer Veränderung der geografischen Verteilung führt. Im Jahr 2020 gab es 6 Provinzen, die jeweils mehr als 5 % der Gesamtproduktion des Landes ausmachten. [7]

GEOGRAPHISCHE VERTEILUNG DER PRODUKTION VON LI-BATTERIEN IN CHINA (2020)

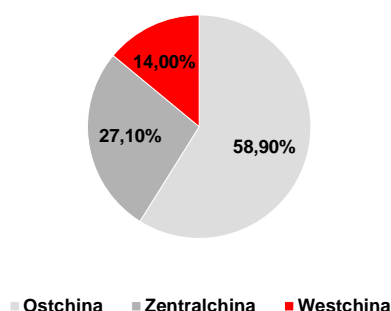


Bild: Geografische Verteilung der Produktion von Lithium-Ionen-Batterien in China [7]

4.3. Entwicklung einzelner Segmente der Lithium-Ionen-Batterieindustrie

Die wichtigsten Marktsegmente bei Lithiumbatterien sind

- **Power-Lithiumbatterien,**

- **Energiespeicher-Lithiumbatterien** und
- **Verbraucher-Lithiumbatterien.**

Power-Batterien werden hauptsächlich in NEVs (New Energy Vehicles) eingesetzt.

Energiespeicherbatterien kommen – wie der Name schon sagt – in erster Linie in Energiesysteme zum Einsatz.

Verbraucher-Lithiumbatterien werden hauptsächlich in der Unterhaltungselektronik (Mobiltelefone, Tablets etc.) verwendet.

Dank der äußerst positiven Marktentwicklung von Elektrofahrrädern, Elektrowerkzeugen und NEVs ist auch der Marktanteil der dafür verwendeten Lithium-Ionen-Batterien stark angewachsen. Hingegen konnten die Produzenten von Verbraucher-Lithiumbatterien nicht von der positiven Entwicklung bei drahtlosen Staubsaugern, TWS-Headsets, Drohnen, tragbaren Geräten, Mobiltelefonen, mobiler Elektronik u.a. Produkten profitieren.

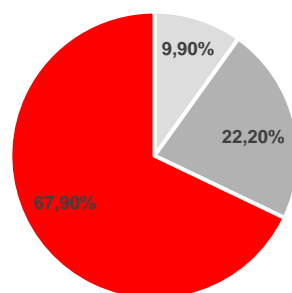
Der Bau von neuen 5G-Basisstationen und der kontinuierliche Einsatz von Netzfrequenz-, Spitzenregulierung- sowie verteilte Energiespeichersysteme befeuerte das schnelle Wachstum von Energiespeicherbatterien in China.

Lt. dem Ministerium für Industrie und Informationstechnologie produzierten chinesische Hersteller 2021 Lithium-Ionen-Batterien mit einer Speicherkapazität von 324 GWh; dies entsprach einer Steigerung von 106 % gegenüber dem Vorjahr. Der positive Trend setzte sich auch in den ersten beiden Monaten im Jahr 2022 fort (Speicherkapazität von über 82 GWh). Laut dem National Bureau of Statistics wurden 2021 23,26 Mrd. Stück Lithium-Ionen-Batterien hergestellt (+22,4 %). Im 1. Quartal 2022 gab es ein Produktionsplus von 14,5 % auf 5,85 Mrd. Stück. Laut aktuellen Daten des Ministeriums für Industrie und Informationstechnologie setzte sich das Produktionsvolumen im Jahr 2021 wie folgt zusammen:

Batterietyp	Speicherkapazität	% gegenüber 2020
Verbrauchs-Li-Batterie	72 GWh	+18 %
Power-Li-Batterie	220 GWh	+165 %
Energiespeicher-Li-Batterie	32 GWh	+146 %

Von Januar bis Februar 2022 überschritt das Produktionsvolumen von Energiespeicher-Lithiumbatterien 9 GWh. (8)

MARKTANTEIL VERSCHIEDENEN LI-BATTERIEN



■ Power-Li-Batterie ■ Verbraucher-Li-Batterie ■ Energiespeicher-Li-Batterie

Bild: Marktanteil verschiedenen Li-Batterien (8)

4.3.1. Marktübersicht Power-Lithiumbatterien

Seit 2020 boomt der Markt für NEV, Elektrofahrräder und Elektrofahrzeuge in China. Von Januar bis November 2021 legten die Verkaufszahlen von E-Verkehrsmitteln im Jahresvergleich um das 1,7-Fache zu. China hat im Jahr 2020 die „CO₂-Neutralität“ Entwicklungsziele veröffentlicht, um z.B. NEV zu fördern. Am 2. November hat der Staatsrat den „Entwicklungsplan für die Industrie für neue Energiefahrzeuge NEV (2021-2035)“ herausgegeben. Lt. diesem werden reine Elektrofahrzeuge China bis 2035 zum Mainstream aller neu verkauften Fahrzeuge (über 50 %) werden. Damit wird natürlich auch die Produktion von Power-Lithiumbatterien sehr stark gefördert. (9) Die große Nachfrage aus den E-Mobilität-Industrien hat China bereits seit Jahren zum Nr. 1-Markt für Power-Lithiumbatterien weltweit gemacht. In den letzten Jahren hat sich in China eine komplette Power-Lithium-Batterie Wertschöpfungskette entwickelt und sich eine Vorreiterrolle geschaffen. 70 % der weltweiten Produktionskapazität für Power-Lithiumbatterien befindet sich derzeit in China. Durch die 2015 gestartete Förderung des Ministeriums für Industrie und Informationstechnologie entstand in China eine große Anzahl an wettbewerbsfähigen Produzenten. 2021 stammten sechs der globalen Top-Ten-Hersteller für Power-Lithiumbatterien aus China; China erreichte einen Marktanteil von 48,6 %. (10)

Eine Power-Lithium-Batterie ist eine Batterie, die aus einer positiven Elektrode, einer negativen Elektrode, einem Elektrolyten, einem Diaphragma und anderen Materialien besteht. Die marktübliche Power-Lithium-Batterie für z.B. E-Fahrzeuge ist je nach dem Material für die positive Elektrode entweder eine Li(NiCoMn)O₂- oder eine LiFePO₄-Batterie. Vorteile der LiFePO₄-Batterien sind die reichlich vorhandenen Rohstoffressourcen, die niedrigen Preise und die Umweltfreundlichkeit. Jedoch haben sie gleichzeitig auch eine schlechtere Leitfähigkeit, langsamere Lithiumionendiffusion und eine schlechtere Leistung bei niedrigen Temperaturen. Li(NiCoMn)O₂-Batterien hingegen haben eine stabilere elektrochemische Leistung und besitzen einen leistungsfähigeren elektrischen Zyklus; jedoch wird für diese Batterien Kobalt als Rohstoff eingesetzt und ist somit von höheren Einkaufspreisen negativ betroffen. (10) Große staatliche Subventionen haben dazu geführt, dass zwischen 2018 und 2020 Li(NiCoMn)O₂-Batterien den größten Marktanteil einnahmen. 2021 wurden Li(NiCoMn)O₂-Batterien mit Speicherkapazität von 74,4 GWh an Kunden geliefert, das ist ein Marktanteil von 48,2 % im Power-Batterien-Segment (2017: 16,1 GWh). Es wird erwartet, dass 2022 über 100 GWh ausgeliefert werden.

Der Marktanteil im Power-Batterien-Segment von LiFePO₄-Batterien lag 2021 bei 15,7 % mit ausgelieferten Mengen von 24,4 GWh, was einer massiven Steigerung von 227 % gegenüber dem Vorjahr entsprach. Man kann davon ausgehen, dass die Liefermenge von LiFePO₄-Batterien aufgrund der niedrigeren Kosten schneller wachsen und folglich auch deren Marktanteil zunehmen wird. 2022 rechnet man mit einem Liefervolumen von 125,8 GWh. (11)

Eine weitere Unterscheidung verschiedener Power-Lithiumbatteriezellen erfolgt auf Basis der Verpackungsmethoden in

- zylindrische Batterien,
- quadratische Batterien und
- Softpack-Batterien.

Chinesische Unternehmen nehmen eine deutliche Führungsposition auf dem Markt von quadratischen Power-Lithiumbatterien ein, während japanische und koreanische Unternehmen zylindrische Batterien bevorzugen.

LIEFERUNGSMENGE (GWh)

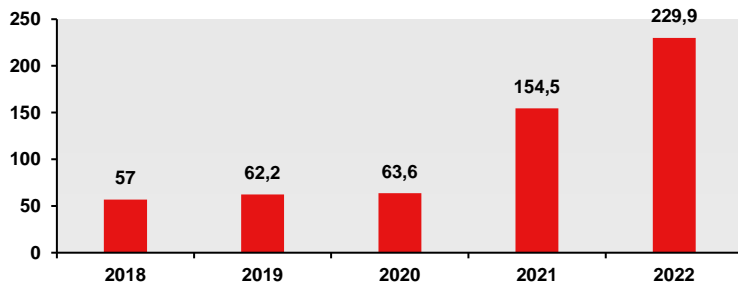


Bild: Prognose der Liefermenge von Power-Lithiumbatterien in China (11)

4.3.1.1. Die Wertschöpfungskette und Major Players

Die Power-Lithiumbatterie macht 30 % bis 40 % der gesamten Kosten von NEVs aus und ist somit der wichtigste Teil. Die Hauptkomponenten dieser Batterien umfassen eine positive Elektrode (Kathode), eine negative Elektrode (Anode), ein Separator, ein Elektrolyt und Strukturteile. Bei den Rohmaterialkosten macht die Kathode 30 %-40 % der Gesamtmaterialkosten aus, während die Anode 10 %, der Elektrolyt 10 %-15 % und das Diaphragma etwa 20 % - 30 % ausmachen. Die Kosten für strukturelle Bauteile betragen üblicherweise 10 % -20 %. Die gesamte Wertschöpfungskette gliedert sich in metallische- und nichtmetallische- Rohstoffe, Komponenten von Power-Lithiumbatterien und die OEM-Herstellung. (12) Derzeit ist die Nachfrage nach High-End-Kathodenmaterialien in China sehr stark, während Low-End-Kathodenmaterialien schrittweise vom Markt verschwinden.

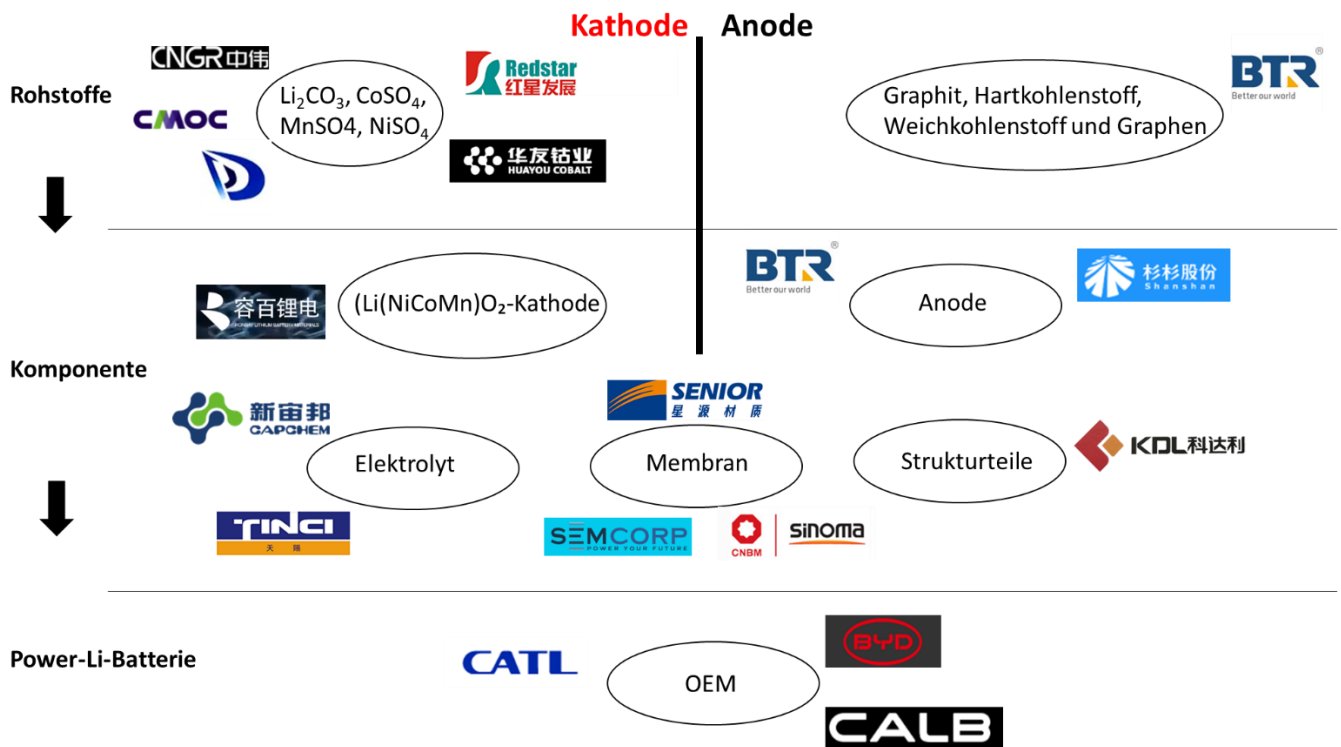


Bild: Wertschöpfungskette der Power-Lithiumbatterie in China

4.3.1.2. Marktsituation der Rohstoffe für Power- Lithiumbatterien

Die Kosten von Lithium-Ionen-Batterien werden stark von den Preisschwankungen von (nicht-) metallischen Rohstoffen in der Lieferkette beeinflusst. Die metallischen Rohstoffe, welche die Leistung der Batterien am stärksten beeinflussen, umfassen Kobalt, Nickel, Mangan, Lithium und ihre Verbindungen. Das Kathodenmaterial ist der größte Kostenfaktor; und die Rohstoffkosten machen wiederum 90 % der Kathodenmaterialkosten aus. Folglich wird die F&E stark von der Preisänderung des Kathodenmaterials beeinflusst. Die Herstellung der Mainstream-Power-Lithiumbatterien auf dem Chin. Markt (Li(NiCoMn)O₂- und LiFePO₄-Batterien) ist stark von Importvormaterialien abhängig, da China selbst den Bedarf an Rohstoffen für die Kathoden nicht decken kann. Folglich sind die Verkaufspreise von Power-Lithiumbatterien in den letzten Jahren starken Schwankungen unterlegen.

4.3.1.2.1. Lieferanten von Rohstoffen für Kathoden

(Li(NiCoMn)O₂-Batterien)

Die am häufigsten verwendeten chemischen Verbindungen für die Herstellung von Kathoden für Power-Lithiumbatterien sind Lithiumcarbonat, Lithiumhydroxid, Kobaltsulfat, Nickelsulfat und Mangansulfat, wobei das Lithiumcarbonat und Lithiumhydroxid hauptsächlich aus dem lithiumhaltigen Hartgestein wie Spodumen und Salzseen gewonnen werden. Obwohl die Technologie zur Lithiumgewinnung aus dem Hartgestein ausgereift ist, sind 79 % der Lithiumressourcen in China in Salzseen gespeichert und schwer abzubauen. Darüber hinaus machen Chinas Lithiumressourcen nur 7 % der weltweiten Gesamtressourcen aus.

Als bedeutendster Produzent von Power-Lithiumbatterien weltweit hat China natürlich einen großen Bedarf an Lithium-Ressourcen und ist somit sehr stark von Importen abhängig. (12) Der Preis für Lithiumcarbonat und Lithiumhydroxid – dem Hauptrohstoff für die Produktion von Kathoden – stieg auch nach Juni 2021 stetig an. Auch die COVID-Pandemie hat dazu beigetragen, dass das Angebot an dem Lithiumerz rückläufig ist.

Neben den lithiumhaltigen Verbindungen ist auch Mangansulfat ein Hauptrohstoff für die Herstellung von Kathoden; dieses entsteht durch die Reaktion von Mangandioxid und Schwefelsäure. Die führenden Unternehmen in der elektrolytischen Mangandioxidindustrie sind **Xiangtan Electrochemical Scientific Limited** und **Guizhou Red Star Development Co., Ltd.** Das Produktionsvolumen vom Mangandioxid dieser Firmen betrug im Jahr 2020 jeweils 100.630 Tonnen und 22.400 Tonnen. (12) Im Jahr 2021 verarbeitete China 360.000 Tonnen manganhaltiges Erz für die Batterieerzeugung, was einer Nachfrage nach hochreinem Mangansulfat von über 150.000 Tonnen entsprach. Da China über nicht ausreichend Manganerzvorkommen verfügt, ist es stark von Importen abhängig.

Kobalt ist ein silberweißes, ferromagnetisches Metall und als einer der Hauptrohstoffe von Li(NiCoMn)O₂-Batterien ist Kobalt sehr knapp und teuer. Chinas Kobaltvorkommen ist begrenzt und 97 % des Bedarfs werden importiert. In China werden mehr als 80 % des Kobalts zur Herstellung von Batterien zu Kobaltsulfat verarbeitet; daher hat der Kobaltpreis einen größeren Einfluss auf Power-Lithiumbatterien. Das führende Unternehmen auf diesem Gebiet ist **Huayou Cobalt Co., Ltd.** Seit 2021 ist der Kobaltpreis weiter gestiegen. Gleichzeitig arbeitet man aufgrund der hohen Kosten an der Entwicklung von Power-Lithiumbatterien mit niedrigerem Kobaltgehalt. Große Hersteller haben verstärkt in Forschung und Entwicklung investiert und haben bereits Produkte mit hohem Nickel- und niedrigem Kobaltgehalt entwickelt.

