



20. April 2022

# ALTECH – WIRTSCHAFTLICHKEITSSTUDIE ZEIGT HERAUSRAGENDE ERGEBNISSE FÜR SILUMINA ANODES™ MATERIAL

## Highlights

- Die Vorbereitende Wirtschaftlichkeitsstudie für das Projekt Silumina Anodes™ in Sachsen mit einer Kapazität von 10.000 Tonnen pro Jahr ist stark positiv
- Das geplante Projekt ist mit niedrigen Kapitalkosten äußerst wirtschaftlich
- Mit einem Investitionsvolumen von ca. 79 Millionen EUR ergibt sich ein Barwert vor Steuern (NPV<sub>8</sub>) von 420 Millionen EUR
- Attraktive effektive Verzinsung (IRR) von 40%
- 14ha Industriegrundstücke in Sachsen ist bereits erworben
- Das Projekt und der Prozess sind als umweltfreundlich „Grün“ zertifiziert
- Europäische Lieferanten für hochwertigen Graphit und Silizium sind gesichert
- Der Bau einer Pilotanlage für Silumina Anodes™ zur Produktqualifizierung bei führenden Lithium-Ionen Batterieherstellern ist in vollem Gange
- Eine Vertraulichkeitsvereinbarung wurde mit zwei deutschen Automobilherstellern und einem europäischen Batteriehersteller abgeschlossen

Altech Advanced Materials AG („AAM“) freut sich, die positiven Ergebnisse einer Vorbereitenden Wirtschaftlichkeitsstudie für die Anlage zur Herstellung von keramisch beschichteten Silizium-Graphit Anodenmaterial für Hochleistungs-Lithium-Ionen Batterien mit einer Kapazität von 10.000 Tonnen pro Jahr („das Projekt“) bekannt zu geben. Die Umsetzung des Projektes erfolgt in dem Gemeinschaftsunternehmen von AAM (25%) und Altech Chemicals Limited, Australien, („ATC“; 75%), der Altech Industries Germany GmbH („Altech“).

Basierend auf der firmeneigenen hochreinen Aluminiumoxid-Beschichtungstechnologie soll das Werk in Schwarze Pumpe, Sachsen, Deutschland, entstehen um Altech als führenden Lieferanten von Hochleistungs-Siliziumgraphit-Anoden-Batterie-Materialien, genannt "Silumina Anodes™" für den aufstrebenden europäischen Elektrofahrzeugmarkt zu positionieren. „Silumina Anodes™“ ist ein eingetragenes Warenzeichen der Altech.

Bei einer geplanten Gesamtinvestition von ca. 79 Mio. EUR erwirtschaftet das Unternehmen einen Nettobarwert von ca. 420 Mio. EUR (NPV<sub>8</sub>%) und jährlich freie Nettobarmitteln von ca. 52 Mio. EUR. Der interne Zinsfuß des Projekts liegt bei ca. 40% und das eingesetzte Kapital amortisiert sich in etwa 3,1 Jahren. Der jährliche Umsatz der Silumina Anodes™ Anlage bei voller Produktion von 10.000 Tonnen beläuft sich auf 153 Mio. EUR pro Jahr.



---

Der Geschäftsführer der Altech Gruppe, Herr Iggy Tan, erklärte: *"Altech ist sehr erfreut und begeistert über die Ergebnisse des 10.000 tpa Silumina Anodes™ Projekts. Aufgrund der attraktiven Wirtschaftlichkeit des Projekts hat Altech beschlossen, sofort mit der Phase der detaillierten (Bankable) Wirtschaftlichkeitsstudie zur Umsetzung des Projekts zu beginnen. Das Grundstück in Sachsen, Deutschland ist bereits gekauft und das Team vor Ort in Sachsen hat mit der Umsetzung der Pilotanlage begonnen und wird sofort parallel mit der detaillierten/endgültigen Wirtschaftlichkeitsstudie beginnen. Wir sind überzeugt, dass dies eine bahnbrechende Technologie für die Zukunft der Lithium-Ionen-Batterien ist".*

Tesla, ein weltweit führendes Unternehmen in der Elektrofahrzeug- und Lithium-Ionen-Batterieindustrie, hat erklärt, dass die Lösung zur Erhöhung der Energiedichte von Lithium-Ionen-Batterien sowie der Senkung der Kosten die Einführung von Silizium in Batterieanoden ist, weil Silizium im Vergleich zu Graphit eine etwa zehnmal höhere Energiespeicherefähigkeit aufweist. Siliziummetall ist deshalb das vielversprechendste Anodenmaterial für die nächste Generation von Lithium-Ionen-Batterien.

Dieses Ziel wurde jedoch noch nicht erreicht, weil Silizium aufgrund zweier entscheidender Nachteile bis jetzt nicht in kommerziellen Lithium-Ionen-Batterien eingesetzt werden kann. Erstens, dehnen sich die Siliziumpartikel während des Ladevorgangs um bis zu 300 % ihres Volumens aus, was zum Aufquellen der Partikel, zum Zerschneiden und schließlich zum Totalausfall der Batterie führt und zweitens, Silizium bindet einen hohen Prozentsatz der Lithium-Ionen in der bei Betriebsbeginn entstehenden Grenzschicht und sind somit inaktiv. Dies führt dazu, dass die Leistung und Lebensdauer der Lithium-Ionen Batterie sofort stark absinkt und keine wirtschaftliche sinnvolle Anwendung ermöglicht. Die Batterieindustrie arbeitet intensiv an einer Vielzahl von Lösungen zu diesem Problem, bis jetzt ohne signifikanten Erfolg.

Durch eigene Forschung und Entwicklung hat Altech Ende letzten Jahres bekannt gegeben, dass es den "Silizium-Code" geknackt und erfolgreich eine Batterie mit 30 % höherer Energiedichte und verbesserter Schnellladefähigkeit und Batterielebensdauer auf Basis von Silumina Anodes™ entwickelt hat. Batterien mit höherer Energiedichte führen zu kleineren, leichteren Batterien und somit kostengünstigeren Batterien für den EV-Markt. Altech hat den Durchbruch zum Einsatz von metallischen Silizium mit seiner innovativen und patentierten Nano Aluminiumoxid-Beschichtungstechnologie erzielt. Hierbei wird sowohl Graphit als auch metallisches Silizium in Batteriequalität kombiniert und mit einer nano dünnen Schicht Aluminiumoxid keramisch beschichtet, das Produkt Silumina Anodes™. Laufende Lithium-Ionen Batterietests zeigen, dass die oben genannten Hauptnachteile bei der Verwendung von Silizium in Lithium-Ionen-Batterieanoden mit Altechs Produkt Silumina Anodes™ weitgehend überwunden werden.

Die europäischen Graphit- und Siliziumlieferanten für diese Anlage sind SGL Carbon GmbH (SGL) und Ferroglobe Innovation S.L. (Ferroglobe). Altech hat für dieses Projekt auch die „Grüne“ umweltfreundliche Zertifizierung durch das unabhängige norwegische Zentrum für internationale Klima- und Umweltforschung (CICERO) erhalten. Um den Markteintritt zu beschleunigen, baut das Unternehmen an seinem Sitz in Schwarze Pumpe derzeit schon eine Pilotanlage, die bereits Ende diesen Jahres Material für den Qualifizierungsprozess von Silumina Anodes™ Material mit führenden Batterieherstellern liefern soll. Das Unternehmen hat NDAs mit zwei deutschen Automobilherstellern sowie einem in Europa ansässigen Batterieunternehmen abgeschlossen.

## VORBEREITENDE WIRTSCHAFTLICHKEITSSTUDIE (PFS)

Eine Vorbereitende Wirtschaftlichkeitsstudie (Pre-Feasibility Study) wurde für den Bau und Betrieb einer Beschichtungsanlage für Silizium/Graphit Anoden (Silumina Anodes™) mit 10.000 Tonnen pro Jahr in Schwarze Pumpe, Sachsen erstellt. Grundlage ist die firmeneigene hochreine Aluminiumoxid-Beschichtungstechnologie. Die PFS enthält aktuelle Projektannahmen mit lokalen Preisen in Bezug auf Personal, Materialien, Betriebsmedien, Logistik u.v.m.. Die Einschätzung der Investitionskosten beruht auf Angeboten von deutschen und europäischen Anbietern mit einer Genauigkeit von plus/minus 30%. Darüber hinaus beinhaltet die Wirtschaftlichkeitsstudie alle Kosten für Inbetriebnahme der Anlage sowie die Firmenkosten der Altech. Die Kapazität der Anlage Silumina Anodes™ beträgt 10.000 Tonnen pro Jahr. Annahmen für Verkaufspreis, Vertriebskosten und Kapazitäten während des Produktionshochlauf und Wechselkurse wurden entsprechend aktueller Markinformationen getroffen.

### 1.0 MARKT FÜR ANODENPRODUKTE

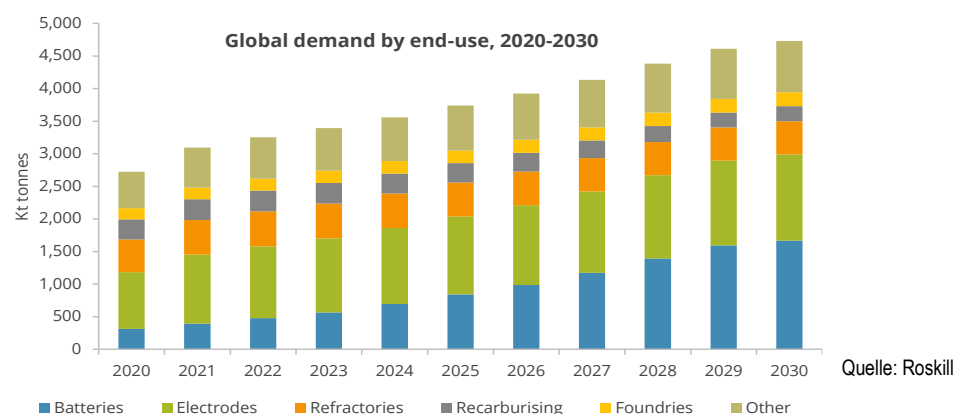
#### 1.1 Graphit Anoden

Lithium-Ionen-Batterien spielen heute dank ihrer ausgezeichneten Wiederaufladbarkeit, geeigneter Ladgeschwindigkeiten und guter Energiedichte eine zentrale Rolle im heutigen Alltag der Elektromobilität. Graphit ist eine Schlüsselkomponente, die in den letzten fast 30 Jahren den Weg für die Erfolgsgeschichte der Elektromobilität geebnet hat und als Lithium-Ionen-Speicher in der negative Elektrode (Anode) dient. Trotz umfangreicher Forschungsanstrengungen, um geeignete Alternativen mit höherer Leistungs- und/oder Energiedichte zu finden und gleichzeitig die ausgezeichnete Zyklenstabilität beizubehalten, wird Graphit immer noch in der großen Mehrheit der derzeit verfügbaren kommerziellen Lithium-Ionen-Batterien verwendet. Die überwiegende Mehrheit der derzeitigen Lithium-Ionen Batterien verwendet natürliches und/oder synthetisches Graphit als Anodenmaterial.

