VERDER scientific

CARBOLITE GERO 30-3000°C
ELTRA
Retsch
QATM
MICROTRAC
ERWEKA

FORTSCHRITT ERMÖGLICHEN IN DER

BATTERIE TECHNOLOGIE

INHALT

06 VORWORT
WIR ERMÖGLICHEN FORTSCHRITT

06 EXPERTENINTERVIEW
DIE ROLLE DER LABORANALYSE

06 ROHSTOFFE
METALLE, GRAPHIT & POLYMERE

10 KOMPONENTEN
ELECTRODENPULVER, ANODEN & KATHODEN, ELECTROLYTE & SEPARATOREN

16 MONTAGE
BATTERIEMODULE & PACKS

20 RECYCLING
WERTVOLLE MATERIALIEN

Klimaneutral
Druckprodukt
ClimatePartner.com/11774-2308-1109

Diese Broschüre wurde mit EU-zertifiziertem Recyclingpapier, minimierten CO_2-Emissionen und 100% Ökostrom aus erneuerbaren Quellen hergestellt.

BATTERIETECHNOLOGIE

DIE ENERGIESPEICHERUNG DER ZUKUNFT: WIR ERMÖGLICHEN FORTSCHRITT

Die Energiewirtschaft und unsere Gesellschaft als Ganzes stehen vor einem epochalen Wandel: Im Kampf gegen die Klimakrise gilt es, die Energieerzeugung innerhalb kürzester Zeit zukunftsfähig zu machen, und uns von fossilen Brennstoffen zu verabschieden. Eine der entscheidenden Fragen für das Gelingen dieses Vorhabens ist, wie man elektrische Energie speichern und jederzeit und an jedem Ort verfügbar machen kann.

Leistungsfähige, effiziente und wiederverwendbare Primär- und Sekundärbatterien sind daher eine Schlüsseltechnologie für die Zukunft. Experten gehen davon aus, dass der weltweite Batteriebedarf jährlich um rund 25 Prozent wachsen und im Jahr 2030 bereits 2.000 GWh erreichen wird.

Überall auf der Welt arbeiten Wissenschaftler an der technischen Verbesserung bestehender sowie an der Entwicklung neuer Batterielösungen sowohl für Konsumgüter als auch für industrielle Anwendungen.

Zu den Herausforderungen gehören die Weiterentwicklung neuer Technologien, der sparsame Einsatz von Rohstoffen, effiziente Produktionsprozesse, die Verbesserung der Batteriesicherheit oder die Gewichtsreduktion, um nur einige zu nennen. Getreu unserem Leitsatz ENABLING PROGRESS unterstützt Verder Scientific Sie dabei, die Batterietechnologie kontinuierlich zu verbessern, Ressourcen effizienter zu nutzen, Qualität zu sichern und maximale Nachhaltigkeit zu gewährleisten.

Unter unserem Dach vereinen wir das Know-how von fünf renommierten Entwicklern und Herstellern wissenschaftlicher Geräte: RETSCH, MICROTRAC, ELTRA, QATM und CARBOLITE GERO gehören zu den führenden Spezialisten in ihren jeweiligen Tätigkeitsfeldern: Zerkleinern und Sieben, Partikelcharakterisierung, Elementaranalyse, Materialographie und Härteprüfung sowie Wärmebehandlung.

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen eine Auswahl anwendungsspezifischer Lösungen für Forschung und Entwicklung, Produktion und Recycling von Batterien vor.

Für eine gezielte und ausführliche Beratung steht Ihnen unser Expertenteam jederzeit gerne zur Verfügung.

Dr. Jürgen Pankratz
CEO Verder Scientific

ENABLING PROGRESS.

TO THE BENEFIT OF MANY.

ROHSTOFFE

METALLE, GRAPHIT & POLYMERE

- Probenvorbereitung von Erz für die nachfolgende Analytik
- Materialographische Präparation von Lithium-Metalloxid Partikeln
- Stickstoff- und Sauerstoffanalyse von Siliziumnitrid
- Prozessbezogene Partikelcharakterisierung

KOMPONENTEN

ELEKTRODENPULVER, ANODEN & KATHODEN, ELEKTROLYTE & SEPARATOREN

- Wärmebehandlung von kohlenstoffhaltigem Material
- Elektrodenmaterial mit Kugelmühlen pulverisieren und mischen
- Partikelcharakterisierung von Elektrodenmaterial (Dichte, Porosität, Oberfläche, Porengrößenverteilung, Partikelgröße und -form)

RECYCLING

WERTVOLLE MATERIALIEN

- Schreddern von Batterien, Fraktionierung durch Siebung
- Online-Partikelanalyse von geschredderten Batterien
- Wärmebehandlung zur Extraktion wiederverwendbarer Komponenten
- Homogenisierung von Materialfraktionen

MONTAGE

BATTERIEMODULE & PACKS

- Materialographische Probenvorbereitung durch Trennen, Schleifen und Polieren für die nachfolgende Gefügeanalyse
- Elementaranalyse von Kohlenstoff- und Schwefelgehalt

EXPERTENINTERVIEW

DIE BATTERIE DER ZUKUNFT BRAUCHT MODERNE LABORGERÄTE

BATTERIEN WERDEN IMMER LEISTUNGSFÄHIGER, LEICHTER UND NACHHALTIGER. WELCHE ROLLE SPIELT DIE LABORANALYSE BEI DER ENTWICKLUNG, PRODUKTION UND DEM RECYCLING VON ENERGIESPEICHERN? IN DIESEM INTERVIEW FASST DR. JÜRGEN ADOLPHS, LEITER DES APPLIKATIONSZENTRUMS BEI MICROTRAC, DEN AKTUELLEN STAND ZUSAMMEN.

Herr Dr. Adolphs, was waren aus Ihrer Sicht die wichtigsten Entwicklungen in der Batterietechnologie in der Vergangenheit?
Vor mehr als 200 Jahren erfand Alessandro Volta die Batterie. Das physikalische Prinzip ist bis heute unverändert, aber im Laufe der Jahre wurde eine große Vielfalt an Materialsystemen entwickelt. Ein bedeutender Fortschritt wurde erreicht, als sich kleine Batterien von nicht aufladbaren Primärbatterien zu wiederaufladbaren Sekundärbatterien entwickelten. Lithiumbatterien als Energieträger für die mobile und stationäre Stromversorgung sind heute Standard in allen Handys und Elektrofahrzeugen. Für einige Anwendungsbereiche, wie z. B. die Raumfahrttechnik, wurden spezielle Lösungen wie Ni-Cad-Batterien entwickelt.

Was sind heute die größten Herausforderungen?
Wir brauchen intelligente Lösungen für eine Vielzahl von Anwendungen. Effiziente Energiespeicherung ist sicherlich eine der dringlichsten Aufgaben im Hinblick auf eine höhere Energie- und Leistungsdichte, Kapazität, Ladeeffizienz, Zyklenfestigkeit und Größe. Nachhaltigkeit, Wiederverwendbarkeit durch Recycling und natürlich sichere Batterien sind weitere Herausforderungen.

Welche Analysemethoden helfen Entwicklern und Herstellern?
In der Batterieforschung wird die Entwicklung von Feststoffen, z. B. für Elektroden und Separatoren, durch die Messung der

Dr. Jürgen Adolphs
Produktspezialist, Microtrac

Partikelgröße und -morphologie sowie durch die Analyse von Dichte, Oberfläche und Porosität unterstützt. Die Elementaranalyse von Ausgangsmaterialien ist ebenfalls unerlässlich. Diese Methoden sind hilfreich für die Qualitätskontrolle, aber jedes Analyseergebnis kann nur so gut sein wie die untersuchte Probe. Daher ist eine repräsentative und reproduzierbare Probenvorbereitung durch Homogenisieren, Schneiden, Schleifen und Polieren ein unverzichtbarer Schritt des Verfahrens.

Worauf ist bei der Auswahl von Analysegeräten zu achten?
Erstens müssen die Analysegeräte in der Lage sein, die zu untersuchenden Merkmale zu bestimmen. Darüber hinaus sind Leistungsstabilität und genaue Ergebnisse ein Muss. Benutzerfreundliche Bedienung und sichere Handhabung - unterstützt durch einen zuverlässigen weltweiten Service - das sind die wichtigen Punkte.

Was sind die Vorteile in der Zusammenarbeit mit VERDER SCIENTIFIC?
VERDER SCIENTIFIC deckt mit seinen fünf Herstellerfirmen verschiedene Technologien ab, nämlich Probenvorbereitung, Wärmebehandlung, Elementarana-lyse und Partikelcharakterisierung. Dieser interdisziplinäre Ansatz unterscheidet uns von anderen Lösungsanbietern, die oft nur einen Schritt in der Prozess-kette abdecken.