Nickelsulfat wird hauptsächlich als ein wichtiger Rohstoff in der Power-Lithium-Batterie-Industrie eingesetzt. Als Vorreiter für Li(NiCoMn)O₂-Batterien mit hohem Nickel-Gehalt wird in China der Bedarf an Nickelsulfat weiter steigen. **GEM, Huayou Cobalt Co., Ltd.** und **China Molybdenum Co., Ltd.** sind die führenden Lieferanten von Nickelsulfat in China. Aus wässrigen Nickelsulfat-, Kobaltsulfat- und Mangan-(Aluminium)sulfat-Lösungen wird nach gewissem Verhältnis eine nickel-kobalt-manganhaltige (Aluminium-)Verbindung (NCM(A)-Vorläufer) hergestellt, welche ein essenzielles Zwischenprodukt für die Kathode der Batterien darstellt. Dieses wichtige Zwischenprodukt kann wieder in NCM811-Vorläufer,

NCM622-Vorläufer, NCM523-Vorläufer und NCA-Vorläufer unterteilt werden. Je höher der Nickelanteil im NCM(A)-Vorläufer ist, desto höher ist die Energiedichte von Power-Lithiumbatterien. Folglich steigt die Nachfrage nach NCM622-Vorläufern und NCM811-Vorläufern stetig an. Unter den börsennotierten Unternehmen für NCM(A)-Vorläufer ist **CNGR Advanced Material Co., Ltd.** Marktführer mit dem größten Weltmarktanteil. Im Jahr 2020 setzte die Firma 73.000 Tonnen ab, dies entspricht einem globalen Marktanteil von 17 % und 24 % in China. Die maximale Produktionskapazität von NCM(A)-Vorläufern dieser Firma belief sich 2021 auf 40.000 Tonnen; die Firma plant, die Kapazität bis 2025 auf über 500.000 Tonnen auszuweiten. Das Unternehmen ist spezialisiert auf die Entwicklung und Produktion von NCM(A)-Vorläufern mit hohem Nickelgehalt. Dieses Produkt machte 2020 bereits über 80 % der gesamten Produktion von CNGR Advanced Material Co., Ltd. aus. Der nickelreiche NCM(A)-Vorläufer dieser Firma weist eine hervorragende Leistung bei Kernindikatoren wie Klopfdichte, Schüttdichte und spezifischer Oberfläche auf und ist der Branchenführer. [12]

LiFePO₄ -Batterien

FePO₄ ist ein weißes bzw. cremefarbenes, monoklines Kristallpulver und ein Vorläufer von Kathoden. Es kann als Hauptrohstoff für die Herstellung von Kathoden von LiFePO₄-Batterien verwendet werden. Es wird geschätzt, dass im Jahr 2025 2,09 Mio. Tonnen FePO₄ zur Herstellung von diesen Batterien notwendig sein werden. Bis dahin wird die geplante Produktionskapazität von FePO₄ in China 3 Mio. Tonnen erreichen. Die Marktführer in China sind **Hunan Yacher New Materials Co., Ltd.** mit einer jährlichen Produktionskapazität von 60.000 Tonnen und **Tongling Nayuan Material Science & Technology Co., Ltd.** (Produktionskapazität p.a. 50.000 Tonnen). [12]

4.3.1.2.2. Lieferanten von Rohstoffen für Anoden

2021 produzierte China 779.000 Tonnen Anodenmaterial, was einer Steigerung von 86,4 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. [32] Gegenwärtig sind die marktüblichen Anodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien natürlicher Graphit, künstlicher Graphit, silizium-haltige und andere Anodenmaterialien. Obwohl die Kosten für künstlichen Graphit höher sind als die für natürlichen Graphit, ist der natürliche Graphit aufgrund der hervorragenden Leistung und besseren Anpassung an Kathodenmaterialien das absolute Hi-End-Anodenmaterial. Künstlicher Graphit hingegen zeichnet sich aus durch

- hohe Lithium-Ionenleitfähigkeit,
- einen großen Lithiumionendiffusionskoeffizienten,
- hohe Lithium-Interkalationskapazität und
- ein niedriges Lithium-Interkalationspotential.

Aufgrund des reichen Vorkommens, niedriger Preise und einer ausgereiften Wertschöpfungskette wird künstlicher Graphit auch in Zukunft DAS Hauptmaterial für Anoden bleiben. Von 2016 bis 2020 stieg die Produktionsmenge von künstlichem Graphit in China von 77.000 Tonnen auf 307.000 Tonnen und dessen Anteil an Anodenmaterialien stieg von 68 % auf 84 %. In der ersten Hälfte des Jahres 2021 belief sich die Produktionsmenge von künstlichem Graphit auf 282.000 Tonnen, was einem Anteil von 85 % der Gesamtproduktionsmenge von Graphit entsprach.

Es gibt ein reiches natürliches Vorkommen an Graphit und er ist billig. Problematisch ist hingegen die Tatsache, dass die Graphitproduktion viel Energie verbraucht und somit stark von der nationalen Energiepolitik und Strompreisschwankungen betroffen ist. Daher ist die Graphitproduktion hauptsächlich in Gebieten mit niedrigen Strompreisen angesiedelt.

Obwohl künstlicher Graphit das Standardprodukt am Markt ist, produziert **BTR New Materials Group Limited**, das führende Unternehmen für Anodenmaterialien von Power-Lithiumbatterien, hauptsächlich natürlichen Graphit. In Bezug auf die Leistung haben die Produkte dieser Firma hinsichtlich Effizienz und spezifischer Kapazität gewisse Vorteile gegenüber Produkten anderer Unternehmen. Die Firma beliefert Batteriehersteller im In- und Ausland mit hochwertigem natürlichem Graphit. 2021 betrug der

Weltmarktanteil von BTR New Materials Group 70 %; die Firma ist somit seit langer Zeit und weiterhin Marktführer in diesem Bereich. [12]

4.3.1.3. Marktsituation von Komponenten für Power- Lithiumbatterien

Den kritischsten Faktor bei der Herstellung von Power-Lithiumbatterien stellen die Komponenten dar. Die Wertschöpfungskette umfasst Kathoden, Anoden, Membrane, Elektrolyte und Strukturteile. Die Leistung der Komponenten bestimmt direkt die Leistung der Power-Lithiumbatterien. [12]

4.3.1.3.1. Lieferanten von Kathoden

Die Kathode ist der wichtigste Teil der vier Kernmaterialien von Power-Lithiumbatterien und macht 40 % bis 45 % der Kosten von Power-Lithiumbatterien aus. Die Leistung von Kathodenmaterialien bestimmt direkt die Gesamtleistung der Batterie. Die gängigsten Kathodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien auf dem Markt sind LiFePO_4 (LFP), $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ (NCM/NCA). Seit 2021 hat die LiFePO_4 -Batterie einen Marktanteil von 37 % erreicht und der Anteil steigt weiterhin an. Somit hat die LiFePO_4 -Batterie die $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterie überholt und ist zur Mainstream-Power-Batterie in China geworden. Dem gegenüber steht die Einschätzung von Experten, dass die hohe Nickelisierung von Power-Lithiumbatterien einen langfristigen Trend darstellt, und die niedrigere theoretische maximale Energiedichte von $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien stellt einen Vorteil gegenüber LiFePO_4 -Batterien dar. Es wird daher $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien mit hohem Nickelgehalt und Festkörper-Lithiumbatterien ein stärkeres Entwicklungspotenzial vorhergesagt. [12]

$\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Kathode

$\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ ist ein geschichtetes Nickel-Kobalt-Mangan Oxid-Lithium-Verbundmaterial, das je nach ungefährem Verhältnis von Nickel, Kobalt und Mangan in NCM333 (30 % Nickel, 30 % Kobalt, 30 % Mangan), NCM523, NCM622, NCM811 und andere Typen unterteilt werden kann. Die Erhöhung des Nickelanteils führt zur Steigerung der Kapazität und die Erhöhung des Mangananteils kann die Sicherheit der Batterie gewährleisten. Die Erhöhung des Kobaltanteils hingegen führt zu einer Reduktion der Mischentladung von Kationen, was gleichzeitig die Zyklenleistung der Batterie verbessert. Aufgrund der hohen Energiedichte und der staatlichen Subvention haben die $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien den größten Marktanteil. In den letzten Jahren hat Forschung zu einer Zunahme der Energiedichte von LiFePO_4 -Batterien geführt. Kombiniert mit einem Rückgang staatlicher Subventionen ist die Wachstumsrate von $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien in letzter Zeit jedoch geringer ausgefallen. LiFePO_4 -Batterien haben die Marktführerschaft übernommen. „Made in China 2025“ prognostiziert, dass die Energiedichte von Power-Lithiumbatterien im Jahr 2030 500 Wh/kg erreichen wird. Die hohe Vernickelung von Power-Lithiumbatterien wird als optimale Lösung gesehen, um die Anforderungen an die Energiedichte zu erfüllen. Die Erhöhung des hohen Nickelgehalts und die Reduzierung des Kobaltgehalts können nicht nur die Energiedichte von Power-Lithiumbatterien erhöhen, sondern auch die Kosten effektiv senken. Gegenwärtig (Stand 2021) beträgt die Produktionskapazität von $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Kathoden mit hohem Nickelgehalt (High-Nickel-Kathoden) 320.000 Tonnen, die Nachfrage jedoch nur 80.000 Tonnen. Die Herstellung der High-Nickel-Kathoden hat im Moment das Problem der Partikelpulverisierung und -sicherheit noch nicht gelöst und die Nachfrage ist relativ klein. Langfristig wird die Reichweite von Autos mit High-Nickel- $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien an Bord voraussichtlich jedoch über 1.000 Kilometer erreichen und derartige Batterien haben z.B. in Hochleistungs-Luxusfahrzeugen, die weniger Wert auf das Preis-Leistungs-Verhältnis legen, einen großen Entwicklungsspielraum. Die Wachstumsrate von High-Nickel-Lithiumbatterien wird sich voraussichtlich weiter beschleunigen. Es gibt derzeit einen klaren Trend in China, dass sich die Produktion der High-Nickel- $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Kathoden zentralisiert und sich dadurch einige Konzerne gebildet haben. Die Wachstumsrate der Produktion von NCM811 in China überstieg 2021 250 %. Die Firma **Ningbo Ronbay Battery Materials Co., Ltd.** ist weltweit führend in diesem Segment. Im

Jahr 2017 war Ningbo Ronbay Battery Materials das erste Unternehmen, das NCM811 in großem Umfang in Power-Lithiumbatterien eingesetzt hat. Im Jahr 2020 hat die Firma ein Produktions- und Verkaufsvolumen von mehr als 25.000 Tonnen von High-Nickel-Li(NiCoMn)O₂-Kathoden erreicht. Dies entsprach einem Marktanteil von 60 % in China und global von 40 %. Das Unternehmen verfügt derzeit über eine Produktionskapazität von 40.000 Tonnen ternärer Kathodenmaterialien und plant, bis Ende 2023 250.000 Tonnen und bis 2030 1 Million Tonnen zu erreichen. Im Jahr 2022 wird die Massenproduktion von Li(NiCoMn)O₂-Kathoden mit einem Nickelgehalt von 96 % bei dieser Firma beginnen. [12]

LiFePO₄-Kathode

LiFePO₄-Batterien haben aufgrund guter Sicherheit, einer langen Lebensdauer und niedriger Kosten die meisten Anwendungsszenarios. Von Januar bis Juni 2021 waren 30 % der E-Autos in China mit LiFePO₄-Batterien unterwegs und deren Marktanteil stieg somit erheblich. Im Jahr 2020 hat die Produktion von LiFePO₄-Kathoden 124.000 Tonnen erreicht, was einer Steigerung von 40,9 % gegenüber dem Vorjahr entsprach. Mit der zunehmenden Zahl beliebter Auto-Modelle auf dem chinesischen Markt, wie der LiFePO₄-Batterien-Version des Tesla Model 3, BYD Han und Wuling Hongguang EVmini, wird die Marktnachfrage nach diesen Batterien in Zukunft weiter steigen. Unter den börsennotierten Unternehmen sind **Hunan Yuneng Battery Materials Co., Ltd.** und **Shenzhen Dynanonic Co., Ltd.** die Hauptlieferanten von LiFePO₄-Kathoden; Marktführer unter diesen ist Shenzhen Dynanonic Co., Ltd. Bis Ende 2021 verfügte Shenzhen Dynanonic Co., Ltd. Nano über eine Produktionskapazität von 120.000 Tonnen. Die Firma plant eine voraussichtliche Produktionskapazität von 350.000 Tonnen im Jahr 2023 zu erreichen. Der Marktanteil von Hunan Yuneng Battery Materials Co., Ltd. im Jahr 2020 war 15 %; das Unternehmen hatte damit den zweiten Platz auf dem Binnenmarkt inne. [12]

4.3.1.3.2. Lieferanten von Anoden

Im Jahr 2021 hat Chinas Produktion von Anoden 779.000 Tonnen erreicht, was einer Steigerung von 86,4 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. [32] Anoden für Power-Lithiumbatterien können in Kohlenstoffe und Nicht-Kohlenstoff-Materialien unterteilt werden. Auf Kohlenstoff basierende Anoden können weiter in Graphit, Hartkohlenstoff, Weichkohlenstoff und Graphit eingeteilt werden, und der Graphit kann dann noch weiter in natürlichen Graphit, künstlichen Graphit und Mesokohlenstoff-Mikrokügelchen unterteilt werden. Gegenwärtig sind die in großem Umfang verwendeten Anoden nur Graphit, Li₂TiO₃ (LTO) und andere Legierungen aus z.B. Silizium und Zinn. Anoden machen etwa 10 % bis 15 % der Kosten von Power-Lithiumbatterien aus und künstlicher Graphit stellt 80 % des gesamten Anodenmarktes in China dar. Da die Nachfrage nach Anodenmaterialien in LiFePO₄-Batterien größer ist als in Li(NiCoMn)O₂-Batterien und die Wachstumsrate von LiFePO₄-Batterien rasant steigt, wird die Nachfrage nach Anodenmaterialien in Zukunft schnell anwachsen. Neben **BTR New Materials Group Limited** (erwähnt im Abschnitt **Anodenmaterial**) ist **Shanshan Inc.** das einzige Unternehmen in China, das Kathodenmaterialien, Anodenmaterialien und Elektrolyte für Power-Lithiumbatterien liefern kann. Im Jahr 2020 erreichte die Produktion von Anoden durch diese Firma 120.000 Tonnen und damit belegte diese Firma den dritten Platz dieser Industrie in China. [12]

4.3.1.3.3. Elektrolyt

Der Elektrolyt der Power-Lithiumbatterie ist der Träger des Ionentransports in der Batterie. Der Elektrolyt besteht im Allgemeinen aus hochreinen organischen Lösungsmitteln, Elektrolytlithiumsalzen und notwendigen Zusatzstoffen, welche die Rolle der Ionenleitung zwischen den positiven und negativen Elektroden von Lithiumbatterien übernehmen. Die Kosten des Elektrolyts machen etwa 10 % bis 15 % der gesamten Kosten von Power-Lithiumbatterien aus und das Li-haltige Salz macht wiederum 50 % der Elektrolytkosten aus. Im Jahr 2021 betrug die Produktion von Elektrolyten für Lithium-Ionen-Batterien 507.000 Tonnen (+88,5 %), was 82,8 % der weltweiten Produktion von Elektrolyten ausmachte. [32] Es wird

geschätzt, dass die Gesamtproduktion von Elektrolyten bis 2025 in China mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von etwa 31,7 % 865.000 Tonnen und einen Marktwert von etwa 2,85 Milliarden Euro erreichen wird. (12) Im Jahr 2020 waren **Guangzhou Tianci Materials Technology Co., Ltd.** und **Shenzhen Capchem Technology Co., Ltd.** die beiden größten Hersteller von Elektrolyten für Power-Lithiumbatterien. Der Marktanteil von Guangzhou Tianci Materials Technology Co., Ltd. ist schnell angewachsen und hat 2020 29,3 % erreicht; diese Firma belegt somit Rang 1 in China. Das Unternehmen ist weltweit führend bei Elektrolyten für Power-Lithiumbatterien und verfügt über Produktionskapazitäten für Lithiumhexafluorphosphat, Lithiumbisfluorsulfonimid und verschiedene Zusatzstoffe. Ende 2020 belief sich die Produktionskapazität des Unternehmens auf 138.000 Tonnen. Schätzungen gehen von 900.000 Tonnen im Jahr 2023 aus. Dies würde 49 % der gesamten inländischen Produktionskapazität entsprechen. Der Weltmarktanteil des Unternehmens soll mittel- und langfristige auf ungefähr 40 % steigen. Shenzhen Capchem Technology Co., Ltd. hingegen ist das weltweit führende Unternehmen für chemische und funktionelle Materialien für Lithiumbatterien. Anfang 2021 lag die Firma hinsichtlich der Produktionskapazität von Elektrolyten für Lithiumbatterien auf Rang 2 in China. Langfristig wird die Produktionskapazität dieser Firma für Elektrolyte 300.000 Tonnen und für Zusatzstoffe 4.000 Tonnen überschreiten. (14)

4.3.1.3.4. Membrane

Die Membran stellt eine der Schlüsselkomponenten von Power-Lithiumbatterien dar. Die Membran bestimmt die Grenzflächenstruktur, den Innenwiderstand usw. der Batterie und wirkt sich direkt auf die Leistung der Batterie aus. Die Membran macht etwa 8 % bis 10 % der Batteriekosten aus. Im Jahr 2020 belief sich Chinas Produktionsmenge auf 3,87 Mrd. m², was einer Steigerung von 29,9 % gegenüber dem Vorjahr entsprach. Gegenüber 40 % im Jahr 2013 wurden im Jahr 2020 93 % der Membrane in China produziert. Im ersten Halbjahr 2021 produzierte Ahina 3,45 Mrd. m² Membrane, was einer Steigerung von 202 % gegenüber dem Vorjahr entspricht. (12) Die Top-3 Lieferanten von Membranen in China sind:

1. **Yunnan Energy New Materials Group,**
2. **Shenzhen Senior Technology Material Co., Ltd.** und
3. **Sinoma Science & Technology Co., Ltd..**

Klarer Weltmarktführer mit einem Inlandsmarktanteil von 50 % ist Yunnan Energy New Materials Group. Deren Produktionskapazität für Membrane hat 2021 4,05 Mrd. m² erreicht und wird in den Jahren 2022-2023 voraussichtlich auf etwa 1,5 Mrd. m² anwachsen. Diese Firma strebt bis 2025 einen Marktanteil von 50 % in der weltweiten Membran-Industrie an.

Shenzhen Senior Technology Material Co., Ltd. ist der zweitgrößte Hersteller für Membrane und verfügt über Produktionskapazitäten sowohl für Trockenprozessmembrane als auch für Nassprozessmembrane. Bis Ende 2020 betrug die Gesamtproduktionskapazität dieser Firma etwa 1,1 Mrd. m², davon machten Nassmembrane etwa 500 Mio. m² und Trockenmembrane ca. 600 Mio. m² aus.