#### 1.2 Graphit Anoden Markt

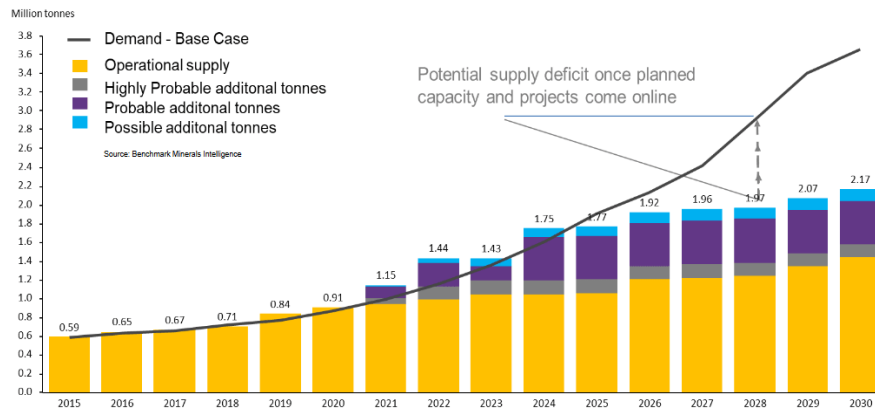
Altechs Material Silumina Anodes™ ist ein Premium-Upgrade für den in aktuellen Lithium-Ionen-Batterien verwendeten Graphit. Ein „drop-in“ Produkt, das keine größeren Änderungen im bestehenden Batterieherstellungsprozess erfordert. Daher ist die Verfolgung der Graphitnachfrage ein guter Weg, um die potenzielle Nachfrage nach dem Produkt Silumina Anodes™ zu ermitteln. Die weltweite Nachfrage nach Graphit wird bis 2030 um schätzungsweise 18 % pro Jahr steigen.

Abbildung 1-1 Weltweite Nachfrageprognose nach Endverbrauchern, 2020-2030 (Graphit)



Das Marktforschungsunternehmen Roskill geht davon aus, dass die weltweite Graphitnachfrage der Batteriehersteller auf insgesamt 1,7 Millionen Tonnen pro Jahr steigen wird (blau und grün in Abbildung 1.1). Benchmark Mineral Intelligence prognostiziert, dass die geplanten Produktionskapazitäten und die in der Entwicklung befindlichen Projekte nicht in der Lage sein werden, diese wachsende Nachfrage bereits 2025 zu decken (siehe Abbildung 1-2).

Abbildung 1-2 Angebot und Nachfrage nach Graphitanodenmaterialien



Quelle: Benchmark Mineral Intelligence

### 1.3 Europäischer Graphitmarkt

Die Strategie von Altech Silumina-Anodes™ besteht darin, ausschließlich den europäischen Batterie- und Elektrofahrzeugsektor zu beliefern. Nach Angaben der EU-Kommission könnte die Europäische Union bis 2025 genügend Batterien produzieren, um ihre schnell wachsende Flotte von Elektrofahrzeugen zu versorgen, ohne auf importierte Zellen angewiesen zu sein.

Im Rahmen ihres Plans, bis 2050 klimaneutral zu werden, will die EU die lokale Produktion von Bausteinen für umweltfreundliche Industrien und von Batterien für den Antrieb sauberer Fahrzeuge stark fördern. Heute werden etwa 80 % der weltweiten Lithium-Ionen-Zellen in China hergestellt, aber die Kapazitäten werden in Europa stark ausgebaut.

In Europa befinden sich 15 große Batteriezellenfabriken in der Planung oder in Bau, unter anderen die Anlagen des schwedischen Unternehmens Northvolt in Schweden und Deutschland, die deutsche Anlage des chinesischen Batterieherstellers CATL und die zweite Anlage des südkoreanischen Unternehmens SK Innovation in Ungarn.

Das erklärte Ziel der EU-Kommission ist, dass die geplanten europäischen Anlagen bis 2025 genug Zellen produzieren, um mindestens 6 Millionen Elektrofahrzeuge zu betreiben. Während die Coronavirus-Pandemie zu einem Einbruch der gesamten Autoverkäufe geführt hat, dürfte sich der kombinierte Absatz von Batterie- und Plug-in-Hybridfahrzeugen in Europa laut der Organisation „Transport & Environment“ in diesem Jahr auf etwa eine Million Fahrzeuge verdoppeln.

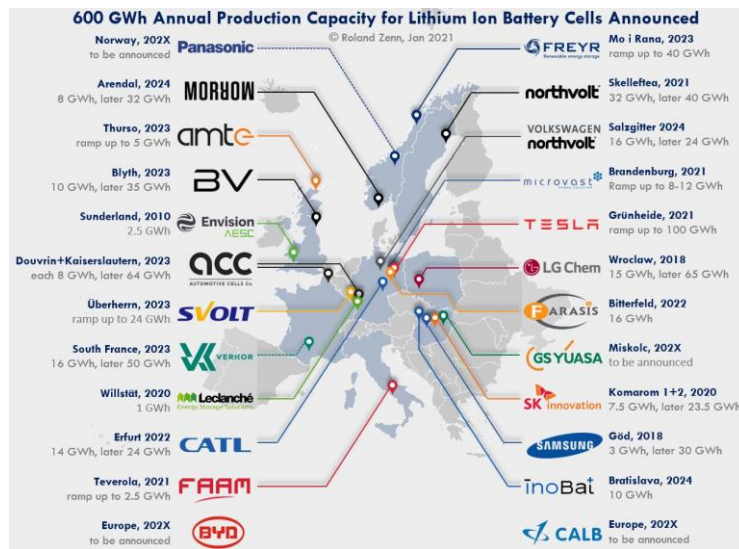
Da die Kommission bis 2025 mit 13 Millionen emissionsarmen Fahrzeugen auf Europas Straßen rechnet, sind weitere Investitionen erforderlich. Der mit 750 Milliarden Euro (890 Milliarden Dollar) ausgestattete EU-Fonds zur Bekämpfung des Coronavirus sei ein "fertiges Instrument" zur

Unterstützung von Projekten neben der Vielzahl von Fördermöglichkeiten der European Battery Alliance, und staatlicher Umwelt- und Technologieförderungen. Die Strategie von Altech fügt sich nahtlos in die geplanten lokalen Lieferketten der verantwortungsvollen Versorgung mit den relevanten Rohstoffen für die Herstellung von Lithium-Ionen-Batteriezellen in Europa ein.

Nach Schätzungen von Roland Zenn beläuft sich die bereits in Planung oder in Bau befindliche Produktionskapazität für Lithium-Ionen-Batteriezellen in Europa bis 2030 auf 600 GWh jährlich (siehe Abbildung 1-3).

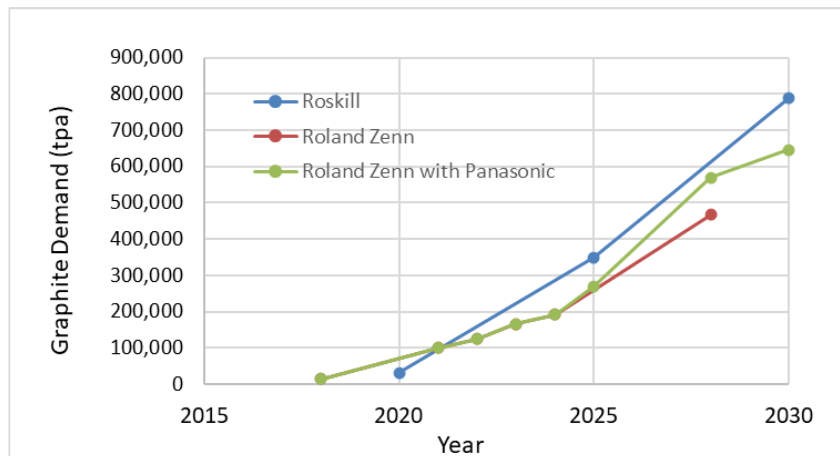
Der berechnete Graphitbedarf unter Verwendung der Daten von Roland Zenn, Roskill und Panasonic liegt alleine in Europa bis 2030 bei ca. 600.000 Tonnen pro Jahr, Tendenz steigend. Die Marktpreise für hochwertigen, kohlenstoffbeschichteten Graphit, der bei der Herstellung von Lithium-Ionen-EV-Batterien verwendet wird, liegen heute zwischen 10.000 und 12.000 US-Dollar pro Tonne.

Abbildung 1-3 Geplante europäische Batterie-"Gigafactories"



Quelle: Roland Zenn, Q1 2021

Abbildung 1-4 Nachfrage nach Graphitanodenmaterialien in Europa



---

Das Erreichen des europäischen Elektrifizierungsziel für 2025 wird stark von den Elektrifizierungskapazitäten der europäischen aber insbesondere der deutschen Automobilhersteller bestimmt. Das Basisszenario von Roskill beinhalten die sechs größten europäischen Automobilhersteller, die derzeit 72 % des Marktanteils nach Absatzvolumen halten. Unter der Annahme, dass die sechs größten Automobilhersteller ihre jeweiligen Marktanteile bis 2025 beibehalten, würde dies eine Marktdurchdringung von E-Fahrzeugen von 41% bedeuten.

#### 1.4 Silizium Anoden

Silizium ist ein aufstrebendes Anodenmaterial, das seinen Marktanteil in den letzten Jahren erhöht hat, aber immer noch weniger als 1 % des Marktes für aktive Anodenmaterialien für die Produktion von Lithium-Ionen Batterien für die Elektromobilität im Jahr 2020 ausmacht. Obwohl das Material den Verbrauchern mit seiner viel höheren theoretischen Kapazität erhebliche Vorteile bieten würde, unterliegt Silizium während der Batteriezyklen viel größeren Volumenänderungen als Graphit: 300% gegenüber 10 % bei Graphit. Die Volumenausdehnung des Siliziums erfolgt während der Lithium-/Delithium-Phasen, wenn sich Lithium zwischen den Anodenschichten einlagert und diese dadurch Risse bekommen und zerfallen. Dieser Prozess führt zu einer raschen Verringerung der Ladekapazität und schließlich zu einem Totalausfall der Batterie.