Wo sehen Sie die Batterietechnologie in zehn Jahren?
Weltweit werden enorme Anstrengungen in Forschung und Entwicklung für den gesamten Batterie-Lebenszyklus unternommen, unterstützt durch maschinelles Lernen. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz wird zu schnelleren Ergebnissen führen, die die Batterieentwicklung wirklich voranbringen. Das Internet der Dinge (IoT) könnte als Kommunikationssteuerungsinstrument für eine nahtlose Stromversorgung der Verbraucher wichtig werden - von kleinen Batteriepacks bis hin zu großen Batterieenergieanlagen. Der nächste Entwicklungsschritt wird leichtgewichtige Batterien hervorbringen, die nicht nur eine höhere Energiedichte aufweisen, sondern auch für das Hochgeschwindigkeitsladen geeignet sind. Neben der Hochspannungstechnik werden sie die Elektromobilität deutlich beeinflussen.

ROHSTOFFE

METALLE, GRAPHIT & POLYMERE

VOM ERSTEN SCHRITT IM BATTERIEZYKLUS - DEM ABBAU UND DER GEWINNUNG DER ROHSTOFFE - STELLEN TECHNOLOGIEN VON VERDER SCIENTIFIC SICHER, DASS DIE GEFORDERTEN HOHEN QUALITÄTSSTANDARDS ERFÜLLT WERDEN.

Je nach Typ werden für die Herstellung einer Batterie eine Vielzahl von Materialien benötigt. Bei einer Lithium-Ionen-Batterie beispielsweise finden Nickel, Mangan, Kobalt, Graphit und Ruß für die Elektroden sowie Aluminium, Kupfer, Bindemittel und Polymere als Separatoren Verwendung.

Ob die Batterie letztendlich die versprochenen Eigenschaften liefert, hängt maßgeblich von der Qualität und Reinheit dieser Rohstoffe ab.

Nehmen wir zum Beispiel die metallischen Grundstoffe: Hier gilt es zunächst, die Probe reproduzierbar zu zerkleinern und zu homogenisieren, damit alle nachfolgenden Analyseergebnisse verlässlich sind. In einem nächsten Schritt bilden die genaue Materialanalyse und die Bestimmung des Metallgehalts in einem abgebauten Mineral, sowie die exakte Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und der Reinheit die Grundlage für die Beurteilung der Eignung und des Marktwerts.

WAS WIR FÜR SIE TUN KÖNNEN

Labor- und Analysegeräte von VERDER SCIENTIFIC gewährleisten eine zuverlässige Qualitätskontrolle der Rohstoffe durch Probenhomogenisierung, metallographische Präparation, Elementaranalyse und Partikelcharakterisierung.

In Anbetracht der begrenzten Verfügbarkeit einiger Rohstoffe und des hohen Anteils an den Gesamtproduktionskosten ist die zuverlässige Qualitätskontrolle dieser Materialien ein wesentlicher Schritt in der Prozesskette.

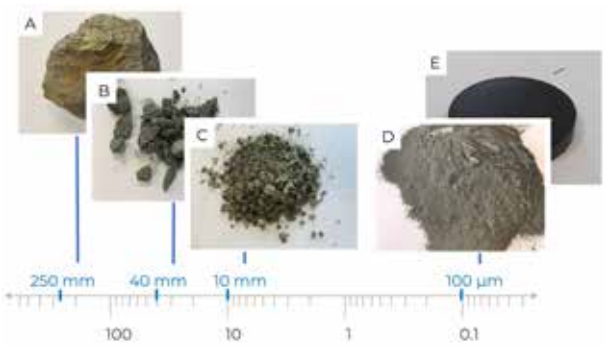
PROBENZERKLEINERUNG

BRECHER UND MÜHLEN FÜR DIE ZERKLEINERUNG VON ERZEN

Um die Konzentration wertvoller Metalle wie Lithium, Mangan oder Kobalt zu bestimmen werden nur wenige Gramm der Probe benötigt. Die Vorbereitung einer repräsentativen Probe für die Analyse kann mehrere Schritte umfassen: Vorzerkleinerung, Feinvermahlung, Probenteilung und Tablettenpressen.

RETSCH bietet eine breite Palette an Brechern, Mühlen, Zubehör und Hilfsmitteln, um eine reproduzierbare Probenhomogenisierung für die anschließende Analyse zu gewährleisten.

BACKENBRECHER BB 200



Probenvorbereitung von Kupfererz: A: Originalprobe, B und C: Probe vorzerkleinert im Backenbrecher BB 600 / BB 200, D: Probe pulverisiert in der Scheibenmühle RS 200 und E: Probe geteilt mit PT 100 und pelletiert mit der Tablettenpresse PP35 für die anschließende RFA.

KURZ GEFASST

- Probenvorbereitung von Batterierohstoffen für die Analytik
- Vor- und Feinzerkleinerung, Probenteilung und Tablettenpressen

EINSATZGEBIET

- Qualitätskontrolle

Retsch

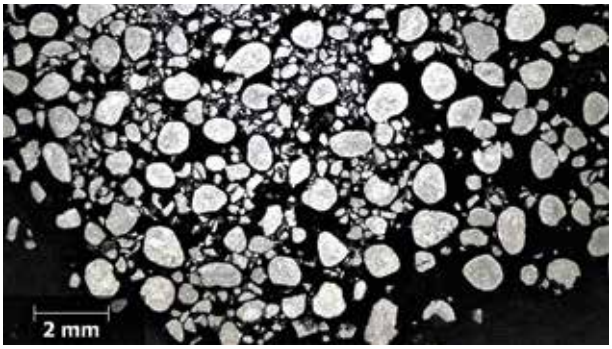
MATERIALOGRAPHIE

UNTERSUCHUNG VON LITHIUM-METALLOXID-PARTIKELN

Die Lithium-Metalloxid-Partikel werden metallographisch präpariert und mittels Lichtmikroskopie und Rasterelektronenmikroskopie mit EDX-Detektor untersucht, um ihre Größe und chemische Zusammensetzung zu ermitteln.

Die epoxidbasierten Kalteinbettmittel (KEM 90 und KEM 92) von QATM ermöglichen eine lückenlose Einbettung der Oxidpartikelpulver und bereiten sie für das Schleifen und Polieren vor. Dank einer umfangreichen Auswahl an Poliertüchern und Polierdiamantsuspensionen kann eine große Vielfalt an Lithium-Metalloxidpartikeln präpariert werden. Das Qdoser-System wird für die automatische Dosierung beim Polieren und Feinpolieren eingesetzt.

AUTOMATISCHES DOSIERSYSTEM QDOSER ECO & VERBRAUCHSMATERIAL



Pulverpartikel in KEM 90 eingebettet.

KURZ GEFASST

- Metallographische Präparation für die mikroskopische Untersuchung
- Passendes Verbrauchsmaterial für die Präparation von Batteriegehäusen

EINSATZGEBIET

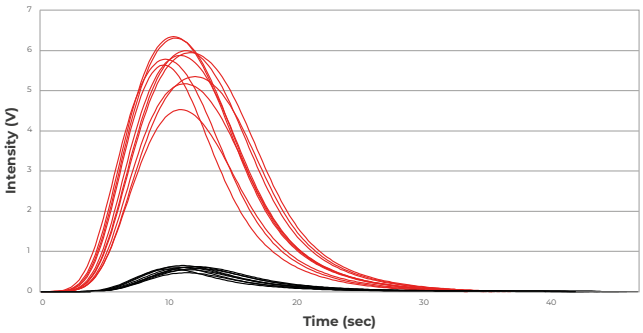
- Forschung & Qualitätskontrolle

QATM

ELEMENTARANALYSE

STICKSTOFF- & SAUERSTOFFANALYSE VON SILIZIUMNITRID

Batterien auf Lithiumbasis können Siliziumnitrid als Teil einer Elektrode enthalten. Der Stickstoffgehalt wird gemessen, um die Reinheit des Siliziumnitrids anzugeben, während der Sauerstoffgehalt bestimmt wird, um die elektrischen Eigenschaften zu bewerten. Der ELEMENTRAC ONH-p 2 ist für die präzise Messung beider Elemente bestens geeignet. Die hochempfindlichen Detektoren der ELTRA-Elementaranalysatoren messen Elementkonzentrationen vom niedrigen ppm-Bereich bis hin zu hohen Prozentanteilen.



Messkurve ELEMENTRAC ONH-p-2
Die rote Kurve zeigt die Freisetzung von Stickstoff, die schwarze Kurve die Freisetzung von Sauerstoff.

MESSERGEBNISSE

Siliziumnitrid (Si_3N_4) (Referenzmaterial BAM: ED 101)

Sauerstoffgehalt: 2,06% +- 0,05 ; Stickstoffgehalt: 43,54% +- 0,19

SAUERSTOFF / STICKSTOFF / WASSERSTOFF ANALYSATOR ELEMENTRAC ONH-P 2

KURZ GEFASST

- Weiter O/N/H Messbereich für Forschung und Produktionskontrolle
- Trägergasheißextraktionsanalysator mit WLD und IR-Detektion

EINSATZGEBIET

- Forschung

ELTRA

ENABLING PROGRESS.