Als eines der wenigen staatlichen Unternehmen in der Membranindustrie verfügt Sinoma Science & Technology Co., Ltd. über eine beträchtliche Wettbewerbsfähigkeit auf diesem Gebiet mit einer Produktionsmenge von 490 Mio. m² im Jahr 2020. (15)

4.3.1.3.5. Strukturteile

Gemäß verschiedenen Verpackungsmethoden hat die Verpackung von Power-Lithiumbatterien hauptsächlich drei Formen: quadratisch, zylindrisch und weich verpackt (Softpack). Die den drei Formen entsprechenden Strukturteile sind quadratische Strukturteile, zylindrische Strukturteile und Aluminium-Kunststoffolie. Die präzisen Strukturbauteile von Power-Lithiumbatterien sind die wichtigen Bestandteile

von Power-Lithiumbatterien, die sich direkt auf die Sicherheit, Luftdichtheit und Energieeffizienz auswirken. Auf dem chinesischen Markt (Ende 2020) hat die quadratisch verpackte Batterie mit einem Marktanteil von 85 % eindeutig eine Vormachtstellung – zehnmal mehr als Softpack-Batterien und sogar das 13-Fache von zylindrischen Batterien. 92,4 % der LiFePO₄-Batterien auf dem chinesischen Markt sind quadratische. **Shenzhen kedali Industry Co., Ltd.** ist mit einem Marktanteil von mehr als 50 % der bedeutendste Lieferant von Strukturbauteilen für quadratische Power-Lithiumbatterien in China. Es wird erwartet, dass die Märkte in Übersee ab 2022 mit einem deutlichen Wachstum erheblich zum Umsatz dieser Firma beitragen werden. [12]

4.3.1.4. OEM-Hersteller von Power-Lithiumbatterien

Im Jahr 2020 betrug die Produktion von Power-Lithiumbatterien in China etwa 80 GWh, was einer Steigerung von 21,7 % gegenüber dem Vorjahr entsprach und etwa 41,7 % der weltweiten Lieferungen ausmachte. China ist mit vielen Top-Herstellern die wichtigste Produktionsbasis weltweit für Lithiumbatterien geworden.

CATL

CATL ist der wohlverdiente Branchenführer im Bereich Power-Lithiumbatterien und Energiespeicherbatterien mit absoluter Technologie- und Produktionskapazitäts-Führerschaft und liegt auch bei der Kundenstruktur vorn. CATL ist der weltweit führende Anbieter von Lithium-Ionen-Batterien, der sich auf die Forschung und Entwicklung sowie den Vertrieb von Batteriesystemen und Energiespeichersystemen für NEVs konzentriert und sich der Bereitstellung von Lösungen für neue Energieanwendungen verschrieben hat. Unter den mehr als 6.800 registrierten neuen Energiemodellen in China, die vom Ministerium für Industrie und Informationstechnologie im Jahr 2020 angekündigt wurden, verwenden mehr als 3.400 Modelle die unterstützenden Power-Batterien von CATL; das ist etwa ein Marktanteil von 50 %. Im Jahr 2020 ist die F&E Quote (gemessen am Betriebsergebnis) auf 7,09 % gestiegen (2019: 6,53 %). CATL verfügt über ein F&E-System, das die gesamte Wertschöpfungskette abdeckt. Die Firma strebt danach, Kerntechnologien in allen Produktionsschritten zu beherrschen. Das Unternehmen hat am 29. Juli 2021 die Natrium-Ionen-Batterie der ersten Generation mit einer Zellenergiedichte von 160 Wh/kg, Schnellladefähigkeit und keiner signifikanten Abschwächung der Entladungseffizienz bei -20 °C herausgebracht, deren Integrationseffizienz, thermische Stabilität weit über den nationalen Standards liegen. Die Einführung von neuen Natrium-Ionen-Batterien kann das Problem der unzureichenden Lithiumressourcen und somit der übermäßigen Abhängigkeit von Importen wirksam reduzieren und gleichzeitig die Produktionskosten senken. Derzeit verfügen Natrium-Ionen-Batterien noch über eine niedrigere Energiedichte; CATL hat sich jedoch das Ziel gesetzt, bald eine Energiedichte von 200 Wh/kg bei diesen Batterien zu erreichen.

China verfügt über reichlich Reserven an Natriumressourcen und der Preis vom Natrium ist relativ niedrig. Die Anoden- und Kathodenmaterialien von Natrium-Ionen-Batterien sind Aluminiumfolien, die billiger und langlebiger sind als die Kupferfolien, die für die Kathoden von Lithium-Ionen-Batterien benötigt werden. In der Regel liegen die Materialkosten von Natrium-Ionen-Batterien um 30 % bis 40 % unter denen von Lithium-Ionen-Batterien. Als einer der wenigen chinesischen Hersteller, die High-Nickel-Power-Lithiumbatterien in Massenproduktion herstellen können, veröffentlichte CATL während der Messe **AutoShanghai 2021** die neue NCM811- Batterie, welche absolut unbrennbar und sicher ist. Die Batterie enthält ein hochstabiles positives Elektrodenmaterial und einen hochsicheren Elektrolyten, um die Hochtemperatur-Widerstandsgrenze der Batterie zu verbessern. Diese neue Batterie enthält auch Elektroden, um interne Kurzschlüsse zu verhindern, und auch die Stärke des Batteriepacks ist höher als bei früheren Batterien. Außerdem ist eine neue Generation des Wärmemanagements eingebettet und dieses verbessert die Fähigkeit der Batterie, Wärmediffusion zu verhindern. [12]

Das Wachstum von CATL ist hauptsächlich auf seine führende Position in der Power-Lithiumbatterie-Industrie und die stark steigende Nachfrage nach NEVs zurückzuführen. Im Jahr 2021 wurden 4,2 Mio. Elektrofahrzeuge (NEVs) verkauft. Es wird erwartet, dass die Verkaufszahlen weltweit von NEVs im Jahr 2030 30 Mio. erreichen werden und die Penetrationsrate von NEVs sollte bis 2025 25 % erreichen. Experten gehen davon aus, dass der Absatz von NEV Fahrzeugen im Jahr 2030 30 Mio. erreichen wird. Dementsprechend plant CATL, seine Produktionskapazität bis 2025 bis auf 592 GWh zu erweitern; das wäre die vierfache Produktionskapazität von 118 GWh im Jahr 2020. Die geplante Produktionskapazität des Joint-Venture-Unternehmens von CATL wird im Jahr 2025 150 GWh betragen und die Gesamtproduktionskapazität (CATL + CATL Joint-Venture) sollte 750 GWh erreichen. LG New Energy, das mit CATL um den ersten Platz bei den weltweiten Lieferungen von Power-Lithiumbatterien konkurriert, wird im Gegensatz dazu 2025 voraussichtlich eine Produktionskapazität von 430 GWh erreichen. CATL wird damit weiterhin weltweit die Nr. 1 bleiben, mit größerem Abstand zu LG New Energy. [12]

BYD

Das Geschäft der **BYD Group** umfasst die drei großen Bereiche:

- Automobil,
- IT und
- Erneuerbare Energie.

BYD ist das einzige Automobilunternehmen der Welt, das eine vollständige Inhouse-Lieferung von Power-Lithiumbatterien realisiert hat. Die Anzahl an Autos mit BYD Power-Lithiumbatterien lag im Jahr 2021 landesweit an zweiter (16,2 %) und weltweit an vierter Stelle (8,8 %). Es ist auch eines der wenigen Unternehmen auf dem Markt, das Technologien zu Schlüsselkomponenten, wie Batterien, Zellen und Motoren, beherrscht. Während des Zeitraums von 2018 bis 2019, in dem die Forschung und Entwicklung von $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien sehr populär war, engagierte sich BYD immer noch intensiv mit der Entwicklung von LiFePO_4 -Batterien und brachte nacheinander zwei bahnbrechende Technologien auf den Markt: die Blade-Batterie und das DMI-Super-Hybrid System. Bei der Blade-Batterie wird der Batteriepackraum effizient genutzt, indem die Kathoden und Anoden nebeneinander heiß zusammengedrückt sind. Durch die effiziente Nutzung hat sich die spezifische Energiedichte des Batteriepacks von 251 Wh/l auf 332 Wh/l erhöht. Somit erreicht diese Batterie fast die Systemenergiedichte der $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterie. [12]

Im April 2021 begann BYD, Blade-Batterien an die gesamte E-Auto-Branche in China zu liefern, zu den ersten Kunden von Blade-Batterien gehörten FAW Hongqi, Changan Ford und Hyundai Motor. Darüber hinaus wird BYD voraussichtlich im zweiten Quartal 2022 Blade-Batterien mit Speicherkapazität von 10-GWh an Tesla in Europa liefern. BYD hat mit seinem Lithiumbatteriegeschäft den Markt von 2018 bis 2020 aktiv weiterentwickelt. Der Umsatz des Lithiumbatteriegeschäfts stieg stetig und der Anteil am Gesamtumsatz der Firma nahm zunächst zu und dann jedoch ab. Im Jahr 2020 betrug der Umsatz dieser Business Unit 1,65 Mrd. EUR, was 7,72 % des Gesamtumsatzes von BYD entsprach. Das Unternehmen hat Ende 2021 eine Gesamtproduktionskapazität von 110 GWh erreicht. Ende 2021 verfügte BYD über eine Produktionskapazität von 165 GWh und es wird erwartet, dass diese nach dem Abschluss von weiteren Ausbaurbeiten bis Anfang 2023 265 GWh erreichen wird. [16]

CALB

CALB wurde 2007 gegründet und ist ein Unternehmen, das sich auf Forschung, Produktion, Vertrieb und Marktanwendungsentwicklung von Lithium-Ionen-Batterien, Batteriemanagementsystemen, Energiespeicherbatterien und zugehörigen integrierten Produkten und Materialien für Lithiumbatterien spezialisiert hat. Mitte 2021 übertraf die Anzahl an E-Fahrzeugen mit Power-Lithiumbatterien von CALB jene von LG Chem. Somit erlangte CALB Platz 3 in China. Bezogen auf die Wachstumsrate nahm CALB den ersten Platz unter den 10 weltweit führenden Power-Lithiumbatterie-Unternehmen ein. Die Firma

zählt somit zu den Top 3 der Welt bei der Produktion von quadratischen $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien und ist auch die Nr. 3 in China. Wenn man sich die Produktionskapazität ansieht, besteht jedoch auf nationaler Ebene noch eine große Lücke zwischen CALB und CATL. CATL rangiert weltweit auch weit hinter den führenden ausländischen Unternehmen wie LG New Energy und Panasonic.

Ein Highlight unter den Produkten von CALB ist die One-Stop-Batterie. Mit dieser Technologie erreicht ein Batteriepack aus $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien eine Energiedichte von 240 Wh/kg und eine Reichweite von 1.000 km. Ein Batteriepack aus LiFePO_4 -Batterien schafft damit eine Energiedichte von 160 Wh/kg und eine Reichweite von 700 km. Als Nr.3-Hersteller in China hat CALB mehr Spielraum, künftig starke Kapazitätswüchse zu erreichen. In den ersten drei Quartalen des Jahres 2021 erreichte die Produktionskapazität für Power-Lithiumbatterien 5,81 GWh. Es ist geplant, 2025 500 GWh zu übertreffen. CATL plant für den gleichen Zeitraum „nur“ 582 GWh. Darüber hinaus ist CALB das erste Unternehmen weltweit mit einer geplanten Produktionskapazität von über 1 TWh. [12]

Lieferanten von Rohstoffen		Lieferanten von Komponenten		OEM-Hersteller
Mangan	Xiangtan Electrochemical Scientific Limited, Guizhou Red Star Development Co., Ltd.	(Li(NiCoMn)O₂-Kathode	Ningbo Ronbay Battery Materials Co., Ltd.	CATL, BYD Group und CALB
Kobalt	Huayou Cobalt Co.,Ltd.		LiFePO₄-Kathode	
Nickel	GEM, Huayou Cobalt Co.,Ltd.und China Molybdenum Co.,Ltd.	Anoden	BTR New Materials Group Limited und Shanshan Inc.	
NCM(A)-Vorläufer	CNGR Advanced Material Co., Ltd.	Elektrolyt	Guangzhou Tianci Materials Technology Co.,Ltd. und Shenzhen Capchem Technology Co., Ltd.	
FePO₄	Hunan Yarcher New Materials Co.,Ltd. und Tongling Nayuan Material Science & Technology Co.,Ltd.	Membrane	Yunnan Energy New Materials Group, Shenzhen Senior Technology Material Co., Ltd. und Sinoma Science & Technology Co.,Ltd.	
Graphit	BTR New Materials Group Limited	Strukturteile	Shenzhen kedali Industry Co.Ltd.	

Tabelle: Hauptlieferanten der Power-Lithiumbatterien Industrie

4.3.2. Marktübersicht Verbraucher-Lithiumbatterien

Verbraucher-Lithiumbatterien werden hauptsächlich in Unterhaltungselektronikprodukten, sogenannten „**3C Produkten**“ (Computer, Communication, Consumer electronics) wie Mobiltelefonen, Laptops, Tablets, Digitalkameras, digitalen Videokameras, mobilen Netzteilen und elektrischem Spielzeug verwendet und kommen sehr oft in quadratischer, zylindrischer Form und weichen Verpackungen vor. Während Power-Lithiumbatterien mehr Wert auf Zuverlässigkeit (lange Lebensdauer von 5-10 Jahren) und Beständigkeit (Betrieb bei niedriger Temperatur im Winter, bei Sonneneinstrahlung im Sommer, bei Regen und Schnee) legen, sind die Nutzungsbedingungen von Verbraucher-Lithiumbatterien weniger streng. Es besteht normalerweise auch keine Notwendigkeit für eine langfristige Zuverlässigkeit (mehr als 1-2 Jahre), daher gibt es keine großen Anforderungen an die Beständigkeit. Hingegen haben Mobiltelefone und Tablets nur begrenzten Platz, somit sind die Anforderungen an Größe, Kapazität und Energiedichte von Verbraucher-Lithiumbatterien viel höher.

Die High-End-Verbraucher-Lithiumbatterien verwenden die modernsten Technologien und Materialien, da Mobiltelefone und Laptops meistens sehr wertvoll sind. Im Vergleich zu Power-Lithiumbatterien verwenden die Kathoden der Verbraucher-Lithiumbatterien in der Regel LiCoO_2 (LCO), trotz der bekannten Nachteile, wie hohe Kosten (hoher Kobaltpreis), schlechte Zyklusleistung und schlechte Sicherheit. Hohe Verdichtungsdichte, höchste volumetrische Energiedichte im begrenzten Volumen und hohe Betriebsspannung machen die LiCoO_2 -Batterie in kompakten elektronischen Produkten dennoch absolut vorteilhaft. Daher bleibt die Nachfrage nach diesen Batterien für Mid-to-High-End-Smartphones, Notebooks und Tablet-Computer weiterhin sehr stabil. Hinzu kommen neue 5G-Mobiltelefone und das kontinuierliche Aufkommen neuer Produkte der Unterhaltungselektronik wie Verbraucherdrohnen, TWS-Headsets und elektronische Zigaretten. Diese Produktneuheiten fördern die steigende Marktnachfrage nach LiCoO_2 -Batterien.

Nach der technischen Aufwertung sind LiCoO_2 -Batterien unter normalen Nutzungsbedingungen grundsätzlich sicher und deren Position bei kleinen elektronischen High-End-Produkten ist in Zukunft unerschütterlich. Jedoch aufgrund der niedrigeren Kosten von $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien wird der Marktanteil von LiCoO_2 -Batterie bei Low-End-3C-Elektronikprodukten wie Powerbanks, elektrischem Spielzeug und elektrischen Haushaltsprodukten leicht sinken. (17) Mit der Weiterentwicklung von 5G, IoT, KI und anderen Technologien entstehen weiterhin neue Produkte der Unterhaltungselektronik wie Bluetooth-Headsets, tragbare Geräte, intelligente Lautsprecher, tragbare medizinische Geräte, elektronische Zigaretten, Drohnen, Autorecorder usw. Die Zahl der Produktionsunternehmen von Verbraucher-Lithiumbatterien nimmt allmählich zu. Die weltweite Nachfrage nach diesem Batterietyp wächst weiter. Die Produktionsmenge von Verbraucher-Lithiumbatterien in China ist von 31,4 GWh im Jahr 2018 auf 42,0 GWh im Jahr 2021 gestiegen und wird bis 2023 voraussichtlich weiter auf 51,5 GWh steigen, was einer Wachstumsrate von 64 % entspricht. (18)

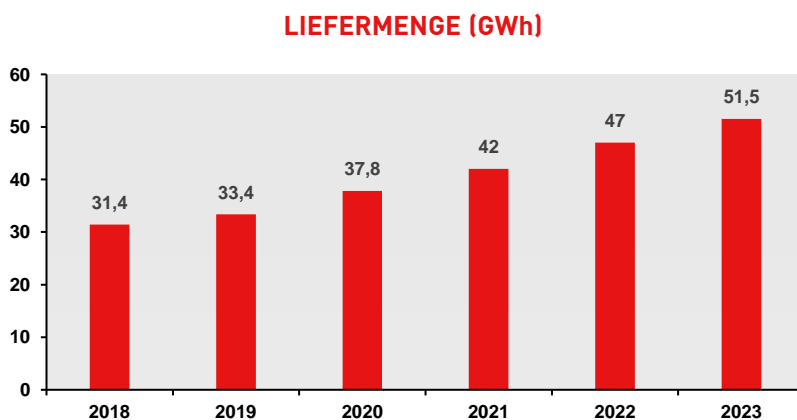


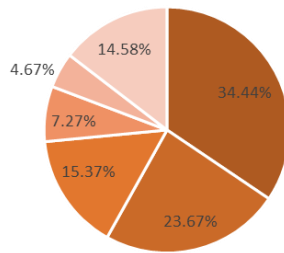
Bild: Vorhersagen der Liefermenge den Verbraucher-Lithiumbatterien in China (18)

4.3.2.1. Hauptakteure

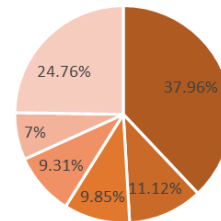
Für Verbraucher-Lithiumbatterien teilen sich chinesische Unternehmen mit japanischen und koreanischen den Weltmarkt. Laut Statistiken von echnoSystems Research waren im Jahr 2020 zwei der Top-5-Hersteller weltweit aus China:

- **Zhuhai CosMX Battery Co., Ltd.** (Nr.2 (23.67%) bei Batterien für Laptops und Tablets; Nr. 5 (7%) bei Batterien für Mobiltelefone) und
- **BYD** (Nr.5 (4.67%) bei Batterien für Laptops und Tablets; Nr. 4 (9,31%) bei Batterien für Mobiltelefone). [19]

Marktanteil: Verbraucher-Li-Batterien (Laptop + Tablet)



Marktanteil: Verbraucher-Li-Batterien (Mobiltelefon)



■ ATL ■ Zhuhai CosMX Battery ■ LG Chem ■ Samsung SDI ■ BYD ■ others ■ ATL ■ Samsung SDI ■ LG Chem ■ BYD ■ Zhuhai CosMX Battery ■ others

Quelle: [19]

Zhuhai CosMX Battery Co., Ltd.