Dennoch berichtet Roskill in seiner Marktforschung über die Verwendung von Silizium in Lithium-Ionen-Batterien, dass die meisten großen Anodenhersteller Silizium (als Siliziummonoxid), wenn auch in sehr geringen Mengen, als Zusatz zu Anoden auf Kohlenstoffbasis verwenden. Derzeitige Schätzungen gehen davon aus, dass Silizium in Form von Siliziummonoxid und nicht metallisch zur Anwendung kommt und durchschnittlich 6 Gewichtsprozent des gesamten Anodenmaterials ausmacht. Das Produkt Silumina Anode™ von Altech verwendet metallurgisches Silizium mit wesentlich höherer Energiekapazität als Siliziummonoxid.

Die Hersteller von Batterien und Elektrofahrzeugen sind sehr daran interessiert, den Siliziumanteil in der Anodenproduktion zu erhöhen, und die Forschungsprogramme konzentrieren sich darauf, den Effekt der Ausdehnung zu überwinden oder zu minimieren, so dass Silizium in größeren Mengenanteilen zur Anwendung kommen kann.

#### 1.5 Aktuelle Lithium-Ionen-Batterien

Die Leistung der aktuellen Generation von Lithium-Ionen-Batterien lässt sich an einer Reihe von Faktoren bewerten, darunter:

- Kosten, wobei der derzeitige Richtwert bei etwa 100 USD/kWh liegt
- Energiedichte, der derzeitige Standard ist >720Wh/L
- Batterie Lebensdauer, die mehr als 10 Jahre betragen sollte
- Batteriezyklen, d. h. mehr als 5.000 vollständige Lade-/Entladezyklen
- Schnellladekapazität

Herkömmliche Batterien, die derzeit hergestellt werden, erreichen in all diesen Bereichen noch keine zufriedenstellende Leistung, wobei \$/kWh die häufigste Priorität ist, um die Gesamtkosten für das Batteriepaket zu senken. Der künftige Entwicklungsschwerpunkt der Hersteller von Elektrofahrzeugen und Batterien sowie der Produzenten von Batteriematerialien besteht darin, die

---

technologischen Grenzen zu überwinden, die die Batterieleistung in diesen Schlüsselbereichen einschränkt.

## 1.6 Siliziumgraphit Kapazität

Eines der Haupthindernisse für künftige Verbesserungen von Lithium-Ionen-Batterien in den Bereichen Fahrzeugreichweite, Batteriegewicht, Ladegeschwindigkeit und Kosten ist die natürlich vorhandene Energiekapazität und Leistung von Graphit als Anodenmaterial. Das Anodenmaterial Graphit hat eine theoretische Kapazität von 372 mAh/g und eine volumetrische Kapazität von etwa 700 mAh/cc und nimmt mehr Platz ein als jede andere Komponente in der Batteriezelle. Daher geht man davon aus, dass der nächste Durchbruch in der Lithium-Ionen-Batterietechnologie die Anodenleistung erreicht wird, insbesondere durch den Einsatz von Siliziummetall mit ultrahoher Kapazität anstelle von Graphit.

Siliziumanoden haben eine theoretische Kapazität von 3.579 mAh/g und eine volumetrische Kapazität von ca. 2.100 mAh/cc, was bedeutet, dass die Masse und das Volumen des Anodenmaterials, die für den Bau eines gleichwertigen kWh-Batteriepakets erforderlich sind, erheblich reduziert werden könnten. Dies führt einerseits zu einer erheblichen Senkung der Herstellungskosten für Lithium-Ionen-Batterien ( $< \$/\text{kWh}$ ) und andererseits zu einem signifikant geringeren Gewicht der Batterie. Ein weiterer großer Vorteil besteht darin, dass dünnere Siliziumanoden eine viel schnellere Ladung der Batterie ermöglichen.

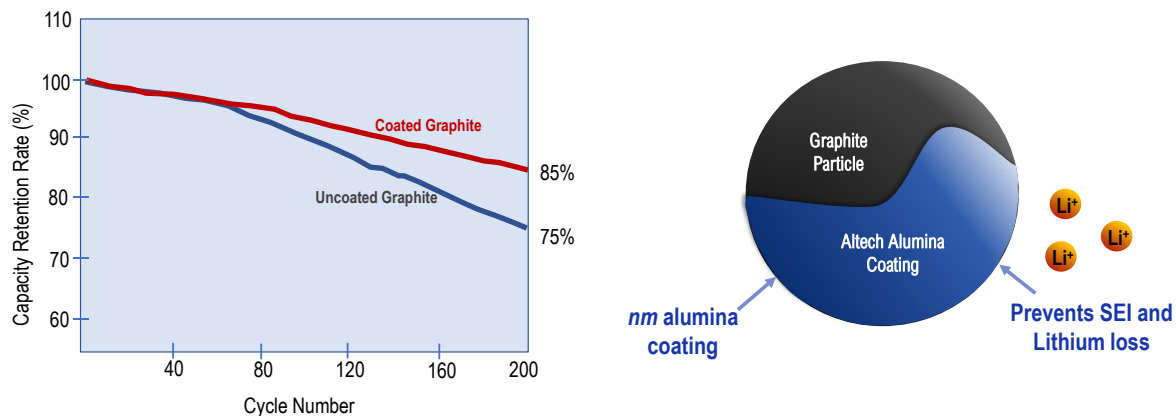
Die genannten Vorteile sind offensichtlich herausragend, trotzdem können die Hersteller von Lithium-Ionen-Batterien Siliziumoxid nur in geringen Mengen einsetzen, da es eine Reihe von kritischen technischen Problemen gibt. Siliziumanoden erfahren eine Volumenausdehnung von 300%, wenn sie während des Ladens mit Lithiumionen reagieren, und eine entsprechende Kontraktion von 300% während der Batterieentladung. Im Gegensatz dazu liegt die Ausdehnung/Kontraktion von Graphit in der Größenordnung von 7%. Solche Veränderungen des Anodenvolumens führen zum Bruch und zur Pulverisierung der großen Siliziumpartikel, die üblicherweise verwendet werden, und zur Beschädigung der Grenzschicht (SEI), was den Lithium-Ionen-Verlust erhöht und zu einem schnellen Verlust der Batteriekapazität führt. Der größte Teil der bisherigen Entwicklung bei Siliziumanoden konzentrierte sich auf Partikel in Nanogröße, die keine ausreichende mechanische Spannung aufbauen, um zu brechen, sowie auf die Beimischung relativ geringer Mengen von Silizium zu bestehenden Graphitanoden, um eine relativ bescheidene Kapazitätssteigerung zu erreichen.



## 2.0 Technologie zur Beschichtung mit hochreinem Aluminiumoxid (HPA)

In zahlreichen Forschungsarbeiten und in der wissenschaftlichen Literatur wurde bewiesen, dass mit Aluminiumoxid beschichtete Graphit-Anoden die Sicherheit und Leistung von Lithiumionen-Batterien verbessern. Tao et al. (2019)<sup>1</sup> und das Team aus der VR China wiesen beispielsweise nach, dass mit Aluminiumoxid beschichteter Graphit unter Verwendung der Sol-Gel-Methode eine hervorragende Zyklusstabilität und Betriebssicherheit aufweist. Die Zyklusfestigkeit von beschichtetem Graphit betrug 85 % nach 200 Zyklen (mit einer Rate von 1 C) im Vergleich zu 75 % bei nicht beschichtetem Graphit unter denselben Testbedingungen. Die Testergebnisse zeigen, dass die Beschichtung mit  $\text{Al}_2\text{O}_3$  eine künstliche SEI-Schicht bildet und verhindert, dass 8-10 % der Lithiumionen zu Beginn der Batterielebensdauer bereits inaktiv sind.

Abbildung 2.1 Die Forschung von Tao et al. (2019) zeigt eine hervorragende Zyklusleistung



Weitere Beispiele sind Feng et al. (2016)<sup>2</sup>, die nachwiesen, dass die Aluminiumoxid-Beschichtung die gleiche Funktion wie ein SEI erfüllt, indem sie verhindert, dass Elektronen an die äußere Elektrodenoberfläche gelangen, und den Lithium-Ionen-Transport ermöglicht. Daher reduziert die Aluminiumoxid-Beschichtung als vorgeformte SEI den in kommerziellen Lithium-Ionen-Batterien beobachteten zusätzlichen Verbrauch von Elektrodenmaterial.

Die Aluminiumoxidbeschichtung kann Batterien vor einer Reihe von Prozessen schützen, die ansonsten zu Ausfällen der Batterie mit teils katastrophalen Folgen führen. Die Forschungsarbeiten von Tao haben beispielsweise auch gezeigt, dass das beschichtete Graphit im Vergleich zu unbeschichteten Graphitanoden bei mechanischer Beanspruchung, wie bei dem Nageldurchdringungstest, ein thermisches Durchgehen verhindern kann (siehe Abbildung 2-2). Die Batteriezelle mit unbeschichteter Graphitanode entzündete sich (und erreichte  $600^\circ\text{C}$ ), während die Batteriezelle mit beschichteter Graphitanode intakt blieb und Temperaturen von  $90^\circ\text{C}$  nicht überschritt. Die Erklärung, wie die Aluminiumoxidbeschichtung ein thermisches Durchgehen

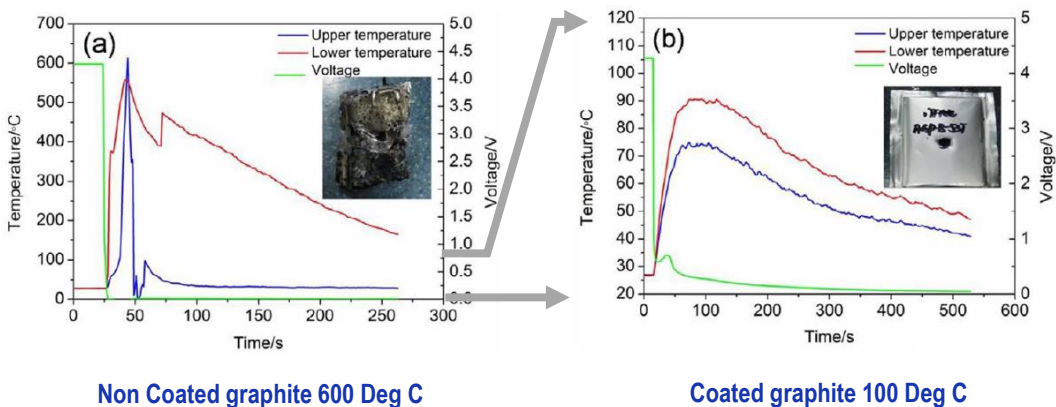
<sup>1</sup> Synthese von Aluminiumoxid-beschichtetem Naturgraphit für hohe Zyklenstabilität und Sicherheit von Li-Ionen-Batterien, Tao Xu, a Chengkun Zhou, a Haihui Zhou, \*, a Zekun Wang, a Jianguo Ren a BTR New Energy Materials Inc, Shenzhen 518106, Volksrepublik China