WÄRMEBEHANDLUNG
ELEMENTARANALYSE
MATERIALOGRAPHIE & HÄRTEPRÜFUNG
ZERKLEINERN & SIEBEN
PARTIKELCHARAKTERISIERUNG
PHARMAZEUTISCHE TABLETTENPRÜFUNG

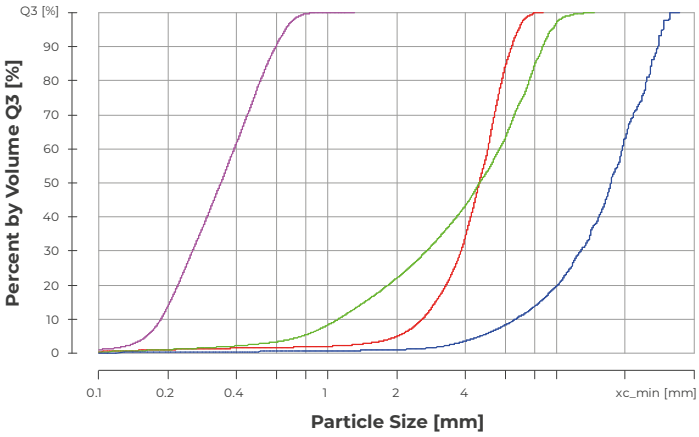
Unter dem Dach von VERDER SCIENTIFIC unterstützen wir tausende von Kunden weltweit bei der Verwirklichung unserer gemeinsamen Ziele. Als ihr Technologiepartner hinter den Kulissen liefern wir ihnen die Lösungen, die sie brauchen, um Fortschritte zu erzielen und das tägliche Leben unzähliger Menschen zu verbessern. Gemeinsam machen wir die Welt zu einem gesünderen, sichereren und nachhaltigeren Ort.

www.verder-scientific.de

PARTIKELGRÖSSEN- & PARTIKELFORMANALYSE

PROZESSBEGLEITENDE PARTIKELMESSUNG

Die Partikelgrößenverteilung von zerkleinertem Erzmaterial ist wichtig für die Steuerung der verschiedenen Prozessschritte bei der Herstellung von Batteriezellen. Dafür ist eine vollständige Erfassung wichtiger Größenparameter entscheidend. Der CAMSIZER 3D liefert relevante Größen- und Formparameter innerhalb kürzester Zeit und kann in rauer Produktionsumgebung eingesetzt werden. So lassen sich Abweichungen in den Prozessen erkennen und Anpassungen zeitnah vornehmen. Der CAMSIZER 3D ist auch in einer Version für die Online-Messung und in einer XL-Version für Partikelgrößen bis zu 135 mm erhältlich.



CAMSIZER 3D Analyse unterschiedlicher Qualitäten einer Erzprobe
(beachten Sie die logarithmische Skalierung der x-Achse)

PARTIKELGRÖSSEN- UND PARTIKEL-FORMANALYSATOR CAMSIZER 3D

KURZ GEFASST

- Dynamische Bildanalyse zur Bestimmung von Partikelgröße und Partikelform
- dreidimensionale Partikel-charakterisierung

EINSATZGEBIET

- Forschung & Qualitätskontrolle

MICROTRAC

IHR KONTAKT VOR ORT
Finden Sie Ihren lokalen VERDER SCIENTIFIC Kontakt auf unserer Webseite.

KOMPONENTEN

ELECTRODENPULVER, ANODEN & KATHODEN, ELECTROLYTE & SEPARATOREN

ELEKTRODEN, SEPARATOREN UND ELEKTROLYTE SIND WESENTLICHE BATTERIE-KOMPONENTEN. IHRE MATERIAL-ZUSAMMENSETZUNG UND PRODUKTQUALITÄT BESTIMMEN DIE LEISTUNG DER BATTERIE SOWIE DIE NACHHALTIGKEIT UND DIE GESAMTKOSTEN DES PRODUKTIONSPROZESSES.

CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG
Verschiedene Batterietypen benötigen unterschiedliche Ausgangsmaterialien. Die chemische Zusammensetzung und die Qualität der Elektrodenmaterialien wirken sich auf die Schlüsseleigenschaften der Batterie wie Energiedichte, Leistungsdichte, Zykluslebensdauer, Laderate oder Temperaturstabilität aus. Bei Lithium-Ionen-Batterien beispielsweise sind derzeit Multimetalloxide aus Kobalt, Nickel und Mangan die gebräuchlichsten Kathodenmaterialien, während die Anoden hauptsächlich auf Graphit basieren.

Um die Leistung von Batterien zu verbessern, konzentrieren sich die Forscher auf die Entwicklung neuer chemischer Zusammensetzungen von Elektrodenpulvern, Separatoren und Elektrolyten.

MATERIALQUALITÄT & PROZESSKONTROLLE
Die Herstellung von einbaufertigen Elektrodenkomponenten umfasst verschiedene Schritte. Zur Herstellung von Elektrodenpulvern und Elektrodenfolien für Lithium-Ionen-Batterien sind Partikelzerkleinerung, Wärmebehandlung, Aufschlämmung, Beschichtung, Trocknung und Kalandrierung nur einige der erforderlichen Verfahren.

Die Hersteller achten nicht nur auf einen hohen Reinheitsgrad des eingekauften Graphits und der Metalle, sondern auch auf saubere Produktions- und Transportprozesse. Jegliche Kontamination des Materials mit Fremdstoffen, Verunreinigungen oder Feuchtigkeit durch Maschinen, Menschen oder Umwelteinflüsse sollte vermieden werden, um eine gleichbleibend hohe Qualität der Batteriekomponenten zu gewährleisten. Die chemische Zusammensetzung, die Partikelgröße, die spezifische Oberfläche oder der pH-Wert der einzelnen Chargen werden während der Produktion ständig analysiert, um eine lückenlose Qualitätskontrolle zu gewährleisten.

UNSER BEITRAG
VERDER SCIENTIFIC unterstützt die Hersteller von aktiven Batteriematerialien und -komponenten bei all diesen Herausforderungen. Unsere Lösungen helfen Ihnen, Ihre Produkte und Produktionsprozesse weiterzuentwickeln und eine gleichbleibend hohe Qualität zu gewährleisten.

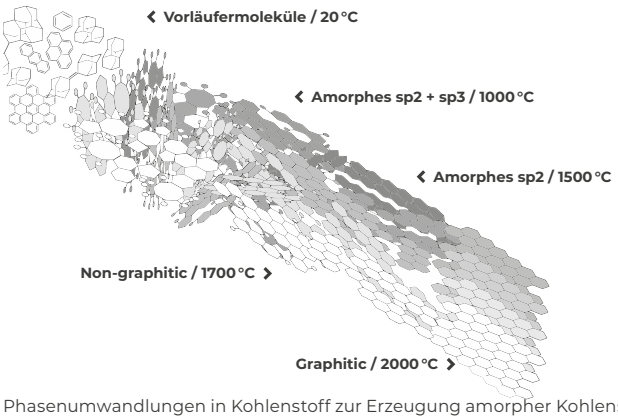
Im Labormaßstab werden Mühlen von RETSCH eingesetzt, um die Partikelgröße von Elektrodenmaterialien zu reduzieren und homogene Mischungen herzustellen. Mit Hochtemperaturöfen von CARBOLITE GERO können Sie Kathoden- und Anodenmaterialien thermisch behandeln. Mit Analysatoren von MICROTRAC lassen sich Materialdichte, Porosität, Porengrößenverteilung, Homogenität, Beschichtungsqualität, Partikelgröße und -form und vieles mehr bestimmen, um die Materialeigenschaften oder die genaue physikalische oder chemische Struktur zu überprüfen.

Und das ist erst der Anfang: Unsere Anwendungsspezialisten stellen Ihnen gerne weitere Lösungen aus dem Portfolio unserer Gruppe vor.

WÄRMEBEHANDLUNG

THERMISCHE VERARBEITUNG VON KOHLENSTOFFHALTIGEM MATERIAL BEI BIS ZU 3000 °C ZUR HERSTELLUNG VON HOCHWERTIGEM ELEKTRODENMATERIAL

Das kohlenstoffhaltige Material wird durch Hochtemperaturverarbeitung in gleichmäßige, gestapelte Schichten umgewandelt. Die dabei entstehenden Nanostrukturen werden durch Van-der-Waals-Kräfte zusammengehalten, d. h. durch schwache Kräfte, die zwischen Molekülen oder Atomen auftreten. Die HTK- und GLO-Ofenserien wurden speziell zur Optimierung der Temperaturregelung für die Herstellung konsistenter und einheitlicher Materialien entwickelt. Sie sind mit Abgasbehandlungssystemen ausgestattet, um die Sicherheit und die Einhaltung von Umweltvorschriften zu gewährleisten. Die Gleichmäßigkeit der gestapelten Schichten verbessert die Bewegung von Elektronen und Ionen durch das Material, ein wesentliches Merkmal für Hochleistungsanwendungen wie Batterien.