Zhuhai CosMX Battery Co., Ltd. ist hauptsächlich in der Forschung und Entwicklung, Produktion und im Vertrieb von Verbraucher-Lithiumbatterien tätig. Das Unternehmen verfügt über ein komplettes Forschungs- und Entwicklungs-, Produktions- und Vertriebssystem und ist einer der Hauptlieferanten von Verbraucherbatterien weltweit. In den letzten Jahren hat sich das Unternehmen zudem auch verstärkt in den Bereichen Power-Lithiumbatterien und Energiespeicherung-Batterien positioniert. Der Umsatz des Unternehmens im Jahr 2021 betrug 1,416 Mrd. EUR, was einem Plus von 48,47 % im Vergleich zum Vorjahr entspricht; derzeit ist das Geschäft mit Verbraucher-Lithiumbatterien immer noch die Haupteinnahmequelle für das Unternehmen.

Im Jahr 2021 erzielte das Verbraucher-Lithiumbatteriegeschäft des Unternehmens Betriebseinnahmen von 1.352 Mrd. EUR, was wiederum eine Steigerung von 46,53 % gegenüber dem Vorjahr ausmacht. Zu Kunden von Zhuhai CosMX Battery Co., Ltd. gehören HP, Lenovo, Dell, ASUS, Acer, Microsoft, Amazon und andere Hersteller von Notebooks und Tablets sowie Huawei, OPPO, Xiaomi, Lenovo, ZTE und andere Smartphone-Hersteller. Das Unternehmen hat nebenbei auch stabile Kooperationsbeziehungen mit Herstellern von Drohnen und Smart Wearables wie DJI, BOSE, Meta und Google aufgebaut. Gleichzeitig trat das Unternehmen auch langsam in das Lieferkettensystem von VIVO, Apple, Samsung und anderen Herstellern ein. [20]

4.3.3. Marktübersicht Energiespeicher-Lithiumbatterien

Energiespeicher-Lithiumbatterien beziehen sich hauptsächlich auf Batterien, die in Solarstromerzeugungsanlagen, Windkraftanlagen und Speicheranlagen für erneuerbare Energie verwendet werden. Energiespeicher-Lithiumbatterien sind das Herzstück des Energiespeichersystems. Lithium-Ionen-Batterien zeichnen sich durch hohe Energiedichte, geringe Selbstentladung, keinen Memory-Effekt, großen Betriebstemperaturbereich, schnelles Laden und Entladen, lange Lebensdauer und keine Umweltbelastung aus und werden als „grüne Batterien“ bezeichnet. In China ist die Energiespeicher-Lithiumbatterie zum Mainstream-Produkt auf dem Markt geworden und macht 92 % der gesamten Energiespeicher-Batterien aus. Die Energiespeicher-Lithiumbatterien werden in China hauptsächlich in der (Tele-)Kommunikation, der Stromspeicherung und anderen Bereichen eingesetzt, wobei die Energiespeicher-Lithiumbatterien im Jahr 2020 etwa 41% der Energiespeicher im Bereich Stromerzeugung und etwa 46% der Energiespeicher im Bereich Basisstation für Mobiltelefone ausmachten.

In den letzten Jahren hat die Produktion von Energiespeicher-Lithiumbatterien in China ein schnelles Wachstum erlebt, mit Wachstumsraten in der Produktion von über 70 % von 2019 bis 2021. Die Produktion im Jahr 2021 betrug mit einer jährlichen Wachstumsrate von 196,6 % etwa 47,5 GWh. Das schnelle Wachstum des Stromspeichermarktes war 2020 der Hauptgrund für das schnelle Wachstum der Produktion von Energiespeicher-Lithiumbatterien. Im Jahr 2021 betrug die Produktion von Stromspeicher-Lithiumbatterien in China etwa 29,1 GWh, das entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 340,90 %. Der erhebliche jährliche Anstieg der Produktion von Stromspeicher-Lithiumbatterien in China ist hauptsächlich auf die nationale Umweltschutzpolitik **“Emission peak and Carbon neutrality“**, die gestiegene Nachfrage bei der Stromerzeugung durch Photovoltaik und Windkraft und auf das Wachstum der inländischen und ausländischen Basisstationen zur Stromspeicherung zurückzuführen. [21]

Neben den Energiespeicher-Lithiumbatterien für industrielle Kunden ist der Markt für Haushalte klein. Im Jahr 2021 hat die Produktion von Energiespeicher-Lithiumbatterien für Haushalte 5,5 GWh erreicht, was einer Steigerung von 83 % gegenüber dem Vorjahr entsprach. Da sich die Nachfrage nach Energiespeichern für Haushalte hauptsächlich auf Europa, Amerika, Japan und Südkorea und andere Regionen konzentriert, sind die eingebauten $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien meist aus Japan und Korea. Jedoch dringen allmählich auch chinesische Anbieter mit viel billigeren LiFePO_4 -Batterien in diesen Markt vor. Die meisten in China produzierten Energiespeicher-Lithiumbatterien für Haushalte werden nach Übersee exportiert, was ein sehr offensichtliches Exportmerkmal darstellt.

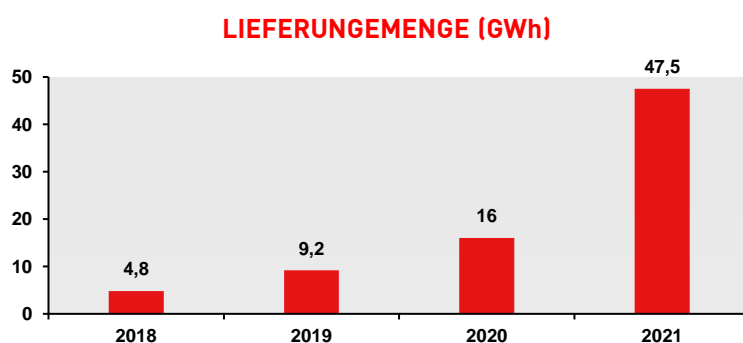


Bild: Die Liefermenge von Energiespeicher-Lithiumbatterien in China [21]

4.3.3.1. Major Player

Im Vergleich zu Power-Lithiumbatterien gibt es wenige chinesische Unternehmen, die sich mit den Energiespeicher-Lithiumbatterien für Haushalte beschäftigen. Zu den Marktführern gehören zurzeit **BYD**, **Pylon Technologies Co., Ltd.**, **ATL**, **EVE Energy Co., Ltd.** u.a. 2021 war Pylon Technologies Co., Ltd der wichtigste Produzent, gefolgt von ATL und BYD, wobei BYD stark in der EU und UK ist, während Pylon Technologies Co., Ltd. sich auf die Märkte in Südafrika, der EU und Australien konzentriert. Die chinesischen Hersteller verkaufen hauptsächlich Batteriezellen an westliche Kunden. Laut einer Statistik der Batteriezellenlieferungen haben die Lieferungen von Energiespeicher-Lithiumbatterien für Haushalte aller drei führenden Unternehmen jeweils 1 GWh überschritten. [22]

Pylon Technologies Co., Ltd.

Im Jahr 2021 produzierte das Unternehmen Energiespeicher-Lithiumbatterien für Haushalte mit 1,54 GWh, das entspricht +111,96 % gegenüber 2020. Als erstes börsennotiertes Unternehmen in diesem Segment in China hat die Firma zwei Hauptgeschäftssegmente:

- 1) das internationale Geschäft mit Schwerpunkt Energiespeicher-Lithiumbatterien für Haushalte in Übersee und
- 2) Backup-Energiespeicher für Kommunikationsunternehmen, wie ZTE u.a. Davon machte das internationale Geschäft dieses Unternehmen im Jahr 2020 mehr als 80 % des Gesamtumsatzes aus. [22]

ATL

ATL ist der weltweit größte Hersteller von Verbraucher-Lithiumbatterien für 3C-Produkte. 2019 gründete ATL eine Tochtergesellschaft, **Poweramp Technology Limited**, und begann, in den Bereich der Energiespeicher-Lithiumbatterien für Haushalte einzusteigen. Mit den ausgereiften Technologien von ATL kann Poweramp Technology ein komplettes Produktsortiment einschließlich Zellen, Modulen, Batteriesystemen usw. sowohl für Haushalte als auch die gewerblichen/industriellen Kunden anbieten. Derzeit exportiert Poweramp Technology Energiespeicherbatterien nach Europa (u.a. Deutschland), die Vereinigten Staaten, Australien, Japan, China und Südostasien. [22]

4.4. Import und Export von Lithium-Ionen-Batterien

Laut Daten des chinesischen Zolls exportierte China im Jahr 2020 2,22 Milliarden Lithium-Ionen-Batterien, ein Plus von 6,2 % gegenüber 2019. Die Wachstumsrate stieg um 2 % gegenüber dem Vorjahr. Der Exportwert belief sich auf 15,94 Mrd. USD (+22,3 %) und zeigt einen beschleunigten Wachstumstrend; das Exportwachstum in USD war ebenfalls um 2,0% höher als im Vorjahr. Im Jahr 2020 erreichte der durchschnittliche Stückpreis der exportierten Lithium-Ionen-Batterien 7,2 USD pro Einheit (+16,1 %). Importvolumen und der Importwert gingen 2020 hingegen weiter zurück. 2020 importierte China 1,42 Mrd. solche Batterien. Dies stellt einen Rückgang von 1,4 % im Jahresvergleich dar. Und auch die Wachstumsrate ging gegenüber dem Vorjahr um 11,3 % zurück. Der Wert der importierten Batterien betrug 3,54 Mrd. USD (-5,1 %). 2020 betrug der durchschnittliche Stückpreis für importierte Lithium-Ionen-Batterien in China 2,5 USD/Einheit, was einem Rückgang von 3,8 % gegenüber 2019 entspricht. Nichtsdestoweniger stieg der chinesische Handelsüberschuss in diesem Batterie-Segment 2020 weiter auf 12,40 Mrd. USD und dies stellte einen Anstieg von 34,8 % gegenüber 2019 dar (9,20 Mrd. USD). Das prozentuale Wachstum blieb mit +0,8 % gegenüber 2019 weiterhin hoch. [7]

Wenn man sich die Kunden chinesischer Lithium-Ionen-Batterien anschaut, nimmt Europa weiterhin die Rolle des wichtigsten Abnehmermarktes ein. 2020 boomte der europäische Markt für Elektroautos (NEVs) und die Nachfrage war dementsprechend hoch. Dies führte unweigerlich zu einem kontinuierlich schnellen Wachstum der Exporte nach Europa. 29,2 % der gesamten exportierten Batterien gingen nach

Europa, was einem Anstieg von 3,9% gegenüber 2019 entsprach. Der Export nach Nordamerika ist in den letzten Jahren ebenfalls rasant gewachsen. 2020 belief sich der Wert der Exporte auf 2,57 Mrd. USD, eine Steigerung von 31,8 %. Auch das prozentuelle Exportwachstum legte nochmals um 3,5 % zu. Nordamerika nahm 16,1 % der gesamten exportierten Lithium-Ionen-Batterien auf (+1,1 % vgl. 2019). Den Rang 1 unter den Abnehmern hält nach wie vor Asien; dorthin gingen 2020 Batterien im Wert von 7,80 Mrd. USD (+11,6 %). Dieser Wert wurde für 48,9 % der gesamten Exporte von Lithium-Ionen-Batterien errechnet, wobei dieser Anteil um 4,8 Prozentpunkte weniger als 2019 war und in fünf Jahren in Folge zurückgegangen ist.

2020 exportierte China Lithium-Ionen-Batterien in Wert von mehr als 100 Mio. USD in 24 Länder und Regionen, um 3 Länder mehr als im Vorjahr. Unter den Top-20 Abnehmern kam es lediglich in Hongkong, Indien, Brasilien und Frankreich zu rückläufigen Lieferungen aus China (wertmäßig). Alle anderen steigerten die Importe aus China. [7]

Top 6 Importländer von Li-Batterien aus China

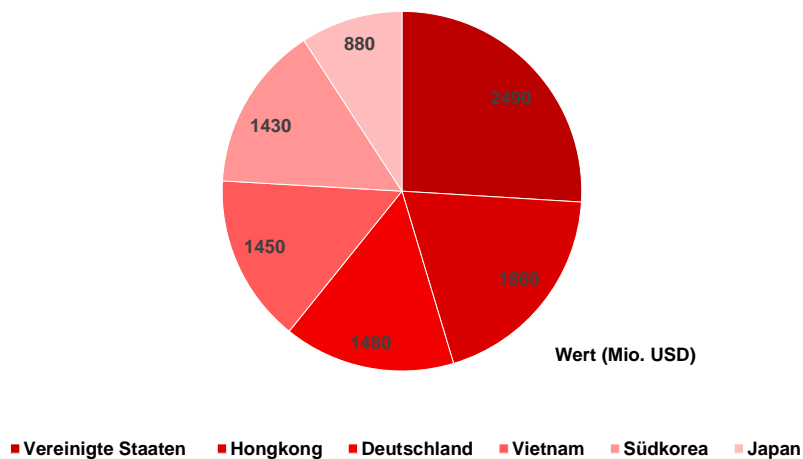


Bild: Top6 Importländer von Lithium-Ionen-Batterien aus China [7]

4.5. Das Dilemma der Lithium-Ionen-Batterie Industrie in China und die Chancen für ausländische Investoren

Obwohl China weltweit führend bei der Produktionskapazität von Power-Lithiumbatterien ist, steht die chinesische Power-Lithium-Batterieindustrie hinsichtlich der nachhaltigen Entwicklung der gesamten Wertschöpfungskette noch immer vor vielen Problemen:

- Rohstoffe:** Die Lithiumerz- und Kobalterz-Ressourcen in China sind äußerst begrenzt. Die Lithium-Reserven in China machen nur etwa 6 % der weltweiten Reserven an Lithium-Ressourcen aus. Im Vergleich zum Ausland sind die Reserven in China gering und nur von mittelmäßiger Qualität. 2019 wurden in China nur 65.000 Tonnen an basischem Lithiumsalz abgebaut und der Rest des Lithiumkonzentrats wurde importiert (Importvolumen insgesamt 1,72 Mio. Tonnen Spodumenkonzentrat).

Kobaltressourcen stellen derzeit eine der knappsten Bodenschätze in der Produktion von Power-Lithiumbatterien dar. Als weltweit größter Kobaltverbraucher belaufen sich die Kobalterz-Reserven Chinas auf nur 80.000 Tonnen, und auch 80 % des Bedarfs an Kobalt ist von Importen abhängig. Kobaltfreie Batterien sind derzeit für die meisten chinesischen Hersteller ein wichtiges

Forschungsthema. Das Ziel wäre, Kobalt durch Nickel zu ersetzen. Somit könnte die Energiedichte in kobaltfreien Batterien theoretisch das gleiche Niveau wie in $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien erreichen. Auch der Preis sollte dann deutlich unter dem von $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien liegen. Es gibt jedoch im Moment keine chinesischen Hersteller, die kobaltfreie Batterien im großen Maßstab produzieren können. Seit einem Jahr beherrscht die Knappheit an Li-Batterien in China z.B. die automotivische Industrie, weil sich die Rohstoffpreise weltweit um ein Vielfaches erhöht haben. [23]

- **Aluminium-Kunststoffolie** ist das äußere Verpackungsmaterial von Softpack-Batterien und eines der unverzichtbaren Materialien für Softpack-Batterien, welches 17 % bis 18 % der Gesamtkosten dieser Batterien ausmacht. Aluminium-Kunststoffolie muss extrem hohe Barriere-Eigenschaften, gute Heißsiegelleistung, Elektrolytbeständigkeit und starke Duktilität, Flexibilität und mechanische Festigkeit aufweisen. Sie ist eines der Materialien, die die höchsten technischen Barrieren in der Wertschöpfungskette darstellen. Derzeit sind der globale Markt und die Technologie für Aluminium-Kunststoffolien von einigen wenigen Unternehmen in Japan und Südkorea beherrscht und die Lokalisierungsrate in China beträgt weniger als 20 %. Insgesamt hat die Aluminium-Kunststoff-Folie eine relativ hohe Lokalisierungsrate in China im Bereich mobiler elektronischer Produkte, aber in den Bereichen Energiespeicherung und Power-Batterien nehmen japanische Unternehmen immer noch eine absolute Monopolstellung ein. [23]
- **Produktionsanlagen für Membrane** sind das einzige Glied in der Wertschöpfungskette, welches immer noch auf importierte Ausrüstung angewiesen ist. Derzeit sind Steel Works (Japan), Toshiba (Japan), Master (Südkorea) und Bruckner (Deutschland) usw. die wichtigsten Ausrüstungslieferanten in der Membranindustrie. Die Mainstream-Membranunternehmen verlassen sich im Wesentlichen auf die oben genannten importierten Ausrüstungslieferanten und es gibt nur wenige inländische Produzenten in der Industrie. Als es zu einer plötzlichen Erhöhung der weltweiten Nachfrage nach Lithiumbatterien kam, waren die Lieferzeiten der Membranindustrie in China aufgrund der Auswirkungen der Produktionskapazität und Lieferzeit ausländischer Gerätehersteller relativ lang; die Lieferzeiten betragen im Allgemeinen mehr als 24 Monate. [24]

4.6. Aussicht und Trends in China

Mit der globalen Energiewende und dem kontinuierlichen Anstieg der Anforderungen an die Kohlenstoffemissionen steigt der Bedarf an NEVs / Elektromobilität weiter an. E-Fahrzeuge fahren mit Lithium-Ionen-Batterien, somit fördert dieser Trend kontinuierlich die Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Batterie-Industrie in China. [72] In naher Zukunft werden sich die folgenden Trends in der Industrie verfestigen:

- Das hohe Wachstum bei Produktion und Verkauf von E-Fahrzeugen hat zu einer starken positiven Entwicklung der chinesischen Lithiumbatterieindustrie im Jahr 2021 geführt. Die Lieferungen werden sich bis Ende 2021 gegenüber 2020 mehr als verdoppeln. Es herrscht dadurch ein Mangel an Produktionskapazität für Lithiumeisenphosphat, $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$, Lithiumhexafluorophosphat und andere Materialien. Folglich leidet diese Industrie unter einer unzureichenden Versorgung mit Kernmaterialien. Unternehmen in der Lithium-Batterie-Wertschöpfungskette investieren in letzter Zeit vermehrt in die südwestlichen Provinzen Chinas, wo reichlich Lithiumerzressourcen vorhanden sind. Die Industrie wird teilweise von den südöstlichen Küstengebieten wie Jiangsu und Fujian in die westlichen Provinzen – hier vor allem Sichuan und Guizhou – verlagert. [25] Laut Experten könnte sich das Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage in 2 - 3 Jahren in China wieder normalisieren. Es wird geschätzt, dass Chinas Bedarf an Lithiumressourcen im Jahr 2025 600.000 Tonnen betragen wird. Man hofft, dass einige wichtige Projekte im Zeitraum von 2021 bis 2025 die Nachfrage nach importierten Lithium-Ressourcen deutlich reduzieren wird. Dazu gehören
 - ein Lepidolith-Projekt in Yichun, Jiangxi Provinz,
 - die Verbesserung der Lithium-Extraktionstechnologie aus Sole vom Qinghai Lake,
 - die Nutzung von Spodumen-Ressourcen in Sichuan und
 - der Fortschritt der Batterie-Recycling-Technologie.