<sup>2</sup> Low-Cost  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Coating Layer As a Preformed SEI on Natural Graphite Powder To Improve Coulombic Efficiency and High-Rate Cycling Stability of Lithium-Ion Batteries, Tianyu Feng, †, ‡, § Youlong Xu, \*, †, ‡ Zhengwei Zhang, † Xianfeng Du, †, ‡ Xiaofei Sun, †, ‡ Lilong Xiong, †, ‡ Raul Rodriguez, // and Rudolf Holze\*



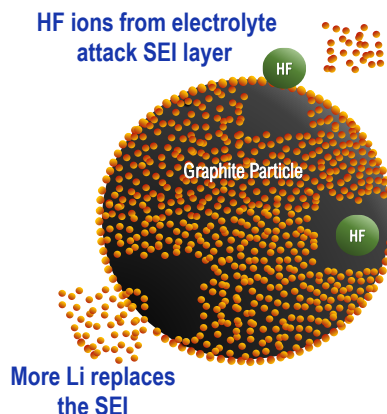
verhindert, bezieht sich auf den gleichen Mechanismus, durch den erhöhte Temperaturen den Separator im Bereich der Zellpenetration zum Schmelzen bringen. Das Schmelzen des Separators führt zu einer weiteren Ausdehnung des Kurzschlussbereichs und damit zu einer stärkeren Erhitzung der Zelle. Zu diesem Zeitpunkt sind die meisten der durch die Temperatur aktivierten Zersetzungsreaktionen exotherm und können die Zelle zu einem thermischen Runaway bringen. Die Aluminiumoxidbeschichtung verhindert weitere Kurzschlüsse, indem sie die Wärme in der Zelle effektiver ableitet, die Reaktion einschränkt und somit einen thermischen Durchbruch verhindert. Die Aluminiumoxidbeschichtung von Graphitanoden ist ein wesentliches Sicherheitsmerkmal für Zellen, da sie bei mechanischer Beanspruchung Schutz bietet.

Abbildung 2.2 Nageldurchdringungstest für beschichteten und unbeschichteten Graphit



Der in einer Lithium-Ionen-Batterie verwendete Elektrolyt ist in der Regel eine Mischung aus organischen Karbonaten und dem Elektrolytsalz, das die Leitfähigkeit der Lithium-Ionen erhöht. Lithiumhexafluorophosphat  $\text{LiPF}_6$  ist ein häufig eingesetztes, leistungsfähiges Elektrolytsalz in solchen Elektrolyten. Es löst sich gut in organischen Karbonaten, ist elektrochemisch stabil und hilft, Lithiumkationen zu leiten. Die Verwendung von  $\text{LiPF}_6$  bringt jedoch auch ein Problem mit sich.

Abbildung 2.3 Illustration des HF-Angriffs auf die SEI-Schicht



Es ist nicht stabil gegen Hydrolyse. Spuren von Wasser im Elektrolyten führen zur Bildung von Flusssäure HF, die in Batterien als schädlich gilt und die Elektroden zerstört sowie die Kapazität verringert. Es kommt zu einer allmählichen Zersetzung der Elektrolytlösung. Daher sollte der HF-Gehalt im Elektrolyt der Lithium-Ionen-Batterie so gering wie möglich sein. Es wird vermutet, dass

---

die korrosiven Ionen der Flusssäure die SEI-Schicht auf den Graphitpartikeln abbauen und mehr frische Oberflächen für die weitere Lithiumadsorption freilegen. Es bilden sich neue SEI-Schichten, was zu einem kontinuierlichen Abbau des aktiven Lithiums während der Lebensdauer der Batterie führt.

Onorganische Oberflächenbeschichtungen wie Aluminiumoxid werden in der Regel für die chemische Abspülung von korrosivem HF und die physische Blockierung von Elektrolytkomponenten an der Elektrodenoberfläche verantwortlich gemacht. In einer Studie von Hall et al. (2019)<sup>3</sup> wurde beispielsweise gezeigt, dass auf der positiven Elektrode verwendete Aluminiumoxidbeschichtungen die korrosiven HF-Ionen chemisch abfangen und in ein vorteilhaftes  $\text{LiPO}_2\text{F}_2$  umwandeln, das ein bekannter Elektrolytzusatz ist.  $\text{LiPO}_2\text{F}_2$  ist ein Zusatzstoff, der die Zyklenstabilität und Lebensdauer einer Vielzahl von Lithium-Ionen-Zellen verbessert. Mit anderen Worten: Das korrosive HF wird nicht nur in ein inertes Material umgewandelt, sondern in eine nützliche Spezies. In der Studie wird davon ausgegangen, dass Aluminiumoxidbeschichtungen in Lithium-Ionen-Batterien die Lebensdauer und Stabilität von Lithium-Ionen-Zellen verbessern.

## 2.1 Beschichtungsmethoden

Es gibt mehrere Verfahren, mit denen Aluminiumoxid auf eine Graphit- oder Siliziumoberfläche aufgebracht werden kann. Dazu gehören die Atomlagenabscheidung (ALD), die Feststoffmethode und die hydrothermale Methode. Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass ALD kostspielig und komplex ist und sich nicht für Massenproduktionsverfahren eignet. Andere Beschichtungsmethoden, wie hydrothermale und mechanisch-chemische Verfahren, wurden entwickelt, haben aber erhebliche Nachteile wie geringe Ausbeute oder geringe Homogenität der Beschichtung. Einige Flüssigbeschichtungsmethoden, wie die Altech-Beschichtungstechnologie, zeigen eine grundsätzlich einfache und kostengünstige Methode auf.

## 2.2 Beschichtung von Silizium

Die erweiterte Nutzung der Graphitbeschichtungstechnologie auf die Beschichtung von Siliziumpartikeln ist ein bedeutender Durchbruch für Altech, insbesondere vor dem Hintergrund der jüngsten öffentlichen Erklärung des US-amerikanischen Elektrofahrzeugherstellers Tesla, die die zukünftige Erhöhung des Siliziumanteils in seinen Batterien beschreibt, um eine schrittweise Verbesserung der Energiedichte und Lebensdauer der Batterien zu erreichen. Silizium hat bei der Verwendung in Lithium-Ionen-Batterieanoden einen erheblichen Vorteil gegenüber Graphit, da es im Vergleich zu Graphit eine zehnmal höhere theoretische Energiekapazität aufweist. Zu den Nachteilen bei der Verwendung von Silizium gehören jedoch die Volumenexpansion der Partikel um bis zu 300 % im geladenen Zustand, ein hoher *"Erstzyklen-Lithiumverlust"* und Kapazitätsschwund im Betrieb. Insbesondere die Ausdehnung durch das Laden und damit verbundene Einlagern der Lithium-Ionen in der Anode führen zum Bruch von Silizium-Partikeln und zur anschließenden Ablösung des Anodenmaterials vom Kupferkollektor. Üblicherweise können diese Probleme verursacht durch die Ausdehnung des Siliziums mittels Verringerung der

---

<sup>3</sup> New Chemical Insights into the Beneficial Role of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Cathode Coatings in Lithium-ion Cells, David S. Hall,† Roby Gauthier,† Ahmed Eldesoky,‡ Vivian S. Murray,§ and J.R. Dahn\*,†,‡



Partikelgröße von Si auf 150 nm überwunden werden doch der Einsatz von Silizium-Partikeln von derart feiner Körnung ist kostspielig und zumeist unwirtschaftlich.

Durch den bislang üblichen Einsatz kleinerer Partikelgrößen können sich weitere Nachteile ergeben. Durch die angestrebte Erhöhung des Oberflächen-Volumen-Verhältnis und damit der Leistungsfähigkeit kann auch die Zersetzung des Elektrolyten durch eine gesteigerte Bildung der Solid-Electrolyte-Interphase (SEI) auf der Anode zunehmen. Dieser nachteilige Effekt kann mittels Modifizierung der Oberfläche der Anodenpartikel durch das Aufbringen einer Passivierungs- oder Schutzschicht verringert oder möglicherweise verhindert werden. Solche Schutzschichten müssen hauchdünn sein, um eine hohe Li+- und Elektronenleitfähigkeit zu erreichen, und zugleich für eine ausreichende Schutzwirkung eine hervorragende Gleichmäßigkeit aufweisen.

Altech geht davon aus, dass die Einkapselung von Siliziumpartikeln durch das Aufbringen einer Nanoschicht aus Aluminiumoxid diese Probleme lösen kann und hierdurch die Verwendung deutlich günstigerer, größerer Si-Partikel (siehe Abbildung 2.4) ermöglicht. Das Unternehmen ist davon überzeugt, dass seine Technologie ein "Game Changer" sein wird, der den Weg für eine höhere Energiedichte von Lithium-Ionen-Batterien mit einer höheren Batterielebensdauer und einem geringeren Lithiumverlust in den ersten Ladezyklen ebnet wird.