Phasenumwandlungen in Kohlenstoff zur Erzeugung amorpher Kohlenstoffstrukturen.

KAMMERÖFENFÜR DIE GRAPHITISIERUNG

KURZ GEFASST
- Entwicklung von hochwertigem Graphit als Elektrodenmaterial
- Thermische Verarbeitung bei 3000 °C unter inerter Atmosphäre
- Abgasmanagementsystem, sicher, umweltfreundlich

EINSATZGEBIET
- Forschung & Qualitätskontrolle

CARBOLITE GERO 30-3000 °C

PROBENHOMOGENISIERUNG

LABORKUGELMÜHLEN MIT TEMPERATURKONTROLLE ZUR ENTWICKLUNG VON KOMPONENTEN FÜR FESTKÖRPERBATTERIE

Die physikalische Anordnung der aktiven Materialien ist eines der wichtigsten Merkmale von Festkörperbatterien. Die Hochleistungs-Kugelmühlen von RETSCH werden zum Zerkleinern, Mischen und Beschichten von Elektrodenmaterialien im Labormaßstab eingesetzt. Kugelmühlen mit automatischer Temperaturregelung sind ideal geeignet, um z.B. spezifische Partikelgrößenverteilungen von temperaturempfindlichen Elektrodenmaterialien herzustellen oder mechanochemische Reaktionen unter kontrollierten Temperaturen und Atmosphären durchzuführen. Die MM 500 control ermöglicht die Herstellung von Batteriematerialien bei Temperaturen zwischen -100 °C und +100 °C.

Abbildung eines Thiophosphat-Pulvers mit 3 mm großen Mahlkugeln in einem 125 ml Screw-Lock-Mahlbecher. Die Probe wurde in der MM 500 control bei -100 °C unter inerter Atmosphäre pulverisiert; der Becher wurde in einer Glove Box geöffnet.

SCHWINGMÜHLE MM 500 CONTROL

KURZ GEFASST
- Pulverisieren, Mischen und Beschichten von batterieaktiven Materialien
- Materialentwicklung für All-Solid-State-Batterien
- Temperaturgesteuertes Mahlen

EINSATZGEBIET
- Forschung

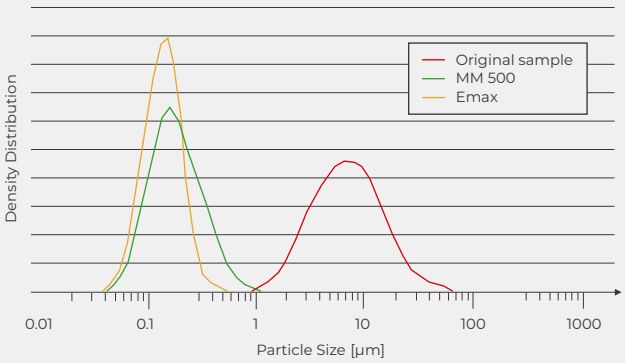
Retsch

PROBENHOMOGENISIERUNG

PULVERISIEREN UND MISCHEN VON ELEKTRODENMATERIAL MIT KUGELMÜHLEN

Retsch-Kugelmühlen werden zum Zerkleinern und Mischen von batterieaktiven Materialien im Labormaßstab eingesetzt. Ein typisches Anwendungsgebiet ist die Aufbereitung von Pulvern und Slurries von Elektrodenmaterialien. Der Mahl-, Beschichtungs- und Mischprozess kann in Planeten-Kugelmühlen und Schwingmühlen durchgeführt werden. Hochleistungs-Kugelmühlen wie die MM 500 nano oder Emax zerkleinern Partikel bis in den Nanometerbereich.

HOCHLEISTUNGS-KUGELMÜHLE EMAX



Partikelgrößenverteilung von Siliziumpulver, das durch Nassvermahlung mit der Schwingmühle MM 500 nano unter Verwendung von Zirkonoxid-Mahlwerkzeugen (grüne Kurve) produziert wurde, sowie mit dem Emax (gelbe Kurve) zum Vergleich. Die Messung erfolgte mit dem Microtrac SYNC Partikelanalysator.

KURZ GEFASST

- Hochleistungs-Kugelmühlen für die Zerkleinerung von batterieaktiven Materialien
- Pulverisierung bis in den Nanometerbereich

EINSATZGEBIET

- Forschung & Qualitätskontrolle

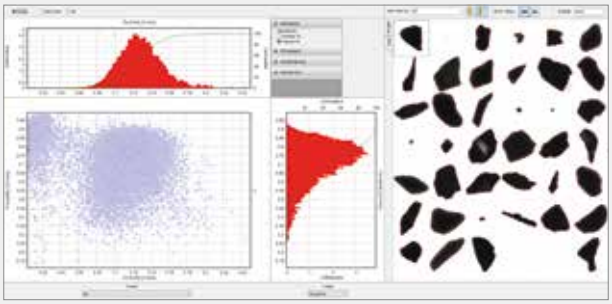
Retsch

PARTIKELGRÖSSE UND PARTIKELFORM

LASERBEUGUNG & DYNAMISCHE BILDANALYSE ZUR MESSUNG DER PARTIKELGRÖSSE UND -FORM VON ELEKTRODEN-MATERIALIEN, ELEKTROLYTEN UND SEPERATOREN

NMC (Nickel-Mangan-Kobalt) und Lithium sind die wichtigsten aktiven Kathodenkomponenten in LIB (Lithium-Ionen-Batterien), während Graphit ein typisches Material für die Anode ist. Sowohl die Partikelgrößenverteilung als auch die Form der Elektrodenmaterialien sind wichtige Kriterien für die Batteriequalität. Größe und Form können die Kinetik und Reaktivität der Batteriematerialien beeinflussen und die Diffusionsrate, die Leistungsdichte, die Porosität der Anodenschicht und die Entladungsrate bestimmen. Eine typische Partikelgröße für Elektrodenmaterialien liegt bei etwa 6 Mikrometern. Partikelgrößenverteilung und -form werden mit einer Kombination aus Laserbeugung und dynamischer Bildanalyse zuverlässig gemessen.

PARTIKELGRÖSSEN- UND PARTIKELFORMANALYSATOR SYNC



Streudiagramm des flächenäquivalenten Durchmessers und der Sphärizität des Anodenmaterials

KURZ GEFASST

- Laserbeugung und dynamische Bildanalyse zur Bestimmung der Partikelgröße
- Partikelgrößenverteilung und -form von aktiven Batteriematerialien

EINSATZGEBIET

- Forschung & Qualitätskontrolle

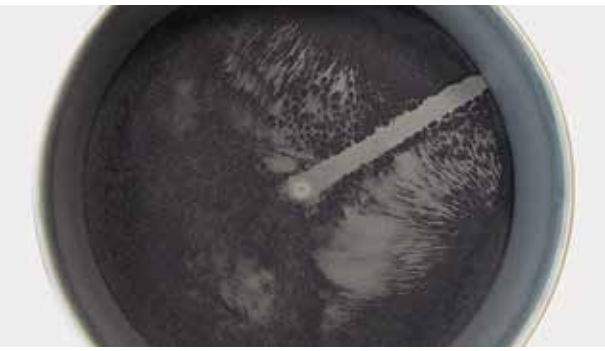
MICROTRAC

SIEBANALYSE

PARTIKELGRÖSSENBESTIMMUNG VON BATTERIEMATERIALIEN DURCH SIEBUNG

Zur Qualitätskontrolle von Elektrodenmaterialien werden RETSCH-Siebmaschinen zur Charakterisierung der Partikelgrößenverteilung eingesetzt. Das Portfolio umfasst Siebmaschinen für verschiedene Siebdurchmesser, die auf unterschiedlichen Bewegungsmustern basieren, mit Maschenweiten von 10 µm bis 125 mm. Die Luftstrahlsiebmaschine AS 200 jet eignet sich besonders für die Siebung von feinen Pulvern wie Graphit, die zur Agglomeration neigen. Um die Probe vor dem Sieben in repräsentative Fraktionen zu unterteilen, wird der Probenteiler PT 100 verwendet.

LUFTSTRAHLSIEBMASCHINE AS 200 JET



Probenreste auf einem 20-µm-Sieb nach der Siebung von feinem Graphitpulver mit Partikelgrößen < 300 µm. Die Siebung erfolgte nach der “Schweizer Methode” unter Verwendung des Probenteilers PT 100 und der Luftstrahlsiebmaschine AS 200 jet.

KURZ GEFASST

- Siebmaschinen für die Partikelgrößenanalyse
- Siebmaschinen mit verschiedenen Bewegungsmustern und unterschiedlichen Siebdurchmessern
- Probenteiler zur repräsentativen Teilung von Schüttgütern

EINSATZGEBIET

- Forschung

Retsch

DICHTEMESSUNG

GASPYKNOMETER FÜR DIE DICHTEMESSUNG VON ELEKTRODENMATERIALIEN

Die wichtigsten aktiven Kathodenkomponenten in einer Lithium-Ionen-Batterie (LIB) sind Nickel, Mangan, Kobalt (NMC) und Lithium, während als Anodenmaterial in der Regel Graphit verwendet wird.