So sollen bis 2025 schätzungsweise 500.000 Tonnen Lithiumressourcen in Yichun erschlossen werden. Mit dem letzten Projekt hofft man, die Verknappung von Lithiumressourcen in China vollständig beendet zu können. [72]

- Da eine große Anzahl von Power-Batterien allmählich in den "Ruhestand" treten, wird der Markt der Wiederverwertung für Lithium-Ionen-Batterien in China immer größer. Das Recycling kann nicht nur die Umweltschutzanforderungen erfüllen, sondern ist auch eine der wichtigsten Maßnahmen, um die Verknappung wichtiger Rohstoffe für diese Batterien zu lindern. [72] Mit der allmählichen Verschrottung von E-Fahrzeugen wird erwartet, dass das Recycling von Power-Lithiumbatterien und Energiespeicher-Lithiumbatterien in den nächsten Jahren stark zunehmen wird. Es wird geschätzt, dass Chinas Markt für das Recycling von Strombatterien im Jahr 2027 20,54 Mrd. EUR überschreiten wird. [26]
- Die rasant steigende Nachfrage nach E-Fahrzeugen und elektrochemischen Energiespeichern erhöht auch den Bedarf an Lithiumbatterien. Es wird geschätzt, dass die weltweite Nachfrage nach Power-Lithiumbatterien im Jahr 2025 bei fast 1 TWh liegen wird und der globale Marktanteil chinesischer Unternehmen für Power-Lithiumbatterien mehr als 60 % erreichen wird. Darüber hinaus wird der Markt von Energiespeicher-Lithiumbatterien exponentiell wachsen, während die Nachfrage nach 3C-Batterieprodukten, insbesondere für Elektrowerkzeuge mit Lithium-Ionen-Batterien, auch stetig wachsen wird. Im Bereich der Elektrofahrräder wird sich aufgrund von neuen Umweltschutzanforderungen die Umwandlung von Blei-Säure-Batterien in Lithium-Ionen-Batterien beschleunigen und das wird eine größere Nachfrage nach Verbraucher-Lithiumbatterien generieren. [25]
- Die Anforderungen der unterschiedlichen Märkte werden zu einer weiteren Diversifizierung der Lithiumbatterietechnologie führen. Die Eigenschaften der verschiedenen Batteriematerialien sind sehr unterschiedlich. Die Technologie der lithiumreichen, manganbasierten und Festkörper-Batterien sollte bald ausgereift sein. In den nächsten 5 bis 10 Jahren werden Lithium-Ionen-Batterien immer noch die wichtigsten Batterieprodukte sein. Auf dem Gebiet der Power-Lithiumbatterien sind kurz- bis mittelfristig $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien und LiFePO_4 -Batterien weiterhin die Standardprodukte. Man erwartet, dass in Zukunft Festkörper-Lithiumbatterien zur kommerziellen Anwendung gelangen. Im Bereich von Verbraucher-Lithiumbatterien dominieren LiCoO_2 -Batterien für 3C-Produkte, während der Marktanteil von $\text{Li}(\text{NiCoMn})\text{O}_2$ -Batterien mit hohem Nickelgehalt allmählich zunehmen wird. Darüber hinaus gehen Experten davon aus, dass im Zeitraum des 14. Fünfjahresplans mit der Anwendung von lithiumreichen, manganbasierten Batterien im kleinen Maßstab in 3C-Bereichen experimentiert wird. Bei Elektrofahrrädern werden Blei-Säure-Batterien durch LiMn_2O_4 -Batterien ersetzt werden. Im Bereich der Energiespeicherung dominieren kurzfristig die LiFePO_4 -Batterien und diese werden in Zukunft durch Natrium-Ionen-Batterien ergänzt. [25]

5. Marktsituation von Brennstoffzellen

5.1. Definition von Brennstoffzellen

Eine Brennstoffzelle ist ein chemisches Gerät – auch als elektrochemischer Generator bekannt –, das die chemische Energie des Brennstoffs direkt in elektrische Energie umwandelt. Da die Brennstoffzelle die freie Gibbs-Energie der chemischen Energie des Brennstoffs in elektrische Energie umwandelt, wird dessen maximale Leistung unbegrenzt sein. Die Verwendung von Brennstoffzellen ist sehr umweltfreundlich, da nur sehr wenige schädliche Gase emittiert werden und deren Lebensdauer verhältnismäßig lang ist. Die Brennstoffzelle besteht hauptsächlich aus der galvanischen Zelle und Systemzubehör (das sogenannte **Balance Of Plant (BOP)**, einschließlich Wasserstoffkreislaufsystem, Luftsystem, Wasserwärmemanagementsystem usw.). [27] Je nach Art des Elektrolyten werden Brennstoffzellen grundsätzlich in fünf Typen eingeteilt:

- Alkalische Brennstoffzelle (AFC),
- Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle (MCFC),
- Phosphorsäure-Brennstoffzelle (PAFC),
- Festoxid-Brennstoffzelle (SOFC) und
- Protonenaustauschmembran Brennstoffzelle (PEMFC).

Im Vergleich zu anderen Brennstoffzellen hat die Protonenaustauschmembran Brennstoffzelle (PEMFC) eine hohe Ausgangsleistungsdichte, eine hohe Massenleistung und kann bei Raumtemperatur arbeiten und schnell starten. Es ist die derzeit am weitesten verbreitete Technologie und wird hauptsächlich in NEVs / Elektrofahrzeugen verwendet. [28] Nach Angaben der US Energy Administration ist die Kostenstruktur von Brennstoffzellen wie folgt:

- Wasserstoffkreislaufsystem (4 %),
- galvanische Zelle (62 %),
- Wärmemanagementsystem (6 %),
- Luftkompressor (14 %),
- Luftbefeuchter (7%),
- andere (7%).

Die galvanische Zelle ist das Herzstück, in dem die elektrochemische Reaktion stattfindet. Eine typische galvanische Zelle der PEMFC besteht wiederum hauptsächlich aus Katalysatoren, Protonenaustauschmembranen, Gasdiffusionsschichten, Bipolarplatten und anderen Strukturteilen, wie Dichtungen, Endplatten und Kollektorplatten, wobei die Katalysatoren, Protonenaustauschmembranen und Gasdiffusionsschichten die sogenannte Membran-Elektroden-Einheit (MEA) bilden, was 75% der Gesamtkosten der galvanischen Zelle ausmacht. [29]

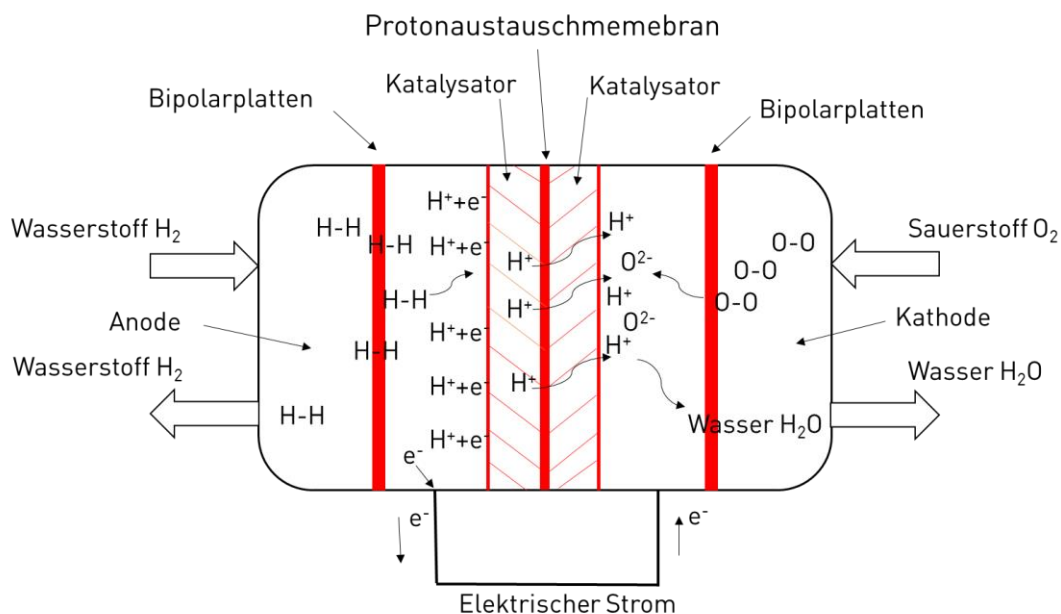


Bild: Aufbau einer PEMFC Brennstoffzelle

5.2. Voraussetzungen sowie Notwendigkeit für die Entwicklung von Brennstoffzellen in China

China verfügt über die weltweit größten Wasserstoffressourcen und Wasserstoffproduktionskapazitäten. Hinsichtlich der Quellen für die Wasserstoffproduktion dominieren die fossilen Ressourcen: Mehr als 96 % der weltweit wichtigsten Rohstoffe für die künstliche Wasserstoffproduktion stammen aus der thermochemischen Reformierung traditioneller fossiler Ressourcen, und nur etwa 4 % stammen aus elektrolysiertem Wasser. Geographisch betrachtet hat die Region Asien-Pazifik die größte Wasserstoffproduktionskapazität, während China derzeit das Land mit der größten

Wasserstoffproduktionskapazität und das Land mit der weitesten Verbreitung der Wasserstoffproduktion ist. Die internationale Wasserstoffproduktion belief sich jährlich auf etwa 63 Mio. Tonnen (Stand. 12.2021). Davon entfielen etwa 22 Mio. Tonnen auf China, dies entspricht einem Drittel der weltweiten Kapazität. China ist somit der größte Wasserstoffproduzent der Welt. China verfügt auch über reichlich Reserven an Kohle- und Erdgasvorkommen, welche auch die wichtigsten Rohstoffe für die künstliche Wasserstofferzeugung (jeweils 62 % bzw. 19 %) in China sind. Mit der Entwicklung der Kohle-zu-Synthese-Gas und Kohle-zu-Öl-Industrie steigt die Leistung der Konversion von Kohle-zu-Wasserstoff von Jahr zu Jahr. Das Produktionsvolumen ist sehr groß und die Kosten der Wasserstoffproduktion liegen bei etwa 2,73 EUR/kg. [30]

5.3. Übersicht der Wertschöpfungskette

Die nationale chinesisch Umweltschutzpolitik "**Emission peak and Carbon neutrality**" führt die Brennstoffzellentechnologie als eine strategische Wahl für die zukünftige Energietechnologie Chinas an. Die Entwicklung von Brennstoffzellen wird während des Zeitraums des 11. Fünfjahresplans bis zum 14. Fünfjahresplan als ein wichtiges F&E-Ziel genannt. Im Jahr 2021 gab es in China 1.440 registrierte relevante Unternehmen in dieser Industrie, was einer Steigerung von 70 % gegenüber dem Vorjahr entsprach. 2021 waren die meisten Brennstoffzellenunternehmen in der Provinz Guangdong (1.924), gefolgt von Jiangsu (1.358) angesiedelt. Auf den Plätzen drei bis fünf folgten Shangdong (1.157), Zhejiang (605) und Shanghai (508). [27] Der Fortschritt der Lokalisierung der Produktion von Brennstoffzellen variiert in jeder Wertschöpfungskette. Chinesische Unternehmen haben in vielen Aspekten die Lokalisierung der Produktion von Komponenten erreicht, aber z.B. auf dem Gebiet der Kernmaterialien für galvanische Zelle (Katalysatoren, Protonenaustauschmembranen, Gasdiffusionsschichten) fand noch kein Durchbruch in der lokalen Massenproduktion statt.

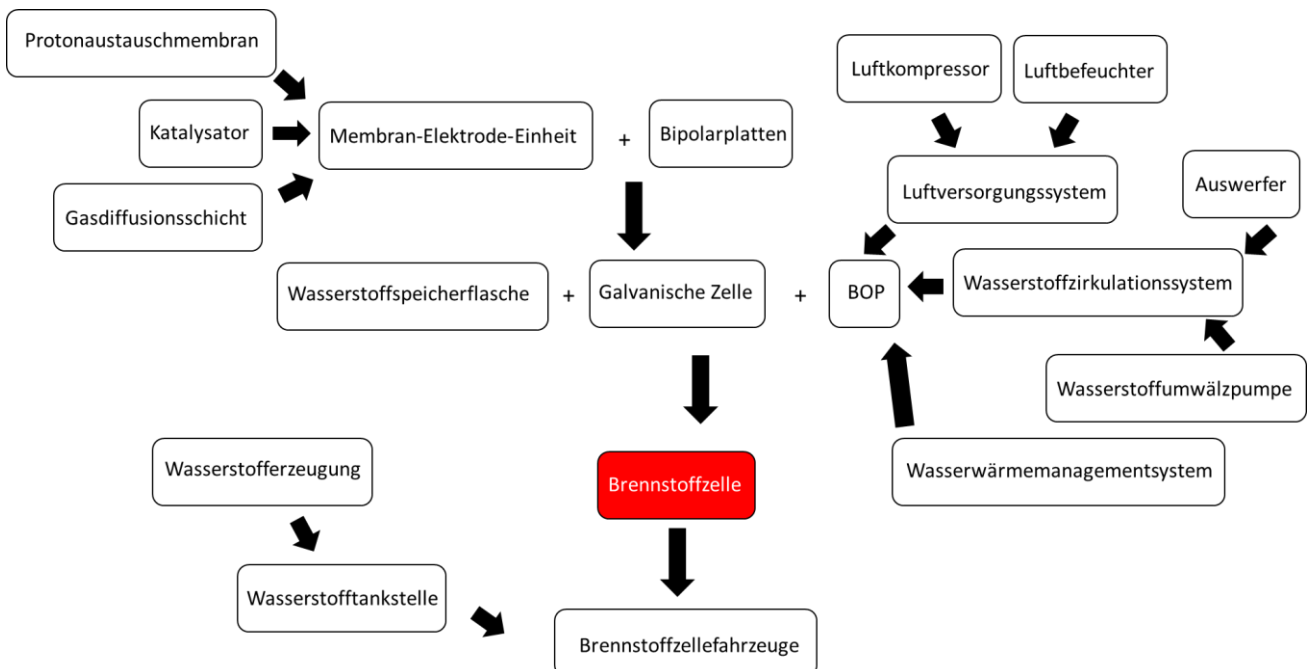


Bild: Wertschöpfungskette von Brennstoffzellen

5.3.1. Markübersicht Galvanische Zellen Industrie

5.3.1.1. Kernkomponenten der galvanischen Zellen

Die galvanische Zelle ist das Herzstück der Brennstoffzelle, welche wiederum aus Katalysatoren, Protonenaustauschmembranen, Gasdiffusionsschichten und Bipolarplatten besteht. Für Brennstoffzellenkatalysatoren bestehen hohe Leistungsanforderungen und in diesem Entwicklungsstadium bevorzugen chinesische Hersteller galvanischer Zellen jene Katalysatoren, welche die Tests laut ausländischen Standards, wie TÜV oder CE, bestanden haben. Hauptsächlich geht es um die ausländischen Katalysatoren mit höherer Aktivität und geringer Platinbeladung. 2019 gab es 15 chinesische Hersteller für Brennstoffzellenkatalysatoren; in chinesischen Brennstoffzellenfahrzeugen hingegen kommen hauptsächlich Katalysatoren von **TANAKA** aus Japan und **Johnson Matthey** aus Großbritannien zum Einsatz. Der inländische Markt für Brennstoffzellenkatalysatoren ist von ausländischen Unternehmen dominiert, mit einem Marktanteil von 75 %-82 %. Große chinesische Marken sind noch im Stadium der Kleinserienproduktion oder Forschung und Entwicklung.

Die Protonenaustauschmembran ist die Kernkomponente der galvanischen Zelle und ihre Qualität bestimmt die Lebensdauer der Brennstoffzelle. Die wichtigste Funktion der Protonenaustauschmembran besteht darin, Protonen zu übertragen, den Durchgang von Protonen sicherzustellen und Elektronen, Wasserstoffmoleküle, Wassermoleküle usw. abzufangen, was die Lebensdauer und Leistung der galvanischen Zelle gewährleistet. Die Kerntechnologie für die Protonenaustauschmembran befindet sich hauptsächlich in den Händen von **Chemours** aus den USA. Als lokaler Player hat derzeit nur die **Dongyue Group** eine Testproduktion im kleinen Maßstab erreicht. Die Gasdiffusionsschicht wurde in China noch nicht industriell produziert. Die Gasdiffusionsschicht umfasst die Basisschicht und die sie bedeckende mikroporöse Oberflächenbeschichtung, die ein wichtiger Bestandteil der Protonenaustauschmembran-Brennstoffzelle (PEMFC) ist. Der Markt für Kohlepapier – das Kernmaterial der Gasdiffusionsschicht – wird derzeit von internationalen Unternehmen dominiert. Die führenden Unternehmen sind **Toray** aus Japan, **Ballard Power Systems** aus Kanada und **SGL** aus Deutschland. China hat hingegen keine kommerziellen Produkte auf diesem Gebiet. Derzeit führen nur die **Central South University** und die **Jiangsu Tianniao High-tech Co., Ltd.** Forschung zu Kohlepapier durch, um langfristig eine eigene Gasdiffusionsschicht auf den Markt bringen zu können.