Abbildung 2.4 Altech-Aluminiumoxidbeschichtung auf Silizium und Graphit

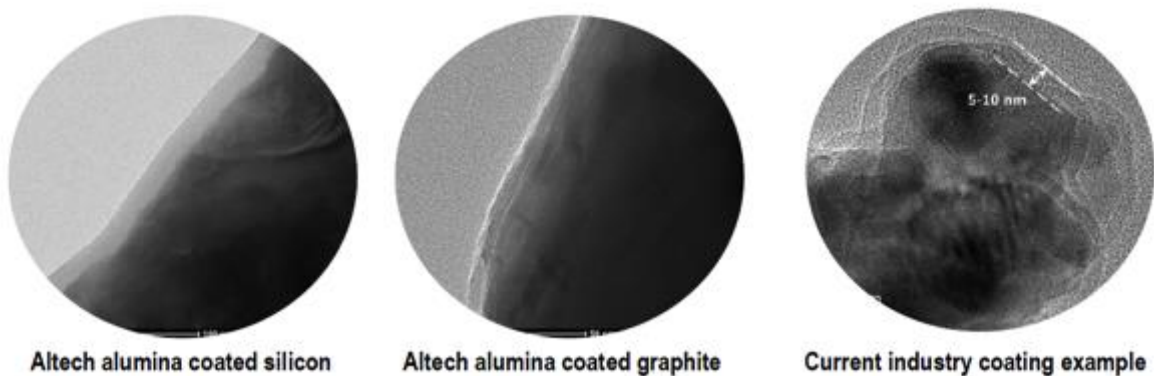
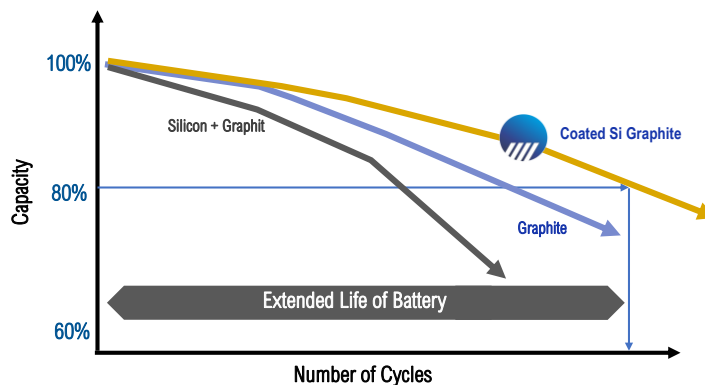
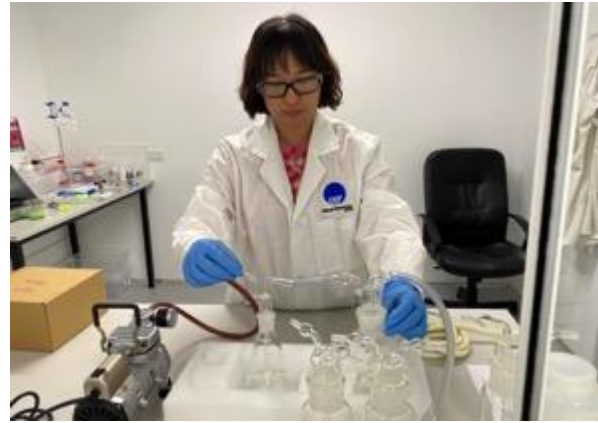
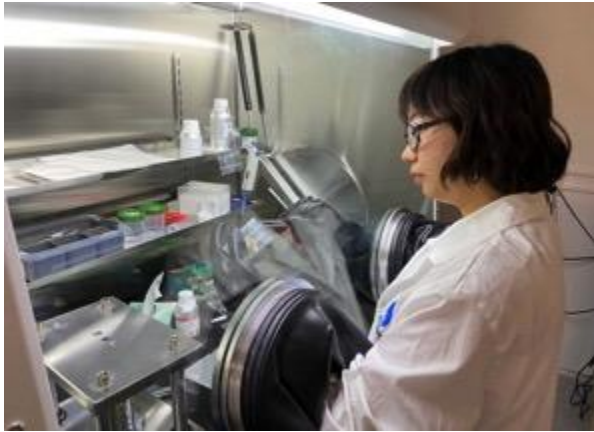


Abbildung 2.5 Theoretisch erhöhte Zellkapazität und zusätzliche Batterielebensdauer





### 2.3 Standort der Anlage - Sachsen Deutschland

Der ausgewählte Projektstandort liegt im Industriepark Schwarze Pumpe (ISP), der sich auf der Grenze zwischen den Bundesländern Brandenburg und Sachsen befindet, etwa 120 km von Berlin und nur 78 km von Dresden entfernt. Der Altech-Standort befindet sich im südlichen Teil des ISP, auf der sächsischen Seite der Grenze und innerhalb der Gemeinde Spreetal. Die Gesamtfläche des Projektgeländes beträgt 155.987 m<sup>2</sup>, wovon ca. 40.000 m<sup>2</sup> für den Bau der Batteriematerial-HPA-Beschichtungsanlage, der Verwaltung und anderer Nebengebäude genutzt werden sollen. Die verbleibende Grundstücksfläche ist für eine mögliche künftige Erweiterung, den Bau anderer HPA-Anlagen oder eine Unterteilung vorgesehen.

Der Industriepark Schwarze Pumpe ist mit einer Gesamtfläche von 866 ha einer der größten Industrieparks in Deutschland und verfügt über eine gut ausgebaute Infrastruktur mit Strom-, Erdgas-, Brauch- und Trinkwasserleitungen, Kläranlagen, Schienen- und Straßennetz. Die künftige Entwicklung des Parks umfasst Infrastrukturprojekte, wie die Erweiterung der Abwasserbehandlung, neue Straßen und Bahnübergänge, Lkw-Lagerflächen (Nord, Süd) und KV-Terminal/Eisenbahnhafen und weitere Infrastruktur.



Abbildung 2.6 Standort Silumina Anodes™ im Industriegebiet Schwarze Pumpe



## 2.4 Silumina Anodes™ – Kurzbeschreibung des Verfahrens

Die Anlage ist für die Produktion von 10.000 Jahrestonnen Batteriematerial ausgelegt, das mit hochreinem Aluminiumoxid von 99,99 % beschichtet ist. In der Beschichtungsanlage werden Batteriematerialien wie Graphit in Batteriequalität und Silizumanoden als Ausgangsmaterial angeliefert. Gereinigte Vorprodukte auf Aluminium-Basis werden zur Beschichtung der Materialien verwendet sowie durch eine Reihe IP-geschützter Schritte und Verfahren zu einer 2-Nanometer-Schicht kalzinert. Das abgekühlte Silumina Anodes™ Material wird dann zu einer Reihe von Produktlagerbehältern transportiert. Während der Kalzinierung werden Proben für die QA/QC-Analyse im Labor vor Ort entnommen. Das qualifizierte Produkt wird in einer vollautomatischen Absackstation in 1-Tonnen-Säcke verpackt und auf einzelne Paletten gestapelt. Alle Paletten sind mit einer transparenten Kunststoffmembran umwickelt, um das Eindringen von Feuchtigkeit und Staub aus der Umgebung zu verhindern. Das Produkt wird gelagert und vor dem Versand an die Kunden mit einem Strichcode auf jeder Palette gekennzeichnet.

## 2.5 Layout der Anlage

Der Entwurf der geplanten Silumina-Anodes™ Anlage mit der Kapazität von 10.000 Tonnen pro Jahr umfasst ein Hauptproduktionsgebäude und drei weitere Nebengebäude, die auf dem Gelände der Anlage im Industriepark Schwarze Pumpe errichtet werden sollen. Diese umfassen:

- Verwaltungs- und Technikgebäude, das Büroräume für das Personal, ein Prozesskontrollzentrum und QS-Laboreinrichtungen umfassen wird;
- Gebäude für die Wartungswerkstatt und das Lager, das Büroräume für das Wartungsteam sowie Werkstattbereiche für Mechanik, Elektrik und Instrumentierung umfassen wird; und
- Wachgebäude, das Sicherheitsbüros, Schulungsräume für Besucher und Erste-Hilfe-Einrichtungen umfasst.

Diese Standortgebäude sowie die dazugehörigen Zufahrtsstraßen und Parkplätze nehmen etwa ein Viertel des 16 ha großen Geländes von Schwarze Pumpe ein.

Abbildung 2.7 Lageplan der Silumina Anodes™ Anlage



## 2.6 Umweltrechtliche Genehmigungen

Altech beauftragte ein Beratungsunternehmen für Umweltthemen vor Ort, Arcadis Germany GmbH, mit der Durchführung einer vorläufigen Due-Diligence-Prüfung des vorgeschlagenen Standorts Schwarze Pumpe sowie mit der Ausarbeitung einer detaillierten Genehmigungsplanung, die vor dem Bau und Betrieb der Verarbeitungsanlage abgeschlossen wird. Die abschließende Due Diligence von Arcadis ergab, dass der Industriepark Schwarze Pumpe (ISP) im weiteren Sinne zwar bekannte Boden- und Grundwasserverunreinigungen aus früheren Betrieben aufweist, die eine laufende Überwachung erfordern, dass aber der ausgewählte Standort von Altech keine Probleme aufweist, die eine Sanierung erfordern oder die Entwicklung des Projekts verhindern.

Genehmigungsbehörde ist die Landesdirektion Sachsen, die auch andere zuständige Behörden, wie die Baubehörde und die Gemeinde Spreetal, in das Genehmigungsverfahren einbezieht. Die Beantragung der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung für eine neue Anlage wird voraussichtlich zwischen 9 und 12 Monaten dauern sowie eine öffentliche Prüfung und Anhörung im Rahmen der parallel laufenden Umweltverträglichkeitsprüfung umfassen.

## 3.0 Finanzmodell

Der Barwert (Nettoglegenwartswert/Net Present Value „NPV“) vor Steuern für das Projekt Silumina Anodes™ beträgt 507 Millionen US\$ (rund 420 Mio. EUR) bei einem Abzinsungssatz von 8 %. Der interne Zinsfuß (Internal Rate of Return „IRR“) wird auf 40% berechnet, mit einer Kapitalrückzahlung in etwa 3,1 Jahren. Der durchschnittliche Jahresgewinn vor Zinsen, Steuern, Abschreibungen und Amortisationen (EBITDA) für das Projekt bei voller Produktion wird auf 63 Millionen US\$ (rund 52 Mio. EUR) pro Jahr geschätzt. Die Kapitalkosten für die Anlage Silumina Anodes™ werden auf 95 Millionen US\$ (rund 78 Mio. EUR) bei einem EUR/USD-Wechselkurs von 0,83 geschätzt. Die jährlichen Gesamteinnahmen der Anlage belaufen sich bei einer vollen Produktionsrate von 10.000 Tonnen pro Jahr (tpa) auf 185 Mio. US\$ (rund 152 Mio. EUR). Dies basiert auf einem langfristigen FOB-Preis für Altechs Silumina Anodes™, der sich errechnet an Hand der vergleichbaren Kosten pro Energieeinheit für konventionelles Graphitanodenmaterial.

---

Die Produktionskosten, einschließlich der gesamten chemischen Verarbeitungsprozesse, der Gemeinkosten des Unternehmens und der Vertriebskosten, werden auf 122 Mio. US\$ pro Jahr geschätzt.

Eine Zusammenfassung der wichtigsten Finanzkennzahlen und der wichtigsten Annahmen in der PFS ist in den folgenden Tabellen enthalten.

Tabelle 3.1 Zusammenfassung der Ergebnisse des Projektfinanzmodells

	USD pro Jahr	
Jahresproduktion	10,000	Tonnen
Wechselkurse	0.83	EUR/USD
Gesamtinvestition	95	Millionen
Betriebskosten p.J..	122	Millionen
Barwert	507	Millionen
Diskontsatz	8.0	%
Amortisation (real)	3.1	Jahre
IRR	40	%
Umsatz p.a.	185	Millionen
EBITDA p.a.	63	Millionen

### 3.1 Abzinsungssatz

Das für die Studie entwickelte Discounted-Cashflow-Modell verwendet einen Abzinsungssatz von 8,0% auf der Grundlage einer gewichteten Kapitalkostenberechnung (WACC) bei einem Verhältnis von 60/40 zwischen Fremd- und Eigenkapital. Dieser Satz wurde als konservativer Input für das Finanzmodell gewählt, da das Risikoprofil der Geschäftstätigkeit in Deutschland gering ist und die aktuellen Zinssätze auf einem Rekordtief liegen.