Die Dichte (g/cm³) ist ein entscheidender Faktor bei der Charakterisierung und Bewertung aktiver Batteriematerialien. Ein Gaspyknometer bestimmt die Dichte von Elektrodenmaterialien durch Messung der verdrängten Gasmenge (Helium).

GASPYKNOMETER BELPYCNO L

Graphitpulver gemessen mit BELPYCNO L, Dichte = 2.223g/cm³

KURZ GEFASST

- Temperaturgesteuertes Gaspyknometer zur Dichtemessung
- Charakterisierung der Skelettdichte von aktivem Batteriematerial
- Standardmethode für F&E und QC

EINSATZGEBIET

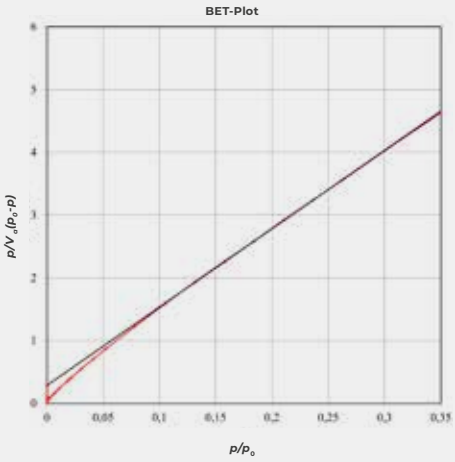
- Forschung & Qualitätskontrolle

MICROTRAC

GASADSORPTIONSMESSUNG

GASADSORPTION ZUR BESTIMMUNG DER OBERFLÄCHE UND PORENGRÖSSENVERTEILUNG VON ELEKTRODENMATERIALIEN

Die spezifische Oberfläche und die Porengrößenverteilung von Elektrodenmaterialien lassen sich aus der gemessenen Gassorptionsisotherme ableiten. Die auf die Masse bezogene Oberfläche als spezifische Oberfläche (m²/g) ist ein wichtiger Parameter bei der Charakterisierung und Bewertung batterieaktiver Materialien, da ihre Morphologie einen direkten Einfluss auf die Batterieleistung hat.



BET Specific Surface Area (SSA) of NMC with 0.34m²/g derived with gas adsorption devices Belsorp Mini X

ANALYSATOR FÜR OBERFLÄCHE & PORENGRÖSSENVERTEILUNG BELSORP MINI X

KURZ GEFASST

- Gassorption zur Charakterisierung der spezifischen Oberfläche und der Porengrößenverteilung (<1nm bis >300nm)
- Charakterisierung der Porosität des aktiven Batteriematerials
- Standardmethode für F&E und QC

EINSATZGEBIET

- Forschung & Qualitätskontrolle

MICROTRAC

POROSIMETER

QUECKSILBERPOROSIMETRIE ZUR BESTIMMUNG DER POROSITÄT VON ELEKTRODEN- UND SEPARATORMATERIALIEN

Die Quecksilber-Intrusionsporosimetrie (MIP) wird zur Bewertung der Porosität von Elektroden- und Separatormaterialien eingesetzt. Als Anodenmaterial wird in der Regel Graphit verwendet, während verschiedene poröse Polymere die Grundlage für Separatoren bilden. Das Porenvolumen und die Verteilung der Porengröße sind entscheidende Parameter für die Charakterisierung und Bewertung von Batterien. Weitere Ergebnisse sind die spezifische Oberfläche, die Schütt- und die Rohdichte sowie das Kompressionsmodul von Elektroden.

BELPORE Porengrößenverteilung einer bimodalen Separatormembran

QUECKSILBERPOROSIMETER BELPORE-SERIE

KURZ GEFASST

- Quecksilberintrusion zur Porositätsmessung in einem Bereich von 3,6 nm bis über 1 mm
- Charakterisierung der Porosität von Elektroden und porösen Separatoren
- Standardmethode für F&E und QC

EINSATZGEBIET

- Forschung & Qualitätskontrolle

MICROTRAC

MONTAGE

BATTERIEMODULE & -PACKS

DAS GANZE IST MEHR ALS DIE SUMME SEINER TEILE: DIESE AUSSAGE GILT AUCH FÜR BATTERIEN. DIE ASSEMBLIERUNG DER VERSCHIEDENEN KOMPONENTEN ZU EINER FUNKTIONIERENDEN BATTERIEZELLE IST KOMPLEX. EINE LÜCKENLOSE QUALITÄTSKONTROLLE UND LEISTUNGSANALYSE SIND FÜR EINE KONTINUIERLICHE PRODUKT- UND PROZESSVERBESSERUNG UNERLÄSSLICH.

Das Design und die Herstellung von Batterien haben einen erheblichen Einfluss auf die Leistung. Die Batteriehersteller müssen ständig die Qualität ihres Produktionsprozesses sicherstellen, deren Grundlagen bereits im Labor gelegt werden. Sie stehen vor der Herausforderung, ihre Verfahren ständig weiterzuentwickeln, um Antworten auf neue Marktanforderungen zu geben.

PRODUKTIONSPROZESS

Bis zu einem gewissen Grad sind die Produktionsschritte für alle Batterietypen gleich; dennoch erfordert jedes einzelne Batteriesystem auch spezifische Schritte und Prozesskontrollen. Die Montage ist weitgehend automatisiert, aber bei der Herstellung von Prototypen und in der Forschung und Entwicklung ist auch eine halbautomatische oder manuelle Montage gängige Praxis.

Am Beispiel einer Lithium-Ionen-Batterie besteht die Montage aus 5 Schritten:

1. Anoden- und Kathodenspulen werden auf das gewünschte Format zugeschnitten.
2. Elektroden und Separatoren werden gestapelt, gewickelt oder zusammengefaltet, um eine zylindrische, prismatische oder Pouch-Zelle zu bilden.
3. Kontakte für positive und negative Elektroden werden hergestellt, z. B. durch Verschweißen der unbeschichteten Laschen einer Pouch-Zelle.
4. Nach dem Einsetzen werden die Stapel mit Elektrolyt gefüllt und gegebenenfalls entgast. Abschließend wird die Batterieeinheit versiegelt.
5. Die LIB wird dann unter definierten Bedingungen in einem ersten Lade- und Entladekreislauf gestartet, um die Grenzschicht zwischen Elektrolyt und Elektrode zu bilden.

Die Reifung der Batterieeinheiten, der Funktionsnachweis und die Leistungsprüfung sind ebenfalls Teil des Prozesses. Der letzte Prüfschritt konzentriert sich auf die Stabilität der elektrochemischen Leistung und die Sicherheit der Batterie. Kapazität, Innenwiderstand und Selbstentladungsrate werden geprüft, um die Eigenschaften der frisch produzierten Einheit zu ermitteln. Wenn alle Tests erfolgreich verlaufen sind, ist die Batterie bereit für den Einsatz oder für die Integration in ein Batteriepack.

LÖSUNGEN FÜR IHRE BEDÜRFNISSE

Die Geräte von VERDER SCIENTIFIC unterstützen die Hersteller während des gesamten Produktions- und Qualitätssicherungsprozesses. In jeder der drei Phasen - Montage, Alterung und Prüfung - tragen die unter dem Dach unserer Gruppe entwickelten Lösungen für Probenvorbereitung, Wärmebehandlung und Analyse dazu bei, wichtige Qualitätsparameter zu erreichen.

Sie werden beispielsweise von den Herstellern eingesetzt, um sicherzustellen, dass die Elektrodenbeschichtung eine gleichmäßige Dicke und keine Risse aufweist, optimal auf dem Substrat haftet und eine hohe Schnittqualität und geometrische Ausrichtungsgenauigkeit aufweist.

Nur so lassen sich Kathoden und Anoden mit gleicher Kapazität, dauerhafter elektrischer Isolierung und zuverlässigem Gehäuseverschluss herstellen. In diesem Zusammenhang werden Elementaranalysatoren von ELTRA und Geräte zur metallographischen Probenpräparation von QATM eingesetzt.

MATERIALOGRAPHIE

TRENNEN VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Das Schneiden von LIB kann, je nach gewünschtem Ergebnis, unterschiedlich ablaufen. Trennmaschinen eignen sich zum Schneiden des Batteriegehäuses, um die gesamte Gelee-Rolle herauszunehmen, genau wie zum Schneiden der gesamten Batterie mit Gehäuse und Elektroden. Werden nur die Elektrodenfolien geschnitten, ist ein Skalpell besser geeignet.

In der Trennmaschine wird ein rotierendes Spannwerkzeug verwendet, um das Gehäuse zu schneiden und die Gelee-Rolle zu entnehmen. QATM-Trennmaschinen bieten eine breite Palette von Spannwerkzeugen zum Trennen ganzer Batterien. Das Bild unten zeigt das Schneiden einer LIB.