Die Bipolarplatte, auch Strömungsfeldplatte genannt, ist das „Skelett“ der galvanischen Zelle. Sie wird gestapelt und mit der Membran-Elektroden-Einheit (MEA) zu einem Stapel zusammengebaut. Die Bipolarplatte spielt eine wichtige Rolle beim Tragen und Sammeln von Strom und dem Verteilen von Gas innerhalb der Brennstoffzelle. Bipolarplatten können je nach Material in Graphit-Bipolarplatten und Metall-Bipolarplatten unterteilt werden. Graphit-Bipolarplatten mit guter elektrischer Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Stabilität und Korrosionsbeständigkeit sind die gängigen Bipolarplatten in China. Mit der schrittweisen Verbesserung der Leistungsfähigkeit metallischer Bipolarplatten stieg gleichzeitig deren Marktanteil rapide an. Während die Bipolarplatten aus Graphit im Jahr 2020 bis zu 65 % des Marktes in China ausmachten, gewann auch die Bipolarplatte aus Metall schnell an Bedeutung und machte 35 % des Marktes aus. Zu den führenden chinesischen Unternehmen für Bipolarplattentechnologie aus Metall gehören **Sunrise Power Co., Ltd.**, **Shanghai Yoogle Metal Technology Co., Ltd.**, **Shanghai Hydrogen Propulsion Technology Co., Ltd.** und **FTXT Energy Technology Co., Ltd.** [31]

5.3.1.2. Markübersicht Membran-Elektroden-Einheit (MEA)

Die Membran-Elektrode-Einheit (MEA) ist die Kernkomponente der Brennstoffzelle, die direkt die Leistungsdichte, Haltbarkeit und Lebensdauer der Brennstoffzelle bestimmt. Die Membran-Elektroden-Einheit umfasst hauptsächlich Katalysator, Protonenaustauschmembran und Gasdiffusionsschicht und macht etwa 75 % der Kosten der galvanischen Zelle aus (Katalysator 36%; Bipolarplatte 23%; Protonenaustauschmembran 16%). Mit der Entwicklung der Brennstoffzellenindustrie ist auch die Marktnachfrage nach Membran-Elektroden-Einheiten gestiegen. Nach Angaben der **China Hydrogen Energy Alliance** betrug das Marktvolumen für Membran-Elektroden-Einheit in China im Jahr 2020 24.65

Mio. EUR. Es wird geschätzt, dass die CAGR des jährlichen Marktvolumens für Membranelektroden in China von 2021 bis 2025 83 % betragen wird. Im Jahr 2030 wird sich das Marktvolumen für Membran-Elektroden-Einheiten in China auf 2.37 Mrd. EUR belaufen. Ab dem Jahr 2021 beschleunigten chinesische Hersteller die Produktion von Membran-Elektroden-Einheiten und die doppelseitige Direktbeschichtungstechnologie und die integrierte Membranelektrodenformungstechnologie wurden zur Standard-Technologie. Während ausländische Anbieter bereits über automatisierte Batch-Produktionslinien mit einer jährlichen Produktionskapazität von Tausenden von m² bis zu 10.000 m² verfügen, wurden die lokalen Produktionslinien erst im Jahr 2019 fertiggestellt und die Massenproduktion von Membran-Elektroden-Einheiten in China fing damit auch an: **SinoHyKey Technology Company Limited** (geplante jährliche Produktionskapazität: 10 Mio. Stück, 300.000 Quadratmeter), **Suzhou Hydrogine Power Technology Co., Ltd.**, (geplante jährliche Produktionskapazität: 1 Mio. Stück) und **WUT Hypower Technologies Co., Ltd.** (geplante jährliche Produktionskapazität: 100.000 Quadratmeter). Die technischen Merkmale von Membran-Elektroden-Einheiten chinesischer Produktion kommen nahe an das Niveau der internationalen Konkurrenten heran und einige technische Merkmale können sogar das Niveau von ausländischen Produzenten überschreiten. Schaut man sich die tatsächliche Produktleistung an, sind chinesische Produkte vergleichbar mit internationalen. Beispielsweise kann die Leistungsdichte einiger Marktführer 1,4 W/cm² und die Lebensdauer von mehr als 20.000 Stunden erreichen. Die Leistungsdichte der Membran-Elektroden-Einheiten der Firma Suzhou Hydrogine Power Technology Co., Ltd. erreicht 1 W/cm² und die der Firma SinoHyKey Technology Company Limited sogar schon 1,4 W/cm². Die Testlebensdauer aller Produkte erreicht mindestens 10.000 Stunden und diese erfüllen somit grundsätzlich die Anforderungen industrieller Anwendungen. Mit der lokalen Massenproduktion wird der Beschaffungspreis von Membran-Elektroden-Einheiten in China weiter sinken und der Preis wird voraussichtlich im Jahr 2025 bei ca. 8.2 Cent (EUR)/ cm² liegen. [32]

5.3.1.3. Markübersicht Galvanische Zellen

Nach Angaben der **China Hydrogen Energy Alliance** war der Markt für galvanische Zellen in China im Jahr 2021 etwa 84,9 Mio. EUR wert. Die CAGR der Marktnachfrage nach galvanischen Zellen wird im Zeitraum 2021-2025 voraussichtlich 87 % betragen. Bis 2030 wird der Markt für galvanische Zellen um 2,10 Mrd. EUR zulegen. Das Liefervolumen von galvanischen Zellen im Jahr 2021 betrug 757 MW, was einer Steigerung von 128 % gegenüber dem Vorjahr entsprach, mit steigenden Wachstumsraten. **Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd.** hat einen kumulierten Marktanteil am Liefervolumen von mehr als 50 % in China und hat sich somit im Laufe der Jahre den Rang 1 als Lieferant erarbeitet. Von 2015 bis 2021 hat das Unternehmen rund 5.000 Sätze von galvanischen Zellen an Systemintegratoren geliefert. Danach folgen **Shanghai Shenli Technology Co., Ltd.** (1.000 Sätze) und **Sunrise Power Co., Ltd.** (1.000 Sätze). Die Top-5-Unternehmen für galvanische Zellen nach Liefermenge im Jahr 2021 waren:

1. Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd.,
2. **Shanghai H-RISE New Energy Technology Co., Ltd.**,
3. Shanghai Shenli Technology Co., Ltd.,
4. **CEMT Hydrogen Equipments Co., Ltd.** und
5. **Jiangsu Horizon New Energy Technology Co., Ltd.**

Von 2019 bis 2021 kamen neue Marktteilnehmer in der Brennstoffzellensystembranche hinzu; staatliche Entwicklungsziele und positive zukünftige Marktaussichten waren sicher ausschlaggebend dafür. Größere lokale Produktion von Kernmaterialien und Schlüsselkomponenten führten zu einer signifikanten Preisreduktion bei galvanischen Zellen in China. 2020 lagen die Preise rund 30 % bis 50 % unter jenen des Vorjahrs. Voraussichtlich wird der Verkaufspreis in den nächsten Jahren weiter jährlich um 25 % bis 30 % sinken. [29]

5.3.2. Marktübersicht Systemzubehör

5.3.2.1. Balance of Plan (BOP)

Das BOP der Brennstoffzelle besteht hauptsächlich aus einem Luftversorgungssystem (mit den Hauptbestandteilen Luftkompressor und Luftbefeuchter), einem Wasserstoffzirkulationssystem (Hauptbestandteile Wasserstoffumwälzpumpe und Auswerfer), einem Wasserwärmemanagementsystem (Hauptbestandteil Kühlwasserpumpe) und einem Steuersystem. Es gibt derzeit (Stand: Mai 2022) insgesamt 61 chinesische Unternehmen in der BOP-Lieferkette für Brennstoffzellensysteme.

Chinesische Firmen können derzeit Luftkompressoren und Umwälzpumpen herstellen und es hat sich bereits ein harter Wettbewerb auf diesem Teilmarkt entwickelt. Der Wettbewerb bei Luftkompressoren ist dementsprechend hart und verschärft sich weiter. Bis 2021 kamen die Top-4-Lieferanten alle aus China und hatten zusammen einen Marktanteil von etwa 95 %. Marktführer war **XecaTurbo Technologies Co., Ltd.** mit fast 60 % Marktanteil. Die Industrie der Brennstoffzellen-Luftkompressoren befindet sich in China aber immer noch in der Anfangsphase. Es treten weiterhin viele traditionelle Unternehmen für Luftkompressoren in den Markt ein, wie **Beijing Wenli Technology Co., Ltd.** und **Beijing Bolken Energy Technology Inc.**

Die Produktion von Luftbefeuchtern ist hingegen kaum lokalisiert, daher wagen vermehrt Unternehmen den Markteintritt. Importprodukte dominierten den Markt für Luftbefeuchter noch im Jahr 2019 in China. KOLON hatte einen Marktanteil von über 77 %. Im Vergleich zu 2019 hat sich der Markt im Jahr 2021 stark verändert. Obwohl einige Unternehmen immer noch Luftbefeuchter ausländischer Marken verwendeten, haben auch chinesische Lieferanten den Markteintritt geschafft und wurden in großem Maßstab in Brennstoffzellen verbaut. Im Jahr 2021 machte z.B. der Marktanteil der Firma **Shenzhen yitengdi new energy Co., Ltd.** schon mehr als 48 % aus. [33]

Die Wasserstoffumwälzpumpe ist eine weitere Schlüsselkomponente der Brennstoffzelle. Sie spielt eine wichtige Rolle bei der Verbesserung der Kraftstoffnutzung und der Gewährleistung der Wasserstoffsicherheit. Auch in diesem Subsegment nehmen die Technologien internationaler Unternehmen eine Monopolstellung ein. Die heimische Technologie ist noch unausgereift. Zu den Unternehmen mit einer relativ ausgereiften Technologie gehört vor allem die Firma **Park** aus den USA. Deren Wasserstoffumwälzpumpe wurde bereits mehrfach in verschiedenen Brennstoffzellenfahrzeugen in China eingesetzt. Es gibt derzeit noch keine chinesische Alternative mit vergleichbarer Qualität. Die chinesischen Unternehmen **Snowman Group**, **Hanbell Precision Machinery Co., Ltd.** und **Jinan Super Technology Co., Ltd.** sind derzeit in der Wasserstoffumwälzpumpenindustrie aktiv. Die chinesischen Produkte sind mit Problemen wie der unzureichenden Wasserstoffversiegelung sowie Wasserdampfkorrosion konfrontiert und sind ungeeignet für galvanische Zellen von 60 kW und mehr. [31]

5.3.2.2. Marktübersicht Wasserstoffspeicherflasche

Die Wasserstoffspeicherflasche spielt hauptsächlich die Rolle der Speicherung von Wasserstoff und kann je nach Material und Zusammensetzung in 5 Typen (I-V) unterteilt werden. Unter ihnen ist die Wasserstoffspeicherflasche vom Typ III mit 35 MPa derzeit in China weit verbreitet, während der Typ IV mit 70 MPa im Ausland häufiger verwendet wird. Der Typ IV besteht aus Kunststoffmaterial und bringt die Vorteile eines geringen Gewichts, niedriger Kosten und hoher Massenspeicherdichte für Wasserstoff und ist somit für die Anwendung in Pkws geeignet. Hingegen sind die Wasserstoffzellenfahrzeuge auf dem chinesischen Markt hauptsächlich Busse und Lkws, die geringe Anforderungen an Gewicht und Kosten stellen, und damit ist die Wasserstoffspeicherflasche des Typs III populär auf dem chinesischen Markt. Die Entwicklung von Hochdruck-Wasserstoffspeicherflaschen mit 70 MPa unterliegen in China noch technischen Schwierigkeiten und die Hochdruck-Wasserstoffspeicherflaschen sind kaum in der Praxis zu finden. Obwohl die Wasserstoffzellenfahrzeuge mit 70-MPa-Hochdruck-Wasserstoffspeicherflaschen noch nicht tatsächlich auf der chinesischen Straße unterwegs sind, gibt es derzeit 6 führende chinesische Unternehmen, die 70-MPa-Flaschen des Typs III oder sogar IV entwickeln oder über die Kapazität zur Massenproduktion verfügen: **Beijing CTC Tank Technologies Limited**, **FTXT Energy Technology Co., Ltd.**,

Beijing Tianhai Industry Co., Ltd., Sinoma Science & Technology Co.,Ltd., Zhangjiagang Furui special equipment Limited und Slinda. FTXT Energy Technology Co., Ltd. hat kürzlich die 70 MPa IV-Flaschentechnologie vorgestellt. (31)

5.3.3. Marktübersicht Systemintegratoren

Die Lieferanten von Brennstoffzellensystemen in China umfassen hauptsächlich drei Kategorien:

- Firmen, die früher in die Brennstoffzellenindustrie eingestiegen sind und über unabhängige Kerntechnologien und langjährige Erfahrung verfügen: **Sunrise Power Co., Ltd., Beijing SinoHytec Co.,Ltd.** usw.
- Firmen, die gut im internationalen Technologietransfer und der -zusammenarbeit verankert sind und eine gewisse Massenproduktionskapazität haben: **REFIRE, Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd.**
- Unternehmen, die das Geschäft mit Brennstoffzellen durch Investitionen, Kooperationen in der Wertschöpfungskette und Technologieeinführung ausbauen, wie **Vision Group** usw.

Aus technischer Sicht haben sich heimische Brennstoffzellensysteme bei Kennzahlen wie Nennleistung, Massenleistungsdichte und Tieftemperatur-Startfähigkeit schrittweise dem internationalen Spitzenniveau angenähert. (34)

5.3.3.1. Major Players

Beijing SinoHytec Co., Ltd.

Dies ist ein High-Tech-Unternehmen, das sich auf die Forschung und Entwicklung sowie die Industrialisierung von Brennstoffzellen konzentriert. Es hat sich zum Ziel gesetzt, eine führende Marke für Brennstoffzellenmotoren in China zu werden. Es hat an großen internationalen Demonstrationsprojekten für Wasserstoffenergie und Brennstoffzellenfahrzeuge teilgenommen. Die Brennstoffzellen dieser Firma umfassen die Serien 30 kW, 40 kW, 60 kW, 80 kW und 120 kW. Von 2016 bis Ende Juni 2021 erreichte das kumulierte Verkaufsvolumen von Yihuatong 1.272 Systeme. (Marktanteil 17,6 %, Nr. 2). Der Markt dieser Firma verteilt sich hauptsächlich auf die Ballungsräume Beijing-Tianjin-Hebei, Hebei, Chengdu und Shenzhen. Zu den Fahrzeugunternehmen, die mit SinoHytec zusammenarbeiten, gehören BAIC Foton, Sunlong Bus, Geely Commercial Vehicle, Yutong Bus. (34)

REFIRE

Das Hauptprodukt der Shanghai REFIRE Group sind Brennstoffzellensysteme. Es ist eines der ersten Unternehmen in China, das die Massenanwendung von Brennstoffzellen realisiert. REFIRE Group liefert derzeit zwei Produktserien, nämlich die Caven-Serie und Prisma-Serie, von denen das Brennstoffzellensystem der Caven-Serie eine Nennleistung von 32-56 kW hat. Die Hauptanwendungsszenarien dieser Serie sind leichte und mittlere Fahrzeuge. Das Brennstoffzellensystem der Prisma-Serie hat eine Nennleistung von 63-130 kW, und die Hauptanwendungsszenarien decken leichte, mittlere und schwere Fahrzeuge ab. Von 2016 bis Juni 2021 hat die REFIRE Group eine kumulierte Verkaufszahl von 1.804 Systeme erzielt (Marktanteil 24,96 %, Nr. 1). Der Markt dieses Unternehmen verteilt sich hauptsächlich auf Shanghai, Shenzhen und Guangzhou. Zu den Fahrzeugunternehmen, die mit REFIRE zusammenarbeiten, gehören Zhongtong Bus, Dongfeng Automobile, Sunlong Bus, Wulong Automobile und Yutong Bus. (34)

Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd.

Die Hauptprodukte dieser Firma umfassen galvanische Zellen und Brennstoffzellensysteme. Die Firma ist das erste Unternehmen, das die Industrialisierung von Brennstoffzellenstapeln in China durch die

Einführung der Ballard 9SSL-galvanische Zelltechnologie realisiert hat. Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd. hat sehr früh mit der unabhängigen Forschung und Entwicklung von galvanischen Zellen und Brennstoffzellen begonnen. Das Unternehmen verfügt derzeit über eine Produktionskapazität von 20.000 galvanischen Zellen und 5.000 Brennstoffzellen und die Produktionslinie zählt zu den größten weltweit. Von 2016 bis Juni 2021 hat die Firma und dessen Joint-Ventures eine kumulierte Verkaufszahl von 1.600 erreicht und die Hauptmärkte dieser Firma sind hauptsächlich in Qingdao, Wuhan, Tangshan. Die Kooperationspartner dieser Firma sind: Foshan Feichi Technology Co., Ltd. und Dongfeng Automobile. (34)

Vision Group

Shenzhen Vision Group ist hauptsächlich in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Produktion und Vertrieb von chemischen Energiequellen, Power-Lithiumbatterien und Brennstoffzellen tätig. Bei Brennstoffzellen deckt die Firma die komplette Wertschöpfungskette, wie Wasserstofferzeugung, Membran-Elektroden-Einheit, galvanische Zelle, Brennstoffzelle und Brennstoffzellenfahrzeuge, ab. Gleichzeitig hat das Unternehmen in Schlüsselkomponenten und Materialien von galvanischen Zellen intensiviert, um in Zukunft unabhängig von ausländischen Lieferanten zu werden. Derzeit umfassen die Brennstoffzellen des Unternehmens zwei Serien: VISH und VISTAH mit einer Leistung Abdeckung von 52-130 kW. Von 2016 bis Juni 2021 hat die Firma kumulierte Verkäufe von 242 Systemen erzielt (Marktanteil 3.35 %, Nr. 10), und das Unternehmen liefert hauptsächlich nach Shanghai, Foshan, Datong, Jingmen, Wuhan und Guangzhou. Die Hauptabnehmer sind Shanghai Sunlong Bus Co., Ltd., Zhongtong Bus Holding Co., Ltd., Foshan Feichi Automobile Manufacturing Co., Ltd. Und Nanjing Jinlong Bus Manufacturing Co. Ltd., (34)

5.3.4. Marktübersicht Wasserstofftankstellen

Der Bau von Wasserstofftankstellen ist eine notwendige Voraussetzung für die Entwicklung der Brennstoffzellen sowie vom Brennstoffzellenfahrzeugen. Vermehrte Brennstoffzellenfahrzeuge in China und der immer raschere und verstärkte Eintritt von Energieunternehmen wie **Sinopec** und **PetroChina** in diesem Markt haben zu einer deutlichen Zunahme der Wasserstofftankstellen in China geführt. Bis Ende 2021 waren in China 218 Wasserstofftankstellen in Betrieb, 100 mehr als im Vorjahr. Es wird erwartet, dass bei der aktuellen Marktsituation mit starker Nachfrage nach Wasserstofftankstellen im Jahr 2022 in China 287 weitere neu gebaut werden.