### 3.2 Wechselkurse

Für die Umrechnung aller Kapital- und Betriebskosten in der Vormachbarkeitsstudie wurde ein EUR/USD-Wechselkurs von 0,83 verwendet.

### 3.3 Kosten des Eigentümers

Die Kosten des Eigentümers wurden in das Finanzmodell als Betriebskosten vor dem Produktionsstart aufgeschlagen. Dazu gehören die während der Bau- und Inbetriebnahmezeit anfallenden Kosten des Unternehmens inklusive Personal, die allgemeinen Kosten und Verwaltungskosten während des Baus sowie die Versicherungsprämien vor der Produktion.

### 3.4 Verkaufspreisannahmen

Basierend auf Informationen aus der Branche und von Roskill wird von Altech im Finanzmodell eine langfristige Preisprognose für das Material Silumina-Anodes™ verwendet, er sich errechnet an Hand der vergleichbaren Kosten pro Energieeinheit für konventionelles Graphitanodenmaterial.

### 3.5 Hochfahren der Produktion

Das Finanzmodell geht von einem sehr vorsichtigen Produktions- und Verkaufsanstieg aus, wobei ein Zeitraum von drei Jahren für das Erreichen der vollen Produktions- und Verkaufsrates von



---

10.000 Tonnen pro Jahr angesetzt wurde. Das folgende Hochlaufprofil wurden im Finanzmodell verwendet.

Production Ramp-up				
Production p.a.	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4
Silumina Anode	5,000	7,500	10,000	10,000

### 3.6 Schätzung der Kapitalkosten

Der größte Teil der Investitionskosten für das Projekt ist der Bau der Silumina Anodes™ Anlage und der dazugehörigen Infrastruktur, wie z.B. das Verwaltungsgebäude, die Wartungswerkstatt und das QS-Labor vor Ort. Das technische Design und die Kostenschätzung für die Beschichtungsanlage für Batteriematerialien basiert auf dem Prozessdesign und der Ausrüstung, die für die Verarbeitung von 10.000 Tonnen Anodenmaterialien pro Jahr erforderlich sind, und nutzt die Gebäudelayouts, die zuvor für Altechs HPA-Anlage in Johor entworfen wurden. Altech geht davon aus, dass seine Kapitalschätzung für die Silumina Anodes™ Anlage auf  $\pm 30\%$  genau ist und als Engineering Study Class Estimate (ACE Class 4) definiert werden kann.

### 3.7 Grundlage der Schätzung

Die Grundlage für die Schätzung der Investitionskosten für die Anlage in Schwarze Pumpe basiert auf einer Anlage mit einer Kapazität von 10.000 Tonnen pro Jahr. Anhand der Flussdiagramme der Prozesse und der Massenbilanz wurde eine Liste des Ausrüstungsmaterials und Anlagen erstellt, wobei für die meisten Module und Teile Preisanfragen an Ausrüstungslieferanten in Deutschland und Europa gestellt wurden. Die Angebote der Lieferanten wurden geprüft und die Gesamtpreise für die Ausrüstung zusammengestellt. Die Kosten für die Vorbereitung des Geländes und den Bau der Werksgebäude wurden durch Bauunternehmen vor Ort auf der Grundlage der in Altechs HPA-Anlage in Johor verwendeten Gebäudedesigns ermittelt.

### 3.8 Methodik der Schätzung

Der Kostenvoranschlag wurde gemäß dem Standard Klasse III der Association of Cost Engineers UK und der Klasse 4 der American Association of Cost Engineers für technische Studien erstellt, wobei die Schätzungen mit einer Genauigkeit von  $\pm 30\%$  berechnet wurden.

Die Schätzung wurde auf der Grundlage der detaillierten Kosten für die Prozessausrüstung gemäß der Liste der mechanischen Ausrüstung erstellt. Die für die HPA-Anlage in Johor erstellten Schätzungen für die Materialentnahme (MTO) und die Detailplanung für die verschiedenen Disziplinen der Erd-, Hoch- und Tiefbauarbeiten wurden verwendet, nachdem sie zur Anpassung an die Anlagenkonfiguration in Schwarze Pumpe aktualisiert worden waren. Diese Materialmengenschätzungen wurden einer Reihe von ausgewählten Bauunternehmern zur Verfügung gestellt, die dann lokale Einheitskostensätze lieferten, um die Gesamtkapitalkosten für diese Bereiche zu kalkulieren. Der Rest der direkten Kosten der Anlage wurde nach Disziplinen aufgeschlüsselt, wie es für das Niveau und die Genauigkeit der durchgeführten Studie angemessen ist.

Die indirekten Projektkosten wurden anhand von Faktoren berechnet, die für chemische Produktionsanlagen ähnlicher Größe und Komplexität typisch sind. Der zur Berechnung der Gesamtfrachtkosten verwendete Faktor berücksichtigt die Lage des Standorts und den hohen



---

Anteil an Prozessausrüstung und Baumaterialien, die vor Ort von deutschen Unternehmen oder europäischen Nachbarländern bezogen werden. Der Faktor für die Berechnung der Planungs- und EPC-Kosten berücksichtigt auch die bereits abgeschlossenen Ingenieurarbeiten für die HPA-Anlage in Johor, auf denen einige der Gebäudeplanungskonzepte basieren.

### **3.9 Kosten der mechanischen Ausrüstung**

Die Schätzung der Investitionskosten für die mechanische Ausrüstung basiert auf den Angeboten, die für alle wichtigen Ausrüstungsgegenstände eingegangen sind, nachdem im Laufe des Jahres 2021 Anfragen verschickt worden waren. Die Dimensionierung der Anlagen wurde anhand von Prozessdaten für eine Auslegungsbasis von 10.000 Tonnen pro Jahr ermittelt.

Die Kosten für die Installation der mechanischen Ausrüstung wurden auf der Grundlage eines Faktors von 30 % der Gesamtkosten für die Lieferung der mechanischen Ausrüstung berechnet.

### **3.10 Erd-, Beton- und Hochbauarbeiten**

Die Mengen an Beton und Baustahl wurden anhand von Materialentnahmen aus dem 3D-Anlagenlayout und unterstützenden Konstruktionsberechnungen für Beton, Baustahl, Plattformen, Gehwege und Verkleidungen berechnet. Die Schätzungen für den Erdbau, die Zufahrtsstraße und die innerbetriebliche Straße basieren ebenfalls auf dem vorläufigen Anlagenlayout. Die Gesamtkosten für diese Bereiche wurden auf der Grundlage der von den Bauunternehmen angegebenen örtlichen Material- und Lohnsätze ermittelt.

Die geschätzten Kosten für die Gebäude am Standort wurden ebenfalls anhand der von der Baufirma für den Standort angegebenen Einheitssätze ermittelt. Diese Kosten umfassen den Bau von Verwaltungsbüros mit kompletten Personaleinrichtungen, Büros für den Prozessbetrieb, Kontrollräume, das Labor und die Wartungswerkstatt/Lagerhalle. Die Kosten für die Ausstattung des QS-Labors der Anlage wurden auf der Grundlage von Angeboten deutscher Lieferanten ermittelt und sind ebenfalls in dieser direkten Kostenposition enthalten.

### **3.11 Direkte Kosten weiterer Bereiche**

Die direkten Kosten der weiteren Bereiche und sonstige Kostenpositionen wurden im Allgemeinen auf Basis einer Zuschlagskalkulation errechnet, der auf den Gesamtkosten der installierten Ausrüstung vor Produktionsbeginn abhebt. Die folgenden, zusätzlichen direkten Kosten sind in der Kostenkalkulation enthalten:

- Kritische Ersatzteile – in Höhe von 4 % der Kosten der installierten Anlagen sind berücksichtigt
- Mobile Ausrüstung und Flurförderfahrzeuge - Schätzung aus Preis- und Angebotsdatenbank, u.a. für Gabelstapler
- Elektro- und Automatisierungstechnik - in Höhe von 20 % der Kosten der installierten Anlagen sind berücksichtigt
- Messtechnik, Kontroll- und Steuerungstechnik – in Höhe von 12% der Kosten der installierten Anlagen sind berücksichtigt
- Rohrleitungen und Ventile - in Höhe von 18% der Kosten der installierten Anlagen sind berücksichtigt

- 
- Erstbefüllung mit Prozessmaterialien - Berechnet für die wichtigsten Materialien und Reagenzien anhand von Mindestbestellmengen und Stückkosten der Lieferanten.

### **3.12 Indirekte Kosten**

Die folgenden indirekten Kosten wurden durch Anwendung von Zuschlagsfaktoren bezogen auf die gesamten direkten Anlagenkosten ermittelt. Diese Faktoren entsprechen dem Branchendurchschnitt für komplexe hydrometallurgische Anlagen in entwickelten Ländern.

- Temporäre für den Bau erforderliche Einrichtungen - 2% der direkten Kosten
- Baustelleneinrichtung - 2,5% der direkten Kosten
- Frachtkosten - 4% der direkten Kosten
- Personalkosten der Lieferanten für Inbetriebnahme vor Ort - 2,5% der direkten Kosten
- Entwurfs- und EPCM-Vertragskosten - 15% der direkten Kosten
- Sonstige Kosten inkl. Steuern und Versicherung - 5% der direkten Kosten.

### **3.13 Budgetplanung**

Die in der Budgetplanung der Investitionskosten sind Beträge für unvorhergesehene Kosten in einem Umfang enthalten, die den Grad der Ungewissheit angepasst sind. Aus diesem Grund sind noch Abweichungen von ca. +/- 30% mit berücksichtigt, obwohl die Schätzung auf der Grundlage von Kostenvoranschlägen für Ausrüstungen und für den Bau von Anlagengebäuden erstellt wurde. Die Budgetplanung berücksichtigt potenzielle Abweichungen, die sich aus geringfügigen Anpassungen des Anlagenflussdiagramms und -layouts während der nächsten Planungsphasen, den geotechnischen Bedingungen des Standorts Schwarze Pumpe oder den örtlichen Bauvorschriften ergeben, sowie aus Preisschwankungen während der Auftragsverhandlungen ergeben können. Die vorliegende Investitionskostenplanung enthält einen Sicherheitszuschlag von 20% der ermittelten Investitionskosten.