TRENNMASCHINE QCUT 350 A

Schneiden einer kompletten LIB mit dem QATM-Trennschleifer

KURZGEFASST
- Zeitersparnis durch Schneiden der Probe in der Nähe der Zielfläche.
- Verwendung einer Drehvorrichtung zum Einspannen der Proben.

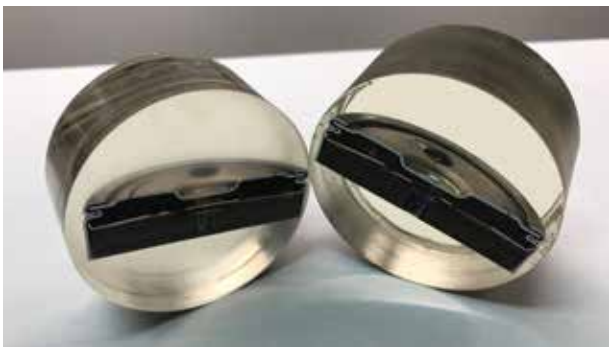
EINSATZGEBIET
- Forschung & Qualitätskontrolle

MATERIALOGRAPHIE

EINBETTEN VON LITHIUM-IONEN BATTERIEN

Das Einbetten von Lithium-Ionen-Batterien erfordert je nach den zu behandelnden Komponenten unterschiedliche Techniken. Das Gehäuse und der Schweißpunkt können in einigen Fällen warm eingebettet werden, die Elektroden müssen jedoch aufgrund ihrer Empfindlichkeit gegenüber Temperatur und Druck kalt eingebettet werden. Das Einbetten kann vor dem Trennen erfolgen, um sicherzustellen, dass Folien und andere Komponenten in der Probe verbleiben. Wenn es nach dem Trennen erfolgt, wird die Probe für das Schleifen und Polieren vorbereitet. Um Lücken zwischen den Einbettmitteln und der Probe während des Kalteinbettens zu vermeiden, wird empfohlen, Einbettmittel mit minimaler Volumenschrumpfung und Polymerisationstemperatur zu verwenden. Für das Einbetten von LIBs sind die auf Epoxidharz basierenden Kalteinbettmittel QATM KEM 90 und KEM 92 aufgrund ihrer niedrigen Polymerisationstemperatur von 60 °C bzw. 35 °C und der minimalen Spaltbildung die beste Wahl.

WARMEINBETTPRESSE QPRESS 50



Kalt eingebettete LIB-Proben

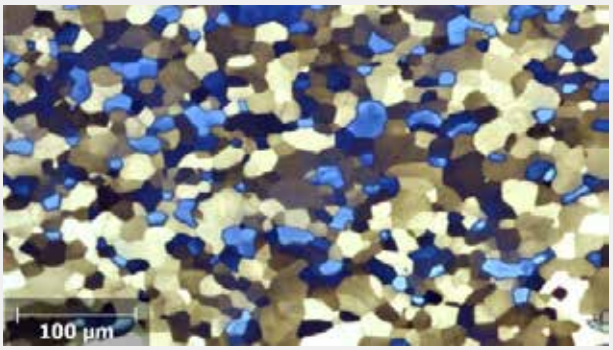
KURZGEFASST
- Verwendung von Kalteinbettmitteln auf Epoxidbasis mit minimaler Polymerisationstemperatur und Schrumpfung.
- Hohe Flexibilität beim Warmbetten durch Vorwärmfunktion, Kühlmodi, Wartungsaufgaben und Benutzerkontenverwaltung.

EINSATZGEBIET
- Forschung & Qualitätskontrolle

MATERIALOGRAPHIE

SCHLEIFEN UND POLIEREN VON LITHIUM-IONEN-BATTERIEN

Das Schleifen und Polieren kann an verschiedenen Teilen der LI-Batterie durchgeführt werden. Manchmal muss das Gehäuse vorbereitet und unter dem Lichtmikroskop oder im REM (auch mit EBSD-Detektor) untersucht werden, in anderen Fällen müssen die Elektroden oder Schweißpunkte vorbereitet werden. Die Kappe der LIB besteht in vielen Fällen aus kohlenstoffarmem Stahl mit einer Ni-Beschichtung. Das Bild zeigt die Kappe einer LI-Batterie nach 1 µm Polieren und Ätzen mit Klemm. Für die Stromversorgung bestimmter Geräte sind große Batteriepacks erforderlich, die aus mehreren parallel in Reihe geschalteten Lithium-Ionen-Zellen bestehen. Eine robuste und fehler-freie Punkt-schweißung ist für viele Branchen, wie die Luft- und Raumfahrt, von entscheidender Bedeutung. Die anderen wichtigen Teile von LIB sind die Elektroden. Die Anode ist häufig eine Kupferfolie, die ein- oder beidseitig mit Graphit beschichtet ist, und die Kathode ist in vielen Fällen eine Aluminiumfolie, die ein- oder beidseitig mit Metalloxidpartikeln (z. B. LiNiMn-CoO2-Partikeln) beschichtet ist.



Das Mikrogefüge des LIB-Gehäuses nach 40 Sekunden Ätzung mit Klemm I

SCHLEIF-/ POLIERGERÄT QPOL 250 A2-ECO

KURZGEFASST
- Wasserfreie Poliersuspensionen und Schmiermittel
- Hohe Reproduzierbarkeit durch automatische Präparation

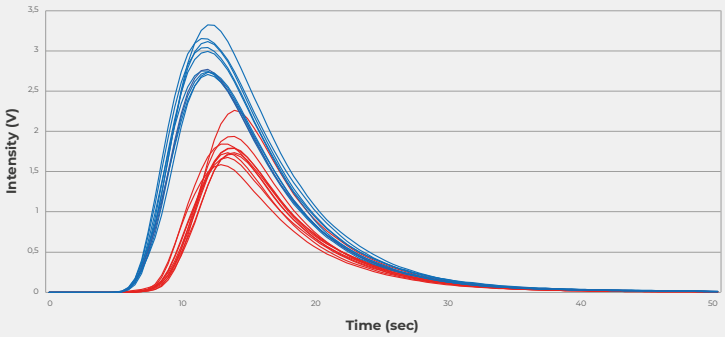
EINSATZGEBIET
- Forschung, Qualitätskontrolle & Produktion

QATM

ELEMENTARANALYSE

KOHLENSTOFF- UND SCHWEFELANALYSE VON BLEIKOMPONENTEN

Die Messung des Schwefelgehalts durch Verbrennungsanalyse ist Teil der abschließenden Qualitätskontrolle von geladenen Batterien auf Bleibasis. Die Elektro-den bestehen aus Blei und Bleioxid und müssen frei von Schwefel sein. Die Eigenschaften der Batteriepaste wirken sich auf die Leistung und Lebensdauer der Batterie aus, und das enthaltene Bleisulfat bestimmt ihre Eigenschaften. Die C/S-Analysatoren von ELTRA ermöglichen eine schnelle und zuverlässige Messung der Kohlenstoff- und Schwefelkonzentration vom niedrigen ppm-Bereich bis zu 100 %.



Messkurve ELEMENTRAC CS-i: PbSO4-Messung
Die rote Kurve zeigt die Freisetzung von Schwefel, die blaue Kurve die Freisetzung von Kohlenstoff.

MESSERGEBNISSE

Bleisulfat - Kohlenstoffgehalt: 0,15 % +- 0,01 ; Schwefelgehalt: 5,78 % +- 0,21
Bleicarbonat - Kohlenstoffgehalt: 3,23 % +- 0,07 ; Schwefelgehalt: 1,15 % +- 0,04

KOHLENSTOFF / SCHWEFEL ANALYSATOR ELEMENTRAC CS I

KURZGEFASST
- Schnelle und zuverlässige C/S-Analyse in allen Batteriekomponenten
- Konformität mit allen relevanten Normen wie ASTM E 1019

EINSATZGEBIET
- Produktion

ELTRA

RECYCLING

WERTVOLLE MATERIALIEN

DIE NACHFRAGE NACH ENERGIESPEICHERN WÄCHST. DIE ZAHL DER MOBILEN GERÄTE NIMMT ZU, DER MOBILITÄTSSEKTOR IST AUF DEM WEG ZU ELEKTRIFIZIERTEN FAHRZEUGEN UND DIE GESAMTE ENERGIEWENDE IST AUF LEISTUNGSSTARKE BATTERIEN ANGEWIESEN. DOCH DIE LEBENSDAUER EINER BATTERIE IST BEGRENZT. JE NACH TYP UND BETRIEBSART IST EINE BATTERIE FRÜHER ODER SPÄTER ERSCHÖPFT UND MUSS ERSETZT WERDEN.

Gründe wie Kosteneffizienz, Stabilisierung von Lieferketten und Umweltschutz machen es unerlässlich, die Batterieproduktion im Einklang mit der Kreislaufwirtschaft zu gestalten und die Rohstoffe aus verbrauchten Batterien zur Wiederverwendung zurückzugewinnen.