ANZAHL AN WASSERSTOFFTANKSTELLEN

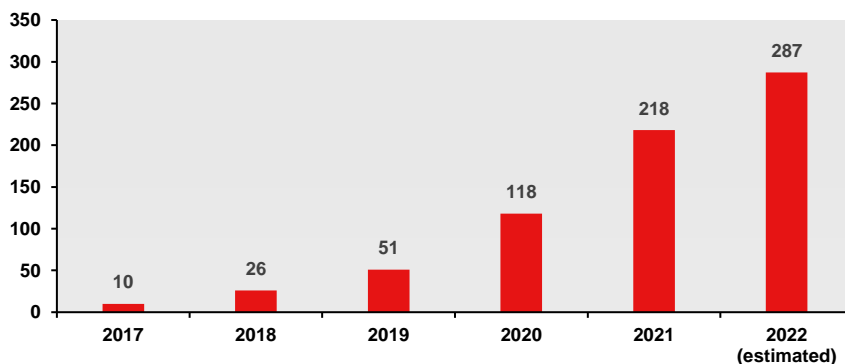


Bild: Anzahl an Wasserstofftankstellen (35)

Derzeit machen Wasserstofftankstellen mit dem täglichen Füllvolumen unter 500 kg 69 % der gesamten Wasserstofftankstellen aus, gefolgt von jenen mit dem täglichen Füllvolumen von 501-1.000 kg (25 %). Steigende Wasserstofffahrzeuge im Straßenverkehr und angepasste Richtlinien haben den Bau neuer

Wasserstofftankstellen mit höherem täglichen Füllvolumen in China beschleunigt. Laut der „Energy-saving and New Energy Vehicle Technology Roadmap 2.0“, die 2020 von der **Chinese Society of Automotive Engineers** veröffentlicht wurde, soll die Anzahl an Wasserstofftankstellen im Jahr 2025 1.000 und in den Jahren 2030–2035 über 5.000 erreichen. Unter Berücksichtigung des Planungs- und Entwicklungsstands der Wasserstoffenergie- und Brennstoffzellenindustrie in verschiedenen Kommunalverwaltungen ergibt sich lt. den obigen Zielvorgaben ein jährliches Wachstum von 48% bzw. 43% in den kommenden 5-10 Jahren bei den Tankstellen. Derzeit wurden Wasserstoffenergiepläne in fünf Demonstrations-Städtegruppen eingeführt. Die fünf Demonstrations-Städtegruppen umfassen 40 Städte in 13 Provinzen. Dort sollen bis 2025 über 822 Wasserstofftankstellen entstehen. [35]

Demonstrations-Städtegruppe	Anzahl der teilnehmenden Städte	Anzahl der geplanten Wasserstoffzellenfahrzeuge	Anzahl der geplanten Wasserstofftankstellen
Peking-Tianjin-hebei	6	16.330	136
Shanghai	7	16.500	140
Guangdong	12	15.600	200
Hebei	14	23.530	172
Henan	15	17.800	174
Gesamtzahl	40	89.840	822

Tabelle: Demonstrations-Städtegruppen für die Wasserstoff-Technologien [35]

Von 2022 bis 2025 werden die Gesamtinvestitionen in den Bau von Wasserstofftankstellen in China 1,71 Mrd. EUR übersteigen. Die Gründe, die Investitionen in Wasserstofftankstellen von Jahr zu Jahr steigern, sind folgende:

- Vermehrter Bau von neuen Wasserstofftankstellen und somit notwendiger Ausbau der Wasserstofftankkapazität. Dies führt zu einem vermehrten Bedarf und gleichzeitig höheren Anforderungen an Wasserstoffenergieanlagen, wie Kompressoren, Wasserstofftankmaschinen und Wasserstoffspeicherbehälter. Von den 2021 neu gebauten Wasserstofftankstellen waren 13 70MPa-Wasserstofftankstellen. Die 70MPa-Wasserstofftankstelle ist in der Regel mit einem Wasserstoffkompressor mit Druckkapazität von 90MPa und einem Wasserstoffspeicherbehälter mit Druckkapazität von 98MPa oder mehr ausgestattet. Die Kernkomponenten wie Wasserstofftankpistole und Hochdruck-Wasserstoffventil werden derzeit importiert. Mit staatlicher Förderung und einer schnellen Lokalisierung der Kernkomponenten wird der Anteil von 70-MPa-Wasserstofftankstellen in Zukunft schrittweise zunehmen.
- Die neu eingeführte Politik der integrierten Wasserstoffherzeugungs- und Tankstation hat eine neue Nachfrage nach Wasserstoffherzeugungsausrüstung für bestehende Wasserstofftankstellen geschaffen. In dem soeben von der **Nationalen Entwicklungs- und Reformkommission** veröffentlichten „**Medium and Long-Term Plan for the Development of Hydrogen Energy Industry (2021-2035)**“ wird Förderung der Erforschung neuer Modelle von integrierbaren Wasserstofftankstellen (mit Wasserstoffherzeugung, Wasserstoffspeicherung und Wasserstoffbetankung) festgeschrieben.
- Demonstrationsprojekte in z.B. Shanghai Lingang, Tianjing für Tankstellen für flüssigen Wasserstoff wurden bereits gestartet. Folglich wird auch die Ausrüstung für flüssigen Wasserstoff verstärkt nachgefragt und die Gesamtinvestitionen in Wasserstofftankstellen werden dementsprechend zunehmen. Faktoren wie die Wirtschaftlichkeit sowie Gesetze und Vorschriften verhindern, dass integrierte Wasserstofftankstelle sowie Flüssigwasserstoff-Tankstelle kurz- und mittelfristig zum Mainstream werden. Die Wasserstoffquelle für Chinas Wasserstofftankstellen wird nach wie vor hauptsächlich der hochdruckgasförmige Wasserstoff bleiben.

Derzeit machen die Anschaffungskosten für die Ausrüstung beim Bau einer Wasserstofftankstelle etwa 60-80 % der Gesamtinvestition aus und für einige Kernkomponenten ist man immer noch auf Importe

angewiesen. Mit technologischem Fortschritt, Lokalisierung und Skaleneffekt werden die Kosten für Wasserstoffenergieanlagen in Tankstellen von Jahr zu Jahr sinken. Aufgrund der Zunahme der durchschnittlichen Füllleistung von Wasserstofftankstellen werden die Gesamtinvestitionen in die Einzelstationsausrüstung jedoch zunächst abnehmen und erst zeitverzögert steigen. Von 2022 bis 2025 wird das kumulierte Marktvolumen des chinesischen Marktes für die Integration von Wasserstofftankstellenanlagen mit einer durchschnittlichen jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate von über 56 % 1,37 Mrd. EUR erreichen, (35)

Nach der Bekanntmachung der „CO₂-Neutralität und CO₂-Höchststand“-Politik haben verschiedene Unternehmen ihre Investitionen in das Wasserstoffenergiegeschäft und damit verbundene Dienstleistungen wie Wasserstoffaufbereitung, -speicherung, -transport und -verkauf kontinuierlich erhöht. Unter ihnen macht Sinopec große Fortschritte auf dem Gebiet des Baus von Wasserstofftankstellen in China. Die jährliche Wasserstoffproduktion von Sinopec betrug etwa 3,9 Mio. Tonnen im Jahr 2021, was etwa 11 % der nationalen Wasserstoffproduktion entsprach. Sinopec betrieb bis 2021 74 Wasserstofftankstellen und weitere 30 Wasserstofftankstellen befinden sich derzeit in Bau. Bis 2025 wird Sinopec voraussichtlich insgesamt 1.000 Wasserstofftankstellen bzw. Öl-Wasserstoff-Mischstationen bauen. Im Jahr 2021 hat PetroChina 19 Wasserstoffreinigungsprojekte mit einer Wasserstoffreinigungskapazität von 4 Tonnen pro Tag in 7 Regionen (Bohai Rim, Shaanxi, Gansu, Ningxia, Südchina, Südwestchina, Xinjiang, Heilongjiang und Jilin) gebaut und insgesamt 8 Wasserstofftankstellen in Betrieb genommen. Bis Ende 2021 hatte Houpu Clean Energy Co., Ltd. 78 Wasserstofftankstellen in Betrieb, weitere 148 Wasserstofftankstellen sind geplant. Die bestehenden Aufträge von Houpu Clean Energy Co., Ltd. für Wasserstoffenergie-Füllanlagen und technische Konstruktionen belaufen sich derzeit auf 26.7 Mio. EUR. (36)

5.3.5. Das Brennstoffzellenfahrzeug

Das Brennstoffzellenfahrzeug (FCV) ist derzeit das einzige große Anwendungsszenario mit gewisser Kommerzialisierung für Brennstoffzellen. Ein Brennstoffzellenfahrzeug (FCV) ist eine neue Art von Elektrofahrzeug, das hauptsächlich Wasserstoff als Kraftstoff verwendet. Es nützt den vom bordeigenen Brennstoffzellengerät erzeugten Strom als Antriebskraft mit der Unterstützung einer herkömmlichen Batterie als Start-Stopp-Batterie. 2021 konnte der Brennstoffzellenmarkt stark zulegen. Brennstoffzellenfahrzeuge sind eine der drei großen Entwicklungsrichtungen bei Elektrofahrzeugen/NEVs und wurden auf nationalem und lokalem Level schon länger gefördert. Der Staatsrat hat im „Government Work Report“ von 2019 klar erklärt, die Entwicklung der Wasserstoffenergie- und Brennstoffzellenindustrie zu unterstützen und einige Regionen wie Shanghai haben Richtlinien zur Unterstützung der Entwicklung der Wasserstoffenergieindustrie erlassen. Seit September 2020 wurden verschiedene Fördermaßnahmen für Brennstoffzellen umgesetzt. Darüber hinaus hat die Politik der CO₂-Neutralität den Einsatz von Brennstoffzellen im Langstreckenverkehr vorangetrieben. (37) Verglichen mit reinen Elektrofahrzeugen haben Brennstoffzellen die Vorteile einer hohen Energieeffizienz und geringerer Emissionen. Daher wird mit Fortschritten bei der Entwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen gerechnet. Langfristig sind sowohl E-Fahrzeuge als auch Brennstoffzellenfahrzeuge wichtige Entwicklungen für die Energiewende, jedoch sind E-Fahrzeuge immer noch mit Schwachstellen wie kurzer Batterielebensdauer und langer Ladezeit konfrontiert. (31) Bei Nutzfahrzeugen sind die Nachteile von E-Fahrzeugen besonders offensichtlich, da im Fernverkehr meist mittelschwere und schwere Lkws eingesetzt werden. Die höheren Anforderungen an die Fahrökonomie und Probleme wie geringe Batterielebensdauer und Ladewartezeit stellen große Herausforderungen für vollständige Elektrifizierung von mittelschweren und schweren Lkw dar. Derzeit entwickeln sich Chinas E-Nutzfahrzeuge immer noch sehr langsam. In den letzten Jahren betrug der Anteil von E-Nutzfahrzeugen in der Kategorie E-Fahrzeuge lediglich 9%. (31) Hingegen zeichnen sich Brennstoffzellen durch eine hohe Energiedichte (Ausdauer) aus und sind schnell aufladbar. Dies ein Grund für die stetige Weiterentwicklung von Brennstoffzellenfahrzeugen neben der schnellen Popularisierung von E-Fahrzeugen in China. (31) 2021 wurden weltweit 16.313 Brennstoffzellenfahrzeuge

verkauft, was einer Steigerung von 68 % gegenüber 2020 entsprach. Im selben Jahr waren 49.562 Brennstoffzellenfahrzeuge unterwegs und auf China entfielen 18 %. (37) In Einklang mit der Umweltschutzpolitik **“Emission peak and Carbon neutrality”** sind auch Produktion und Verkauf von Brennstoffzellenfahrzeugen in China schnell angewachsen. Die CAGR der Produktion dieser Fahrzeuge erreichte 65 % im Zeitraum 2016-2019. Auch diese Branche war von den Auswirkungen der COVID-Pandemie betroffen und es kam 2020 mit einer Verkaufszahl von 1.177 zu einem leichten Rückgang. 2021 wurden 1.881 Brennstoffzellenfahrzeuge verkauft, ein Plus von etwa 25,7 % gegenüber 2020. (38) In den letzten fünf Jahren haben sich sowohl die Gesamtproduktion als auch die Verkaufszahlen äußerst positiv entwickelt. Die **China Association of Automobile Manufacturers** hat bereits die Zahlen für Jänner und Februar 2022 veröffentlicht, welche auf eine anhaltende Phase des schnellen Wachstums der Branche hindeuten.

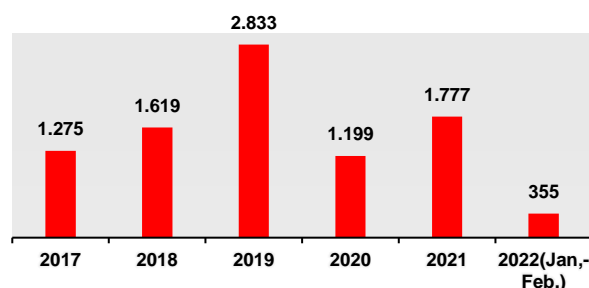
- Produktion: 355 Fahrzeuge
- Verkauf: 370 Fahrzeuge

2021 betrug die installierte Kapazität von Brennstoffzellen in Fahrzeugen 210,6 MW (+165,9 %). (27) Bis Ende 2020 überstieg die kumulierte Fahrstrecke von Brennstoffzellenfahrzeugen in China 100 Mio. km. Anders als in Übersee-Märkten, wo man auf die Massenproduktion von Personenkraftwagen mit Brennstoffzellen fokussiert, konzentriert sich China auf die F&E und Vermarktung von Nutzfahrzeugen, hauptsächlich Logistikfahrzeuge und Personenkraftwagen. (37)

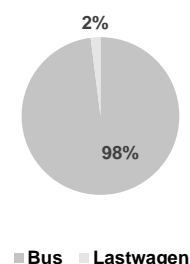
2021 wurden in China 1.032 Brennstoffzellenbusse verkauft. Dies entspricht zwar einem Rückgang von 23,6 % gegenüber 2020, trotzdem stellen Brennstoffzellenbusse weiterhin das wichtigste Modell dieses Fahrzeugtyps dar:

Typ	Anzahl	Anteil 2021
Stadtbusse	795	77 %
Überlandbusse	237	23 %

Die kontinuierliche Einführung von Hochleistungs-Brennstoffzellen im Jahr 2021 hat die Leistung der damit ausgestatteten Fahrzeuge deutlich verbessert; fast 70 % hatten eine Systemleistung von über 70 kW. Der Anteil der Modelle mit Systemleistung unter 50 kW ist von 54 % im Jahr 2020 auf 6 % im Jahr 2021 deutlich gesunken. Modelle mit 50-70 kW-System sind von 41 % im Jahr 2020 auf 24 % zurückgegangen. Politische Leitlinien haben 2021 zu einer größeren Vielfalt von Brennstoffzellenfahrzeugen geführt. Die Verkaufszahlen von mittleren und schweren Brennstoffzellenfahrzeugen wie Sattelzugmaschinen und Muldenkippern nahmen deutlich zu: Die Zahl der Zugmaschinen ist von 17 im Jahr 2020 auf 375 im Jahr 2021 gestiegen und die Zahl der Entlade-Lkw gar von 0 auf 340. Im Segment Spezialfahrzeuge (hauptsächlich städtische Logistikfahrzeuge) kam es zu einem leichten Rückgang; 2021 wurden 115 Stück verkauft.



ANTEIL VON VERKAUFTEN
BRENNSTOFFZELLENFAHRZEUGEN 2020



Bilder: Verkaufszahl von und Typ von verkauften Brennstoffzellefahrzeugen

2021 wurden 72,78 % aller in China verkauften Brennstoffzellenfahrzeuge in den fünf Provinzen und Städten Peking, Shandong, Hebei, Guangdong und Shanghai abgesetzt (1.369 gesamt). Unter den Top-10-Städten beim Verkauf befanden sich viele Städte im Demonstration-City-Cluster für Brennstoffzellenfahrzeuge. Die wichtigsten Hersteller und Lieferanten 2021 mit einem kumulierten Marktanteil von 64% und deren Absatzmengen:

- **BAIC Foton** 434 Fahrzeuge
- **Nanjing Golden dragon Bus Co., Ltd.** 374 Fahrzeuge
- **Foshan Feichi Technology Co., Ltd.** 159 Fahrzeuge
- **Higer Bus Company Limited** 142 Fahrzeuge
- **Yutong Group Co., Ltd.** 100 Fahrzeuge

Die Olympischen Winterspiele in Peking und die Etablierung des Beijing-Tianjin-Hebei-Demonstration-City-Clusters hatten 2021 starken Einfluss auf die Verkäufe von Brennstoffzellenfahrzeugen von BAIC Foton. Das Unternehmen setzte ausschließlich Busse ab und hatte einen Marktanteil von über 40 % bei Brennstoffzellen-Bussen in China. Nanjing Golden Dragon Bus Co., Ltd. ist im Gegensatz dazu der Hauptlieferant für Brennstoffzellen-Traktoren und -Muldenkipper in China. 2021 verkaufte die Firma 361 derartige Brennstoffzellen-Fahrzeuge in China, was mehr als 50 % aller Brennstoffzellen-Traktoren und -Muldenkipper in China ausmacht. (38)

Upstream		Downstream	
Wasserstofftankstelle	Sinopec, PetroChina und Houpu Clean Energy Co., Ltd.	Hersteller von Brennstoffzellefahrzeugen	BAIC Foton, Nanjing Golden dragon Bus Co., Ltd., Foshan Feichi Technology Co.,Ltd., Higer Bus Company Limited und Yutong Group Co., Ltd.
Hauptlieferanten von Teilen der Brennstoffzellen			
Protonenaustauschmembran	Dongyue Group	Galvanische Zelle	Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd., Shanghai Shenli Technology Co., Ltd., Sunrise Power Co., Ltd., Shanghai H-RISE New Energy Technology Co., Ltd. und Jiangsu Horizon New Energy Technology Co., Ltd.
Gasdiffusionsschicht	Jiangsu Tianniao High-tech Co., Ltd.	Balance of Plan (BOP)	XecaTurbo Technologies Co., Ltd., Beijing Wenli Technology Co., Ltd., Beijing Bolken Energy Technology Inc.,

			Shenzhen yitengdi new energy Co., Ltd., Snowman Group, Hanbell Precision Machinery Co., Ltd., und Jinan Super Technology Co.,Ltd.
Bipolarplatten	Sunrise Power Co., Ltd., Shanghai Yoogle Metal Technology Co.,Ltd., Shanghai Hydrogen Propulsion Technology Co., Ltd. und FTXT Energy Technology Co., Ltd.	Wasserstoffspeicherflasche	Beijing CTC Tank Technologies Limited, FTXT Energy Technology Co., Ltd., Beijing Tianhai Industry co.,Ltd., Sinoma Science & Technology Co.,Ltd., Zhangjiagang Furui special equipment Limited und Slinda,
Katalysator	K.A.	Systemintegrator	Sunrise Power Co., Ltd., Beijing SinoHytec Co., Ltd., REFIRE, Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology Co., Ltd. und Vision Group