### **3.14 Kosten für Ausgangsstoffe, Reagenzien und Betriebsmittel**

Die Betriebskosten des Projekts für die Versorgung mit Aluminiumvorprodukten, den relevanten Prozessreagenzien, Strom, Trinkwasser und Erdgas wurden auf der Grundlage von Angeboten lokaler Lieferanten oder Versorgungsunternehmen ermittelt, die im Jahr 2021 eingegangen sind. Für diese Kosten wurde im Rahmen dieser Vorbereitenden Wirtschaftlichkeitsstudie während der Laufzeit der Anlage keine Preisänderungen (Steigerung/Verfall) vorgenommen und die Parameter *pari-passu* fortgeschrieben.

### **3.16 Kosten der Elektrizitätsversorgung**

Die Anlage in Schwarze Pumpe soll mit 100 % Strom aus erneuerbaren Quellen (Ökostrom) betrieben werden. Dieser wird industriellen Verbrauchern in der Regel im Rahmen von Stromabnahmeverträgen (PPUs) oder durch die Bereitstellung von Herkunftsnachweisen (GoOs) als Teil eines Liefervertrags mit einem der Energieversorger auf dem lokalen Markt zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Art der Nachfrage des Silumina Anodes™ Werks mit hohen Verfügbarkeitsanforderungen für seine Nennlast werden GoOs als die am besten geeignete Methode für den Bezug von Ökostrom für das Werk vorgeschlagen.

---

Aufgrund des Gesamtstrombedarfs der Anlage Silumina Anodes™ und des Anteils der Stromkosten an den Betriebskosten der Anlage wird erwartet, dass Altech für eine Reihe von Standardstromzuschlägen im Rahmen der vom BAFA verwalteten besonderen Ausgleichsregelung in Frage kommt. Diese Befreiungen führen zu einer Senkung des Strompreises um fast 66%, was zu einem mittleren Strompreis für das Werk von ca. 8,22 EURc/kWh führt.

### **3.17 Arbeitskosten**

Es wurde ein detaillierter Personalplan für die Anlage sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase erstellt, der die Bediener, das verfahrenstechnische Personal, die Verwaltung, die Wartung und das Management umfasst. Die Betriebskosten wurden anschließend anhand der lokalen Lohnsätze in Sachsen und Brandenburg ermittelt, die von Beratern des Arbeitsamts zur Verfügung gestellt wurden, einschließlich aller Kosten für weitere Leistungen, wie Kranken-, Renten-, Arbeitslosen- und weiterer Sozialversicherungen, die nach deutschem Arbeitsrecht erforderlich sind.

### **3.18 Wartung und Instandhaltung**

Für die Dauer des Projekts wurde ein jährliches Budget von ~3,1 % der ursprünglichen Investitionskosten für die Erhaltung von Anlagen, Gebäude und Ausrüstung angesetzt.

## **4.0 Europäische Rohstoffversorgung**

Altech hat zwei Memorandum of Understanding (MoU) mit zwei in Europa ansässigen Lieferanten von Anodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien unterzeichnet. Für Graphit hat Altech eine Absichtserklärung mit SGL Carbon GmbH (SGL), einem der führenden Graphitproduzenten in Europa, unterzeichnet. SGL Carbon unterstützt Altech bei der Entwicklung von hochreinen, mit Aluminiumoxid beschichteten Graphitmaterialien, die in der Branche zur Herstellung von Lithium-Ionen-Batteriezellen eingesetzt werden. Darüber hinaus regelt die unverbindliche Absichtserklärung eine mögliche künftige Zusammenarbeit, bei der SGL unbeschichtetes Anodenmaterial aus synthetischem Graphit an das Werk für Batteriematerialien in Sachsen liefern würde. Die in der Absichtserklärung festgelegten unverbindlichen Mengen und Preise wurden in das PFS-Finanzmodell übernommen. SGL Carbon ist ein weltweit führendes Unternehmen in der Entwicklung und Produktion von kohlenstoffbasierten Produkte und verzeichnete im Jahr 2020 einen Umsatz von 919 Millionen Euro.

Für Silizium hat Altech eine Liefervereinbarung mit Ferroglobe Innovation S.L. (Ferroglobe), einem führenden Hersteller von hochreinem, metallurgischem Silizium in Europa, abgeschlossen. Die unterzeichnete unverbindliche Absichtserklärung regelt die Beziehung, nach der Ferroglobe Siliziumanodenmaterial an das Werk Silumina Anodes™ in Sachsen liefern wird. Ferroglobe ist ein führender Hersteller von Silizium-Metall, der nachweislich in der Lage ist, neue Lösungen und Anwendungen zu entwickeln und dabei modernste Technologien einzusetzen, um Innovationen voranzutreiben. Das Unternehmen verfügt über Technologien zur Herstellung von hochreinem Silizium und entwickelt speziell maßgeschneidertes Siliziumpulver für die Anoden von Lithium-Ionen-Batterien.

---

Die mit SGL und Ferroglobe unterzeichneten Absichtserklärungen sichern nicht nur die künftige Versorgung mit hochwertigen Rohstoffen, die für den Prozess der Silumina Anodes™ geeignet sind, sondern stehen auch im Einklang mit dem Ziel, den Kohlenstoff-Fußabdruck und die Umweltauswirkungen der Anlage insgesamt zu minimieren.

Durch die Sicherung von hochwertigem Graphit und Silizium von diesen führenden europäischen Materiallieferanten werden die Transportemissionen, die mit dem Transport der Rohstoffe verbunden sind, reduziert, zudem haben die Produktionsanlagen der Lieferanten das Potenzial, den umfangreichen Ökostrommarkt in Europa und das Angebot erneuerbarer Energien vor Ort zu nutzen. Wesentlich ist, dass diese Lieferanten, ebenso wie Altech, den gleichen strengen Umweltvorschriften der Europäischen Union (EU) unterliegen. Altech legt einen starken Fokus auf die Nachhaltigkeit der Unternehmensprozesse und auf die Reduzierung der Umweltauswirkungen seiner Aktivitäten. Zudem wird erwartet, dass die Auswahl von Rohstofflieferanten mit Sitz in der EU mögliche zukünftige Risiken in der Lieferkette im Vergleich zu außereuropäischen Lieferanten reduzieren wird.

## 5.0 Silumina Anodes™ Pilotanlage

Altech hat mit dem Bau der Pilotanlage in Schwarze Pumpe, Sachsen begonnen. Die Pilotanlage dient als Demonstrationsanlage, um so nicht nur die Qualität und Leistung von Silumina Anodes™ Technologie von Altech zu demonstrieren sondern möglichst schnell Material zur Verfügung stellen zu können für eine Qualifizierung bei unseren Kunden. Die Pilotanlage ist für die Produktion von ca. 37 Tonnen (36.680 Kilogramm) beschichteter Silumina-Anodes™ pro Jahr (120 kg pro Tag) ausgelegt.

Die Auslegung der Pilotanlage ist für die Installation in der Dock3-Halle vorgesehen, die direkt an den von Altech vorgesehenen Standort im Industriepark Schwarze Pumpe angrenzt (siehe Abbildungen 5.1 und 5.2). Altech hat sich eine Fläche von ca. 300m<sup>2</sup> im Dock3 zur Installation der Pilotanlage gemietet.

Abbildung 5.1 Dock3-Anlage, Industriepark Schwarze Pumpe, Sachsen, Deutschland



Außerdem ist für die Pilotanlage ein umfassendes Analyselabor vor Ort geplant zudem ist eine enge Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut IKTS für keramische Systeme in Dresden vorgesehen.

---

Das Labor wird eine schnelle Bewertung der Qualität und Reinheit des angelieferten und produzierten Materials der Pilotanlage ermöglichen sowie die physikalischen Richtwerte überwachen, so dass Abweichungen zu den Soll-Werten schnell erkannt werden und Prozessparameter bei Bedarf angepasst werden können. Der Dock3-Raum ist bereits an alle erforderlichen Versorgungseinrichtungen angeschlossen und umfasst auch separate Büroräume für das Projekt- und Betriebsteam.

Abbildung 5.2: Gemietete Stellplätze in der Dock3-Anlage



Die Pilotanlage wurde in zwei verschiedene Verarbeitungsbereiche unterteilt: die Herstellung von Vorprodukten und die Beschichtung und Kalzinierung von Silumina-Anodes™. Die Anlagen zur Herstellung der Vorprodukte werden im Chargenbetrieb betrieben und produzieren etwa 10 kg pro Charge. Diese Produktionsmenge reicht aus, um die nachgelagerte Beschichtungsstufe des Anodenmaterials für etwa 30 Stunden kontinuierlicher Produktion zu versorgen. Aufgrund der Art der metallurgischen Auslaugungs- und Kristallisationsprozesse sowie der hohen Reinheitsanforderungen an die Endprodukte werden die prozessrelevanten Anlagen aus Fluorpolymeren und keramischen Materialien hergestellt. Das Design für die Pilotanlage nutzt auch das Wissen, das Altech und ausgewählte Ausrüstungslieferanten während des Designs der HPA-Produktionsanlage in Johor entwickelt haben. Die Zentrifugen-, Filtrations- und Kalzinierungsanlagen werden von den Anlagenherstellern in einem passenden Maßstab geliefert, der zur Bewertung von Betriebsparametern und zur Berechnung einer vergrößerten Anlage geeignet ist.

Abbildung 3.3: Aufbau der Pilotanlage



Der Beschichtungs- und Kalzinierungsabschnitt der Pilotanlage wurde für einen kontinuierlichen Betrieb mit minimalen Abschaltungen ausgelegt, um eine gleichbleibende Qualität des Produktmaterials zu gewährleisten. Die Prozesssicherheit zur Erzielung höchster Reinheit des Endprodukts war das wichtigste Kriterium bei der Auswahl der Prozessausrüstung und der wichtigsten Baumaterialien. Die Produktionsmengen aus der Pilotanlage Silumina Anodes™ werden genutzt, um zu bestätigen, dass der Altech-Prozess durchgängig die Anforderungen an die geforderte Produktreinheit erfüllt. Zudem dient die Pilotanlage der Optimierung des Anlagendesigns und der Prozessparameter für eine großtechnische Produktionsanlage mit einer Kapazität von 10.000 Tonnen pro Jahr; dabei werden auch die Qualifikationsmuster und Referenzprodukte für potenzielle Joint-Venture-Partner und Verbraucher von Anodenmaterial hergestellt.