Die erreichbare Rückgewinnungsrate hängt stark vom Batteriesystem ab. Die Recyclingrate von Bleisäure- oder Alkali-Mangan-Batterien beispielsweise ist dank gut etablierter Rückführungswege für verbrauchtes Material und gut entwickelter Recyclingtechnologien bemerkenswert hoch.

KOMPLEXE PROZESSE ERFORDERN NAHTLOSE QUALITÄTSKONTROLLE

Ein Recyclingprozess beginnt mit der Gesundheitsprüfung, der Entladung und der Demontage der Akkus. Es folgen mechanische, thermische und chemische Arbeitsschritte zur Trennung, Extraktion und Aufbereitung der Wertstoffe. Zur Qualitätskontrolle wird die chemische Zusammensetzung der Zwischen- und Endprodukte kontinuierlich analysiert. Schließlich gelten für Sekundär- und Primärrohstoffe die gleichen Qualitätsstandards.

Die Rückgewinnung und Verarbeitung von Lithium-Ionen-Batterien ist äußerst komplex, da ihre chemische Zusammensetzung nicht genormt ist und unterschiedliche geometrische Formen im Markt erhältlich sind. Derzeit werden verschiedene Recyclingtechnologien eingesetzt, um Stahl und Kunststoff aus dem Gehäuse und wertvolle Metalle aus dem aktiven Material der Batterie bestmöglich zurückzugewinnen. Die nachhaltige Abtrennung und Gewinnung wertvoller Metalle wie Lithium, Kobalt, Mangan, Nickel oder Kupfer aus den Verbundfraktionen ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Die Rückgewinnung von Graphit gewinnt zunehmend an Bedeutung, doch hat sich bisher keine gemeinsame Lösung durchgesetzt.

WIR ARBEITEN DARAN, DIE KREISLAUFWIRTSCHAFT ZU ERMÖGLICHEN

Um spezialisierte Unternehmen und Batteriehersteller bei der Qualitätskontrolle und Prozessoptimierung des Recyclings zu unterstützen, bieten die Unternehmen von VERDER SCIENTIFIC verschiedene Lösungen für die Probenvorbereitung und Feststoffanalyse an.

ELTRA-Elementaranalysatoren zum Beispiel helfen bei der Degradations- und End-of-Life-Analyse. Labormühlen und Siebmaschinen von RETSCH werden zur Zerkleinerung, Homogenisierung und mechanischen Sortierung eingesetzt. Echtzeitdaten über Partikelgröße und -form der zerkleinerten Materialien werden kontinuierlich mit den Online-Partikelanalysatoren von MICROTRAC überwacht. So tragen unsere Lösungen dazu bei, kosten- und energieeffiziente sowie umweltfreundliche Recyclingprozesse zu entwickeln.

ZERKLEINERN & SIEBEN

ZERKLEINERUNG UND TRENNEN VON BATTERIEMATERIAL DURCH SIEBUNG

Im Recyclingprozess ist die Zerkleinerung von zerlegten oder kompletten Batterien einer der ersten Schritte. Mit RETSCH-Schneidmühlen werden Batterien oder Komponenten im Labormaßstab zerkleinert, was der Forschung hilft, neue Recyclingwege zu entwickeln. RETSCH-Siebmaschinen werden eingesetzt, um die verschiedenen Materialfraktionen zu trennen, z.B. schwarze Masse von polymeren und metallischen Teilen.

© BLB

Links: Geschredderte LIB-Pouch-Zellen. Die Zellen werden mit der SM 300 im Labormaßstab verarbeitet. Rechts: Recyclingfraktionen von LIB-Pouch-Zellen. Das Sieben ist eine Methode, um die schwarze Masse von den Metall- und Polymerfolien zu trennen.

SCHNEIDMÜHLE SM 300

KURZGEFASST
- Entwicklung neuer Recyclingwege
- Leistungsstarke Schneidwerkzeuge mit variabler Geschwindigkeit
- Siebmaschinen für Siebdurchmesser bis zu 450 mm

EINSATZGEBIET
- Forschung & Qualitätskontrolle

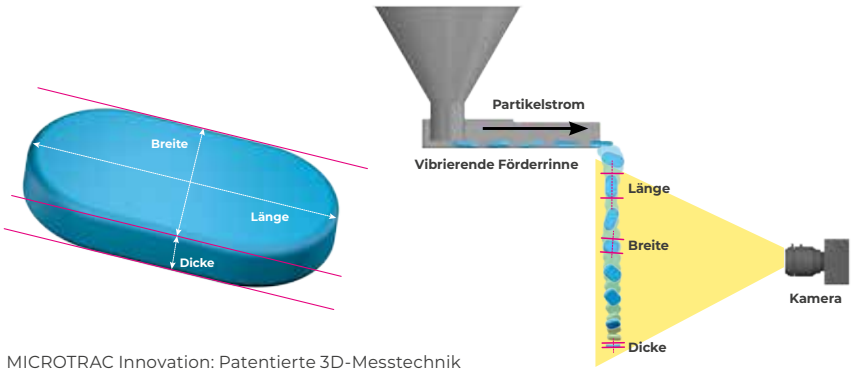
Retsch

PARTIKELGRÖSSEN- & PARTIKELFORMANALYSE

ONLINE-PARTIKELANALYSE VON GESCHREDDERTEN BATTERIEN

Während eines Batterierecyclingprozesses werden die Daten über Partikelgröße und -form kontinuierlich in Echtzeit überwacht. Die Ergebnisse gehen an ein Prozessleitsystem, wo der Recyclingprozess weitgehend optimiert und automatisiert werden kann. MICROTRAC setzt mit dem CAMSIZER ONLINE und CAMSIZER ONLINE XL eine patentierte Online-3D-Analysetechnik ein. Wir unterstützen Hersteller seit über 25 Jahren dabei, die Produktqualität durch den Einsatz der dynamischen Online-Bildanalyse zu verbessern.

- Charakterisiert 32 Formparameter Ihres Materials einschließlich 3D-Messungen
- Berührungslose Messung von trockenen Partikeln von 160 µm - 135 mm
- Explosionsgeschützt
- Optimiert für den Einsatz im Kontrollraum
- Anpassbare Probenaufbereitung



MICROTRAC Innovation: Patentierte 3D-Messtechnik

PARTIKELGRÖSSEN- & PARTIKELFORM-ANALYSATOR CAMSIZER ONLINE XL

KURZGEFASST
- Dynamische Bildanalyse für die Bestimmung von Partikelgröße und -form
- Online-Messung liefert Daten in Echtzeit

EINSATZGEBIET
- Qualitätskontrolle

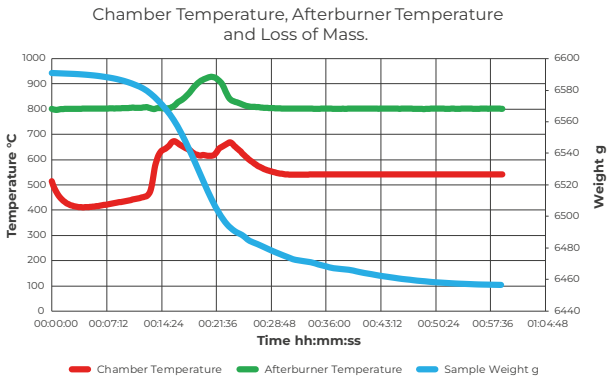
MICROTRAC

WÄRMEBEHANDLUNG

WÄRMEBEHANDLUNG RECYCELTER BATTERIEMATERIALIEN ZUR EXTRAKTION WIEDERVER-WENDBARER ELEMENTE

Die Wärmebehandlung ist ein Prozessschritt, der in der Forschung zur Rückgewinnung von recycelbaren Elementen und Edelmetallen aus Materialchargen, unter modifizierter Atmosphäre und an der Luft, eingesetzt werden kann. CARBOLITE GERO Chargenöfen können mit einer Waage ausgestattet werden, um den Gewichtsverlust über die Zeit und in Abhängigkeit von der Temperatur zu messen. Es sind Abgasbehandlungssysteme verfügbar, die sicherstellen, dass die Umweltbelastung minimiert wird. Gemäß der europäischen Richtlinie 2013/56/EU müssen 50 Massenprozent der Batteriematerialien recycelt werden.

VERASCHUNGSOFEN AAF - BAL



Messung des Glühverlustes des Materials zur Ermittlung des Massenverlustes unter Angabe der Ofentemperatur, der Temperatur des thermischen Oxidationsmittels und der Massenänderung der Probe.