Tabelle: Major Players der Brennstoffzelleindustrie

5.4. Herausforderungen der Brennstoffzellen-Industrie in China und die Chancen für ausländische Investoren

Limitierungen der Wertschöpfungskette wie eine relativ schwache Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, Verarbeitung und Fertigung von Grundmaterialien haben dazu geführt, dass sich die Industrie in einer „umgekehrten Pyramidenform“ präsentiert – also viele Systemintegratoren und relativ wenige Hersteller von Schlüsselmaterialien und Kernkomponenten. China verfügt über vertiefendes Know-how von der Integration der gesamten Brennstoffzellen, der galvanischen Zellen und der Brennstofffahrzeuge. Die Forschung und Entwicklung von z.B. Kernmaterialien der galvanischen Zellen (wie Gasdiffusionsschichten), des Wasserstoffversorgungssystems in Brennstoffzellefahrzeuge (wie Kohlefaser-Wasserstoffspeichermaterialien), Kunststoff-Wasserstoffspeichermaterialien, sowie Flaschenventile, Druckminderer, Hochdruckleitungen usw. befindet sich immer noch in der Anfangsphase. Bei den wichtigsten Grundmaterialien und Kerngrundkomponenten ist die Industrie in China immer noch auf Importe angewiesen. Dafür gibt es zwei Hauptgründe: Einerseits gibt es noch keinen lokalen Anbieter und andererseits können bestehende heimische Anbieter mit deren Produktionskapazität und Leistungen die Anforderungen des chinesischen Marktes nicht erfüllen. Zu den Bereichen mit weniger lokalen Anbietern gehören Membran-Elektroden-Einheiten, Bipolarplatten, Katalysatoren und Protonenaustauschmembran. In den Segmenten z.B. Kohlepapier, Gasdiffusionsschichten, Wasserstoffumwälzpumpen, Luftbefeuchter, Wasserstoffspeichermaterial aus Kohlefaser sowie Kunststoff, Kombinationsventile für Flaschenmündungen, Hochdruckleitungen,

Druckminderer etc. gibt es keine lokalen Lieferanten. Versuchsproduktions- und Produktionsanlagen für Brennstoffzellen, wie spezielle Beschichtungsmaschinen, werden derzeit von Unternehmen hauptsächlich selbst in-house entwickelt und verwendet und es wurden noch keine Produkte zum Verkauf an Dritte entwickelt. Außerdem ist die Branche auch für Testinstrumente hauptsächlich auch auf Importe angewiesen. So kommen z.B. die Prüfausrüstung für Membran-Elektroden-Einheit, Hochdruck-Wasserstoffspeicherzylinder und Wasserstoffversorgungsventile hauptsächlich von **GREENLIGHT Company** (Kanada), **ESPEC** (Japan) und **CTS** (Deutschland). Auch die in Wasserstofftankstellen verwendete Ausrüstung, darunter Luftkompressoren, verschiedene Rohrleitungen und Ventile sowie Wasserstoffbetankungspistolen, ist derzeit zum großen Teil von ausländischen Importen abhängig. Unter diesen sind die wichtigsten Hersteller von Stationskompressoren **HYDRO-PAC** (USA), **PDC** (USA) und **Linde AG** (Deutschland) und von Stationshochdruck-Wasserstoffspeichern **AP** (USA) und **CPI** (USA). Die Wasserstofffüllmaschinen auf dem chinesischen Markt werden hauptsächlich von Linde AG und AP hergestellt. (39)

5.5. Aussicht und Trends

Die Brennstoffzellenindustrie befindet sich in China immer noch in der Anfangsphase, daher hat die nationale Politik einen größeren Einfluss auf die Branche. Die Regierung Chinas hat die Entwicklung von Brennstoffzellen als strategische Maßnahme zur Bekämpfung des Klimawandels festgeschrieben. In den letzten Jahren hat der Staat eine Reihe von Richtlinien erlassen, um die Entwicklung der Industrie zu fördern, zu regulieren und zu lenken. Im Jahr 2020 veröffentlichte der Staatsrat den "Entwicklungsplan für die Industrie für neue Energiefahrzeuge (2021-2035)", damit legte die chinesische Regierung das Fundament für die stetige Entwicklung von Brennstoffzellen in Zukunft. Bis 2025 könnte das Marktvolumen 616 Mio. EUR erreichen. Laut dem „**China Hydrogen Energy Industry Development Report 2020**“ werden sich die künftigen Anwendungen von Brennstoffzellen in China hauptsächlich auf die Bereiche Transport, Energiespeicherung sowie Industrie und Bauwesen konzentrieren. Dabei stellt das Transportwesen den wichtigsten Anwendungsbereich für Brennstoffzellen dar. Ausgehend vom Transportbereich werden die Anwendungen von Brennstoffzellen allmählich auf die Bereiche Energiespeicherung, Industrie und Bauwesen ausgeweitet. Bis 2025 plant China die Produktion von rund 100.000 Brennstoffzellenfahrzeugen, hauptsächlich Nutzfahrzeugen (Busse, Logistikfahrzeuge, schwere Lastwagen) und eine sehr kleine Anzahl von Personenkraftwagen für den Straßenverkehr. Auch außerhalb des straßengebundenen Transports werden in China aktiv Anwendungen von Brennstoffzellen in den Bereichen Schwermaschinenbau, Schienenverkehr, Schiffsbau und Drohnen erforscht. Die Brennstoffzellen-Nutzfahrzeuge werden voraussichtlich bis 2030 die Leistung und Wirtschaftlichkeit reiner Elektrofahrzeuge erreichen. Im Energiespeicher-Segment wird China Brennstoffzellen als saisonale Energiespeicher verwenden, um erneuerbare Energien effektiv mit Energieverbrauchsterminals zu verbinden. Damit soll die stabile und nachhaltige Entwicklung und Nutzung erneuerbarer Energien in großem Maßstab sichergestellt werden. Es wird erwartet, dass bis 2025 die Energiespeicherung mit Brennstoffzellen 1.000 GW erreichen wird. In der Bauindustrie wird China das Mikro-Brennstoffzellen-Kraft-Wärme-Kopplung System bei zivilen und gewerblichen Nutzern schrittweise fördern. (40)

6. WICHTIGE BEHÖRDEN, FACHORGANISATIONEN UND MESSEN

6.1. Behörden und Fachorganisationen

MIIT – Ministry of Industry and Information Technology of the People’s Republic of China

13 West Chang An Avenue
100804 Beijing
T (+86) 10 6820 5006
W <http://www.miit.gov.cn>

100804
北京西长安街 13 号
中华人民共和国工业和信息化部

MIIT ist zuständig für die Aufsicht und Zulassung von Investitionen in Schüsselsektoren bzw. nationalsicherheitsrelevanten Industrien.

China Battery Industry Association

Room 1116, No.4, Yue Tan Xiao Jie, Xi Cheng District
100037 Beijing
T (+86) 10 6525 1329
W http://www.chinabattery.org/default_0415.aspx

100037
中国北京市西城区月坛北小街 4 号 1116 室
中国电池工业协会

Die China Battery Industry Association, wessen zuständige Behörden die State Trade Commission, auch das Ministerium für Zivilangelegenheiten und die China National Light Industry Federation sind, wurde 1988 gegründet. Die Funktionen der China Battery Industry Association sind: Richtlinien für die Batterieindustrie vorzuschlagen, Entwicklungspläne für die Batterieindustrie und Standards für Batterieprodukte zu entwerfen, die Bewertung relevanter wissenschaftlicher Forschungsprojekte und technologischer Transformationsprojekte zu organisieren etc.. Die China Battery Industry Association hat derzeit mehr als 500 Mitglieder, darunter Batteriehersteller, Hersteller von Rohstoffen, Batterieausrüstung und Ersatzteilen, Hochschulen und Universitäten sowie wissenschaftliche Forschungsinstitute.

China Industrial Association of Power Sources

No.6, 7th Street, Haitaihuake, Xiqing District
300384 Tianjing
T (+86) 22 2395 9268
W <http://www.ciaps.org.cn/>

300384
天津市西青区华苑产业园区（环外）海泰华科七路 6 号
中国电子科技集团公司第十八研究所

Der Verband wurde im Dezember 1989 gegründet und hat heute mehr als 530 Mitglieder. Der Verband verwaltet derzeit zehn Zweig-Organisationen nämlich: Alkalibatterien und neue chemische Stromversorgung Branch, Blei-Säure-batterie Branch, Lithium-Ionen-batterie Branch, Solar-Photovoltaik-Branch, Trockenbatterie-Ausschuss, Stromzubehör Branch, Mobilfunk Branch, Energy Storage Application Branch, Power Battery Application Branch und Battery Membrane Branch.

CAAM - China Association of Automobile Manufacturers

46 Sanlihe Road Xicheng District
 100823 Beijing
 T (+86) 10 6859 4851
 F (+86) 10 6859 4941
 E gjhzbc@caam.org.cn
 W <http://www.caam.org.cn/english/>

100823
 北京市西城区三里河路 46 号
 中国汽车工业协会

Größte und halbstaatlicher Fachverband / Interessensvertretung von Kraftfahrzeugherstellern und -zulieferbetrieben in China. CAAM wurde 1987 gegründet und hat bisher über 2000 Mitglieder in China. CAAM organisiert mit Partnerunternehmen zwei der wichtigsten Automessen Asiens: Auto China (Peking) und Auto Shanghai. CAAM ist auch Herausgeber von Statistiken über die Automobilbranche in China.

China Society of Automotive Engineers

6 F, NO.7 Building, 13 Ronghua South Road, Beijing
 Economic and Technological Development Zone
 100176 Beijing
 T (+86) 10 5091 1000
 E wuf@sae-china.org
 W <http://en.sae-china.org/>

100176
 北京市亦庄经济开发区荣华南路 13 院 7 号楼 (中航国际广场 H5) 6 层
 中国汽车工程学会

Die China Society of Automotive Engineers (China-SAE), eine nationale akademische Organisation, wurde 1963 gegründet. Gegenwärtig hat China-SAE mehr als Zehntausende von Mitgliedern und über Tausende von Unternehmensmitgliedern. China-SAE ist eine bedeutende Kraft für die Popularisierung neuer Ideen, Technologien und Vorstellungen in der chinesischen Automobilindustrie und fungiert als Brücke zur Förderung des Austauschs zwischen der nationalen und internationalen Automobilindustrie.

China Hydrogen Alliance

No. 3 Dongzhi Men South Street, Dongcheng District
 10007, Beijing
 T (+86) 10 5815 1996
 E chinahydrogen@h2cn.org
 W <http://www.h2cn.org.cn/en/index>

100007
 东直门南大街 3 号
 中国氢能联盟

Die China Hydrogen Alliance wurde im Februar 2018 gemeinsam von der China Energy Corporation und weiteren 18 Sponsoren, darunter große Unternehmen aus den Bereichen Energieerzeugung, Geräteherstellung, Transport und metallurgische Materialien sowie renommierte Universitäten und Forschungsinstitute, ins Leben gerufen. Derzeit hat der Verband weltweit 87 Mitglieder. Die Allianz wird unterstützt und überwacht durch das Ministerium für Wissenschaft und Technologie, das Ministerium für Industrie und Informationstechnologie.

6.2. Messen

Datum	Veranstaltung	Veranstalter	Fachbereiche
09.- 11.08.2022	<p>WORLD BATTERY INDUSTRY EXPO 2022</p> <p>Guangzhou: China Import & Export Fair Complex</p> <p>http://en.battery-expo.com/</p>	<p>Guangzhou Honest ExhibitionCo. Ltd.</p> <p>Web: http://en.battery-expo.com/</p>	<p>Batterien, Energiespeicher, Materialien & Zubehör, Produktionsanlage, Festphasenbatterie, Hochleistung-Kondensator, Recycling-Technologien, Ladeausrüstung, Brennstoffzelle.</p>
05.-07.09. 2022	<p>BATTERY CHINA</p> <p>Nanjing: Nanjing International exhibition center</p>	<p>Beijing Huaxing Orient Exhibition Co.,Ltd.</p> <p>Web: http://www.eeexpo.cn/</p>	<p>Batterien, Materialien & Zubehör, Solarbatterie, Ladeausrüstung, Recyclingausrüstung, Energiespeicher.</p>
03.-05.08 2022	<p>SHANGHAI INTERNATIONAL BATTERY TECHNOLOGY EXHIBITION</p> <p>Shanghai: Shanghai Automobile Exhibition Center</p> <p>http://sh.ibtechina.com/#</p>	<p>Shanghai Heli Exhibition Co., Ltd.</p> <p>Web: http://www.heliexpo.com.cn/</p>	<p>Power-Lithiumbatterie, Energiespeicher-Lithiumbatterie, 3C-Lithiumbatterie, Produktionsanlage für Lithium-Ionen-Batterien, Materialien für Lithium-Ionen-Batterien</p>
11.-14.08 2022	<p>CHINA LITHIUM BATTERY CONFERENCE AND EXHIBITION 2022</p> <p>Shanghai: National Exhibition and Convention Center (Shanghai)</p> <p>http://www.samfair.com/</p>	<p>Shixin Exhibition Group</p> <p>Web: http://www.shixin-expo.com/</p>	<p>Lithium-Ionen-Batterien, Materialien für Lithium-Ionen-Batterien, Produktionsanlage für Lithium-Ionen-Batterien, Recycling von Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzelle</p>

Datum	Veranstaltung	Veranstalter	Fachbereiche
01.– 03.11 2022	<p>SHENZHEN INTERNATIONAL BATTERY TECHNOLOGY EXHIBITION 2022</p> <p>Shenzhen: Shenzhen WORLD Exhibition & Convention Center</p> <p>http://www.ibtechina.com/?lang=en</p>	<p>Shanghai Heli Exhibition Co., Ltd.</p> <p>Web: http://www.heliexpo.com.cn/</p>	<p>Power-Lithiumbatterie, Energiespeicher-Lithiumbatterie, 3C-Lithiumbatterie, Produktionsanlage für Lithium-Ionen-Batterien, Materialien für Lithium-Ionen-Batterien</p>
28.-30.07 2022	<p>THE 14TH SHANGHAI (SHENZHEN) INTERNATIONAL BATTERY INDUSTRY FAIR</p> <p>Shenzhen: Shenzhen Exhibition & Convention Center</p> <p>http://www.cnibfs.com/</p>	<p>Zhenwei Exhibition Group</p> <p>Web: https://www.zhenweiexpo.com/</p>	<p>Batterien, Materialien & Zubehör, Produktionsanlage für Batterien, Recyclingausrüstung, Brennstoffzelle.</p>
26.-28.07. 2022	<p>INTERNATIONAL HYDROGEN FUELCELL VEHICLE CONGRESS & EXHIBITION 2022</p> <p>Shanghai: Shanghai Automobile Exhibition Center</p> <p>http://www.fcvc.org.cn/EN/Home/</p>	<p>China Society of Automotive Engineers</p> <p>Web: http://www.sae-china.org/</p>	<p>Wasserstoff Technologien, Brennstoffzelle, Brennstoffzellefahrzeuge</p>
29.-01.07. 2022	<p>ASIA HYDROGEN FUEL CELL AND HYDROGENSTATION EQUIPMENT EXHIBITION</p> <p>Shanghai: Shanghai New International Expo Center</p> <p>http://www.shfcee.com/eng.pdf</p>	<p>Shanghai Lixing exhibition company.</p>	<p>Brennstoffzelle, Brennstoffzellefahrzeuge, Produktionsanlage für Wasserstoff, Hydrierungsausrüstung.</p>
24.11.- 27.11. 2021	<p>SHENZHEN INTERNATIONAL HYDROGEN TECHNOLOGY & EQUIPMENT EXHIBITION</p> <p>Shanghai: Shenzhen Convention & Exhibition Center</p> <p>http://www.heieexpo.com/english</p>	<p>Zhenwei Exhibition Group</p> <p>Web: https://www.zhenweiexpo.com/</p>	<p>Ausrüstungen für Wasserstoffproduktion, -speicherung, -betankung und -überwachung, Brennstoffzellen und -Anwendungen, Brennstoffzellen-Schlüsselkomponenten und Brennstofffahrzeuge</p>

Literaturliste

- https://www.cir.cn/R_QiTaHangYe/36/DianChiShiChangXingQingFenXiYuQuShiYuCe.html (1)
- https://www.cnii.com.cn/ssgx/202110/t20211026_317940.html (2)
- <https://bg.qianzhan.com/trends/detail/506/220120-99a4ebbc.html> (3)
- <https://www.chinairn.com/hyzx/20220310/134548374.shtml> (4)
- http://news.sohu.com/a/521434088_114835 (5)
- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/86239527> (6)
- <https://docs.qq.com/pdf/DVWpFYVNRaVNUQ0IT> (7)
- <https://www.huaon.com/channel/trend/801313.html> (8)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1718450286621297112&wfr=spider&for=pc> (9)
- <https://www.163.com/dy/article/H3HPi0JU0552SUFb.html> (10)
- <https://www.163.com/dy/article/H382i5Q40514810F.html> (11)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1718450286621297112&wfr=spider&for=pc> (12)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1730770647385089042&wfr=spider&for=pc> (13)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1714130902086284996&wfr=spider&for=pc> (14)
- <https://xueqiu.com/8630442598/200939555> (15)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1728720202130173034&wfr=spider&for=pc> (16)
- https://www.360powder.com/technology_details/index/8103.html (17)
- <https://www.askci.com/news/chanye/20201027/1504271263892.shtml> (18)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1719812310516014103&wfr=spider&for=pc> (19)
- <https://www.163.com/dy/article/H5B6VDJ60552CENS.html> (20)
- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/502389536> (21)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1728009480097976340&wfr=spider&for=pc> (22)
- <https://www.cn-healthcare.com/articlewm/20210907/content-1261624.html> (23)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1723258014872824633&wfr=spider&for=pc> (24)
- http://www.ce.cn/cysec/tech/gd2012/202205/13/t20220513_37580062.shtml (25)

- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1728264086243244390&wfr=spider&for=pc> (26)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1726791199165424063&wfr=spider&for=pc> (27)
- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/250628072> (28)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1730954492756316432&wfr=spider&for=pc> (29)
- https://www.sohu.com/a/510003062_120157024 (30)
- <https://zhuanlan.zhihu.com/p/501210846> (31)
- https://www.sohu.com/a/540621177_120928700 (32)
- https://page.om.qq.com/page/OsLCPhP2x9SGPfLpc_n8z_lg0 (33)
- <https://www.ofweek.com/hydrogen/2021-09/ART-180824-8420-30525088.html> (34)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1730202124256882130&wfr=spider&for=pc> (35)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1729380871955145428&wfr=spider&for=pc> (36)
- http://news.sohu.com/a/532565084_120113054 (37)
- http://news.sohu.com/a/537306445_372882 (38)
- <https://xw.qq.com/cmsid/20210818A006YZ00> (39)
- <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1726613299801007829&wfr=spider&for=pc> (40)

AUSSENWIRTSCHAFT AUSTRIA

AUSSENWIRTSCHAFTSCENTER SHANGHAI

Shanghai Centre, P.O.Box 155, 1376 Nanjing Xi Lu
200040 Shanghai, China

T +86 21 6289 7123

E shanghai@wko.at

W wko.at/aussenwirtschaft/cn