Abbildung 3.4: Ausrüstung der Pilotanlage



Abbildung 3.5: Ausrüstung der Pilotanlage



Das deutsche Ingenieurbüro Küttner GmbH & Co. KG (Küttner) hat den Auftrag für das endgültige Anlagen-Engineering der Pilotanlage Silumina Anodes™ erhalten, die in Sachsen, Deutschland, errichtet werden soll. Küttner hat die Planungsarbeiten abgeschlossen und die Beschaffung der Vorprodukte ist bereits angelaufen. Die Pilotanlage ist für die Produktion von 120 kg beschichtetem Batterieanodenmaterial pro Tag ausgelegt, das ausgewählten europäischen Batterie- und Automobilherstellern zur Verfügung gestellt werden soll. Küttner ist ein in Deutschland ansässiger Industrieanlagenbauer und EPC-Auftragnehmer mit umfassender Erfahrung in den Bereichen Planung, Beschaffung, Projekt- und Baumanagement sowie Inbetriebnahme von Anlagen in einer Reihe von Branchen. Das Unternehmen hat in der Vergangenheit bereits Projekte in den Bereichen Metallurgie, Wasser- und Abgasbehandlung in Deutschland durchgeführt. Küttner bringt Branchenkenntnis und Expertise vor Ort in die Durchführung des Projekts ein.

## 6.0 Silumina Anodes™ Produkt

Altech hat den Produktnamen **Silumina Anodes™** für sein aluminiumoxidbeschichtetes Silizium/Graphit-Verbundmaterial für Lithium-Ionen-Batterieanoden als geschütztes Warenzeichen registriert.

Basierend auf Altechs Batterietests wird erwartet, dass sein Produkt Silumina-Anodes™ die Herstellung von Batterieanoden ermöglicht, die in Lithium-Ionen-Batterie verwendet zu einer signifikanten Steigerung der Energiedichte nach Volumen und Gewicht führt. Das Hauptunterscheidungsmerkmal von Silumina Anodes™ besteht darin, dass es sich um einen keramisch beschichteten Verbundwerkstoff aus Silizium- und Graphitpartikeln handelt. Die dort angewendete Technologie zur Nano Aluminiumoxid-Beschichtung ist das firmeneigene geistige Eigentum der Altech. Das relevante Know-how liegt hier sowohl in der Prozesstechnik als auch der Komposition und Morphologie der verwendeten Materialien.

---

# Silumina Anodes



## 7.0 Grüne Zertifizierung von Silumina Anodes™

Im Rahmen der Vorbereitenden Wirtschaftlichkeitsstudie (PFS) hat das unabhängige Zentrum für internationale Klima- und Umweltforschung (CICERO) in Norwegen das Altech Projekt Silumina Anodes™ in Schwarze Pumpe, Sachsen als umweltfreundlich "Grün" bewertet.

Entsprechend der Börsenmitteilung der AAM vom 18. November 2021, wurde CICERO von Altech beauftragt, eine unabhängige Bewertung der geplanten Silumina Anodes™ Anlage durchzuführen, die im Industriepark Schwarze Pumpe, Sachsen, Deutschland, gebaut werden soll. Die Anlage ist mit besonderem Augenmerk auf die Minimierung der Umweltauswirkungen und in Übereinstimmung mit den vorherrschenden deutschen, europäischen und internationalen Umweltstandards entworfen worden.

Die Prüfung durch CICERO ist nun abgeschlossen, und das Projekt wurde mit "Medium Green" bewertet. Diese positive Projektbewertung, die offiziell als *"Green Bond Second Opinion"* bezeichnet wird, bestätigt, dass das Projekt für eine künftige Green-Bond-Finanzierung geeignet wäre. Zudem ist es für den zukünftigen Vertrieb unseres Silumina Anodes™ Materials ein wesentlicher Vorteil als umweltfreundlich und CO<sub>2</sub> reduziert eingestuft zu sein.



Bei der Festlegung der Gesamteinstufung des Projektes als "mittelgrün" bewertete CICERO nicht nur den technischen Prozess sondern auch den betrieblichen Managementprozess als auch die Herstellungskontrolle sowie die Transparenz als "gut". Dies bestätigte, dass das Projekt mit allen Green-Bond-Prinzipien in Einklang steht. Bei der Bewertung des vorgeschlagenen



Anlagenkonzepts und des Beschichtungsprozesses stellte CICERO fest, dass "die Anlage nahezu keine „Scope-1“- und „Scope-2“ Emissionen aufweist, da die Prozesse der Anlage, einschließlich der Dampferzeugung und Öfen, vollständig elektrifiziert sind und erneuerbarer Strom vor Ort verwendet wird. Obwohl CICERO einräumt, dass sich das Projekt noch in der Entwicklungsphase befindet, hat sie Altech bei der Bewertung Unternehmens-Governance und -Transparenz entschlossen, "eine robuste Nachhaltigkeitspolitik für die Lieferkette zu implementieren sowie mit seinen Lieferanten in Kontakt zu treten, um deren Nachhaltigkeitsauswirkungen zu bewerten", da >90% des CO<sub>2</sub> Fußabdrucks der Anlage auf das Ausgangsmaterial Graphit und Silizium zurückzuführen sind.

Eine Bewertung des CO<sub>2</sub> Fußabdrucks der geplanten Anlage mit einer Kapazität von 10.000 Tonnen pro Jahr hat ergeben, dass beschichtetes Silumina Anodes™ Material im Vergleich zur herkömmlichen Lithium-Ionen-Batterietechnologie mit Graphitanode, bei einem Anteil von 5% beschichtetem Silizium die CO<sub>2</sub> Emissionen um ca. 19% verringert und um ca. 52% bei einem beschichtetem Silizium Anteil von 20%. (siehe Tabelle 4.1).

**Tabelle 4.1: Geschätzte Verringerung des CO<sub>2</sub> Fußabdrucks durch die Verwendung von beschichtetem Silizium in der Anode von Lithium-Ionen-Batterien**

Siliziumgehalt in %	Verringerung des CO <sub>2</sub> Fußabdrucks in LIB (äquivalente Leistung)
5%	18.7%
10%	34.9%
15%	44.9%
20%	51.8%



---

## Über Altech Advanced Materials AG

Die Altech Advanced Materials AG (ISIN: DE000A2LQUJ6) ("AAM") aus Heidelberg ist eine an der Frankfurter Wertpapierbörse im Regulierten Markt notierte Beteiligungsgesellschaft. Ziel des Unternehmens ist es, am Markt für Lithium-Ionen-Batterien und damit am schnell wachsenden Sektor der Elektromobilität sowie an der erwarteten Marktentwicklung für weitere Anwendungen von hochreinem Aluminiumoxid zu partizipieren.

Zu diesem Zweck hat sich die Altech Advanced Material AG mit 25 % an der Altech Industries Germany, Dresden, ("AIG") beteiligt. AIG ist ein zukünftiger Produzent von Anodenmaterial für Lithium-Ionen-Batterien der in Sachsen eine Beschichtungsanlage für Batteriematerialien mit Siliziumgraphit mit einer Kapazität von 10.000 Tonnen pro Jahr erstellen will. Die AIG-Fabrik wird von der AAM zusammen mit dem Partner Altech Chemicals Limited, Australien ("ATC"), finanziert. Grundlage für dieses innovative Batteriematerial ist die Aluminiumoxid-Beschichtungstechnologie von Altech Australia Pty Ltd, Australien, ("Altech"). AIG besitzt die Exklusivrechte zur Nutzung von Altechs Beschichtungstechnologie für Anodenmaterialien und die Rechte an Altechs Produktionstechnologie für hochreines Aluminiumoxid ("HPA") innerhalb der Europäischen Union. AIG positioniert sich als Lieferant von Batteriematerialprodukten für den aufstrebenden europäischen Markt für Elektrofahrzeuge.

Altech gab kürzlich seine bahnbrechende Technologie zur Einbindung von Silizium mit hoher Kapazität in Lithium-Ionen-Batterien bekannt. Durch die eigene Forschung und Entwicklung hat das Unternehmen den "Silizium-Code" geknackt und eine Batterie mit 30 % höherer Leistungsfähigkeit und Lebensdauer entwickelt. Batterien mit höherer Dichte führen zu kleineren, leichteren Batterien und wesentlich weniger Treibhausgasen und sind die Zukunft für den EV-Markt. Altechs urheberrechtlich geschütztes Siliziumgraphitprodukt ist als Silumina Anodes™ registriert. AIG will die patentierte Technologie schnellstmöglich auf den Markt bringen. AIG hat mit einer vorläufigen Machbarkeitsstudie (PFS) für den Bau einer 10.000 Tonnen pro Jahr Silumina Anodes™ -Produktionsanlage auf dem firmeneigenen, 14 Hektar großen Industriegelände im Industriepark Schwarze Pumpe in Sachsen, Deutschland, begonnen. Die europäischen Graphit- und Silizium-Rohstofflieferanten für diese Anlage sollen SGL Carbon und Ferroglobe sein.

AIG hat für dieses Projekt auch eine grüne Akkreditierung vom unabhängigen norwegischen Zentrum für internationale Klima- und Umweltforschung (CICERO) erhalten. Um die Entwicklung zu unterstützen, wird das Unternehmen auch eine Pilotanlage direkt neben der zukünftigen Fabrik errichten, um den Qualifizierungsprozess für sein Silumina Anodes™ Produkt bereits vor Fertigstellung der Fabrik zu ermöglichen.

Darüber hinaus hält AAM eine Option auf den Erwerb einer Beteiligung von bis zu 49 % an Altech Australia Pty Ltd, Australien, ("Altech") für bis zu 100 Millionen Dollar. Derzeit ist Altech eine hundertprozentige Tochtergesellschaft von ATC. Altech ist Eigentümer der IP-Rechte an der HPA-Technologie sowie die 100%ige Muttergesellschaft von Altech Chemicals Sn Bd, Malaysia, über die eine HPA-Anlage mit einer Kapazität von 4.500 Tonnen in Johor, Malaysia, gebaut werden soll und von Altech Meckering Pty Ltd, Australien, dem Unternehmen, das die Rechte an der Kaolinmine hält, aus der das Rohmaterial für die HPA-Produktion in Malaysia stammt.

Weitere Informationen unter: [www.altechadvancedmaterials.com](http://www.altechadvancedmaterials.com)

### Altech Advanced Materials AG

Vorstand: Iggy Tan, Uwe Ahrens, Hansjörg Plaggemars  
Ziegelhäuser Landstraße 3  
69120 Heidelberg

[info@altechadvancedmaterials.com](mailto:info@altechadvancedmaterials.com)  
Tel: + 49 6221 649 2482  
[www.altechadvancedmaterials.com](http://www.altechadvancedmaterials.com)

### Pressekontakt

Ralf Droz / Doron Kaufmann, edicto GmbH  
Tel: +49 (0) 69 905505-54  
E-Mail: [AltechAdvancedMaterials@edicto.de](mailto:AltechAdvancedMaterials@edicto.de)