KURZGEFASST

- Thermische Extraktion von erwünschten Materialien aus recycelten Batteriekomponenten
- Glühverlust (Loss on ignition)

EINSATZGEBIET

- Forschung & Qualitätskontrolle

CARBOLITE GERO

ZERKLEINERN & SIEBEN

LABORMÜHLEN ZUR HOMOGENISIERUNG VON BATTERIE-RECYCLINGFRAKTIONEN

In einem Batterierecyclingverfahren werden die verbrauchten Batterien in verschiedene Materialfraktionen getrennt. Um die Effizienz eines Recyclingprozesses zu bewerten und die Reinheit der einzelnen Fraktionen zu untersuchen, werden die Proben homogenisiert und analysiert. Der Marktwert der schwarzen Masse hängt zum Beispiel von ihrem Gehalt an wertvollen Metallen wie Lithium oder Kobalt ab. Die schwarze Masse kann in einer Kugelmühle homogenisiert werden. Um Kreuzkontaminationen zu vermeiden, sollten metallische bzw. keramische Mahlwerkzeuge gewählt werden. Die polymere Materialfraktion und metallische Folien werden zunächst mit einer Schneidmühle vorzerkleinert und anschließend pulverisiert, meist bei kryogenen Temperaturen, z. B. mit der CryoMill von RETSCH.

CRYOMILL

Gehäuseteile SM 300	Polymerfolie CryoMill	Metallfolie MM 500 control	Schwarze Masse MM 400
60 mm / < 4 mm	10 mm / < 800 µm	15 mm / < 800 µm	2 mm / < 300 µm

Unterschiedliche Materialfraktionen eines Recyclingprozesses, vor und nach der Homogenisierung für die anschließende Analyse zur Bestimmung der Reinheit und damit des Marktwertes.

KURZGEFASST

- Probenvorbereitung zur Analyse der chemischen Zusammensetzung von Recyclingfraktionen
- Laborkugelmühlen zur Homogenisierung von spröden und zähen Recyclingfraktionen, wie schwarze Masse, Polymere oder Metallfolien

EINSATZGEBIET

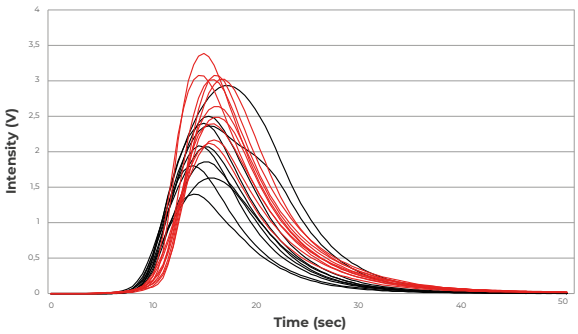
- Forschung & Qualitätskontrolle

Retsch

ELEMENTARANALYSE

C/S ANALYSE IN NEBENPRODUKTEN WIE SCHLACKE

Der Bleianteil in Batterien kann auf umweltfreundliche Weise recycelt und in neuen Batterien verwendet werden. Blei ist in Form von Bleisulfat in verbrauchten Batterien und auch in Schlacken vorhanden, die als Nebenprodukt bei der Batterieproduktion und beim Recycling anfallen. Sulfat kann mit den C/S-Verbrennungsanalysatoren von ELTRA genau gemessen werden, was eine schnelle und einfache Bestimmung des Bleigehalts ermöglicht.



Messgrafik ELEMENTRAC CS-i
Die rote Kurve zeigt die Freisetzung von Schwefel, die schwarze die Freisetzung von Kohlenstoff.

ANALYSENERGEBNISSE (BLEISCHLACKE)

Kohlenstoffgehalt: 9,7 +- 3,4 % ; Schwefelgehalt: 10,9 +- 1,9 %

KOHLENSTOFF / SCHWEFEL ANALYSATOR ELEMENTRAC CS-I

KURZGEFASST

- C/S-Messung mittels Verbrennungsanalyse mit IR-Detektion
- Großer C/S-Messbereich von ppm bis zu 100%

EINSATZGEBIET

- Qualitätskontrolle

ELTRA

UNSERE WEBINARE – EXPERTENWISSEN ÜBER APPLIKATIONEN UND PRODUKTE.

Die VERDER SCIENTIFIC Unternehmen bieten in regelmäßigen Abständen eine Auswahl an kostenlosen Webinaren - live oder on-demand - zu branchenspezifischen Themen an.

WERFEN SIE EINEN BLICK IN UNSEREN WEBINARKALENDER!

www.verder-scientific.com/webinar

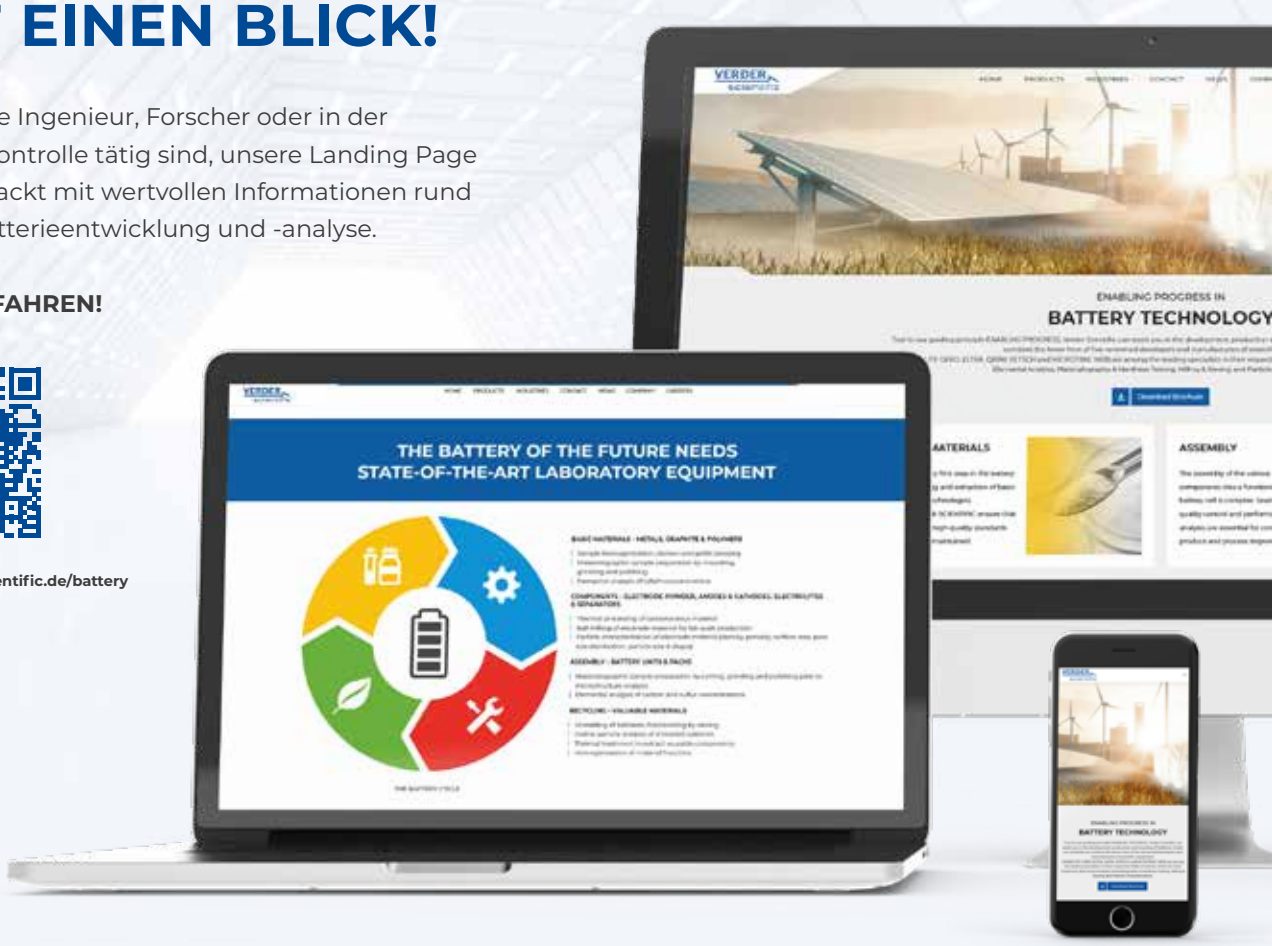
VERDER scientific

BATTERIELÖSUNGEN AUF EINEN BLICK!

Egal, ob Sie Ingenieur, Forscher oder in der Qualitätskontrolle tätig sind, unsere Landing Page ist vollgepackt mit wertvollen Informationen rund um die Batterieentwicklung und -analyse.

MEHR ERFAHREN!

www.verder-scientific.de/battery



WÄRMEBEHANDLUNG
www.carbolite-gero.de

ELEMENTARANALYSE
www.eltra.com

MATERIALOGRAPHIE & HÄRTEPRÜFUNG
www.qatm.de

ZERKLEINERN & SIEBEN
www.retsch.de

PARTIKELCHARAKTERISIERUNG
www.microtrac.de

PHARMAZEUTISCHE TABLETTENPRÜFUNG
www.erweka.com

www.verder-scientific.de

CARBOLITE GERO | ELTRA | Retsch | QATM | MICROTRAC | ERWEKA

Technische Änderungen und Irrtümer vorbehalten.
Copyright © 2023 by Verder Scientific | 980020015/D | 04-2023