



# Battery-Slurries

aus dem Trajektionsmischer

Revolutionäre Prozesstechnologie für die Herstellung Ihrer Elektrodenmischungen

# Die Rührvolution Ihres Vertrauens

Giga-Fabriken für die Batterieproduktion stellen hohe Anforderungen an ihre Herstellungsprozesse. Besonders in der heutigen Zeit sollen diese Prozesse nicht nur günstig sein und in kürzester Zeit die beste Qualität liefern, sondern auch extrem langlebig und nachhaltig sein. Das stellt viele Batteriehersteller vor große Herausforderungen.

Die **Prozesstechnologie von hs-tumbler** bietet Ihnen hier bei vielen Punkten große **Entwicklungssprünge**, insbesondere bei der Elektrodenfertigung. Unter Anderem hilft sie Ihnen, bei der Produktion Ihrer Batterien

- **Geld zu sparen**,
- **umweltfreundlicher** zu werden,
- **Prozesszeiten** radikal einzukürzen und
- die **Qualität** zu verbessern.

Die Qualität der Batterieelektroden hat einen sehr hohen Einfluss auf die Leistung der Speicherzellen. Sie ist daher eine der wichtigsten Merkmale in der Batterieproduktion, stellt aber auch gleichzeitig eine der größten Herausforderungen dar. Denn die anspruchsvolle Herstellung einer erstklassigen Elektrodenmischung (Slurry, Knetmasse oder auch strukturierter Dry-Mix) fordert viel Zeit und Kosten bei gleichzeitig hoher Umweltbelastung.

Revolutionieren Sie Ihre Elektrodenherstellung mit einer effizienteren Mischtechnologie und vertrauen Sie dabei auf einen Technologiepartner mit fundiertem Material- und Prozesswissen sowie jahrelanger Erfahrung im Bereich des Trajektionsmischens. Seit acht Jahren forschen wir an dem Mischverfahren und seit 2021 finden zwei Maschinenmodelle der hs-tumbler GmbH Anwendung in vielen Verfahrensprozessen. Nicht nur in der Mischtechnik für die Herstellung von LiB-Elektrodenmischungen sind wir technologisch führend, auch in vielen anderen Anwendungsbereichen. Wir erzielen beste Ergebnisse sowohl im Labor- als auch im Produktionsmaßstab. Renommierte Institute wie das PEM oder das MEET begleiten mit uns die Forschung an unserer Technologie.

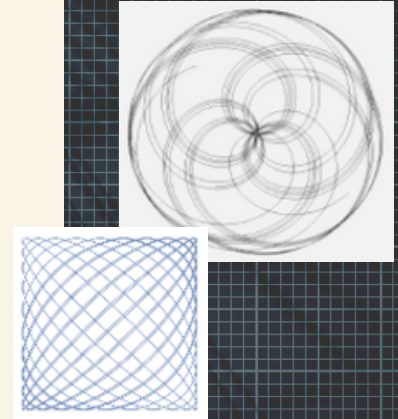




# Technologie - kurz und knapp

## Crashkurs:Trajektionsmischen

Beim Trajektionsmischen wird ein zylinderförmiger **Prozessbehälter** senkrecht zu seiner Achse auf einer vorgegebenen, engen **2D-Kurvenbahn** bewegt. Und das mit sehr hoher Geschwindigkeit. Dadurch wirken die für den Mischprozess maßgeblichen Scherkräfte nicht nur vereinzelt, z.B. im Bereich sich bewegenden Rührwerkzeuge, sondern durchgehend auf das **gesamte Mischgut**. Die Massen in dem Behälter mischen sich quasi **überall und permanent** mit sich selbst, ganz ohne den Gebrauch eines Rührwerkzeugs.



## Ihre Vorteile auf einen Blick

Benefits für die Batterieproduktion

1

### Einfache & Schnelle Reinigung

umweltfreundlich von Stunden auf Minuten

2

### Einfaches Scale-Up

Flexibel vom Labormaßstab zur Gigafabrik

3

### Bessere Homogenität

mit wenig Qualitäts-Streuung zu höherer Leistungsstärke

4

### Schnellerer Prozessdurchlauf

von Stunden auf Sekunden für bessere Coaterversorgung

5

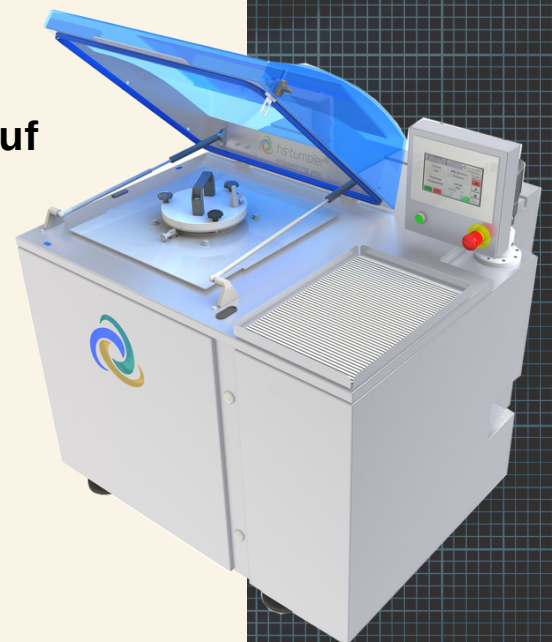
### Nachhaltiger Prozess

Platz-, Energie- und Ressourcensparend

6

### Saubere, schlüsselfertige Lösung

Starke Partner für Dosieren und Handling



# Einfache & schnelle Reinigung

umweltfreundlich von Stunden auf Sekunden

Haben Sie bisher immer viel Zeit mit der Reinigung Ihrer Mischanlagen aufbringen müssen? Häufig sind die langen Reinigungszeiten der Mischanlagen Grund dafür, dass das Laborpersonal zu wenig Kapazität für vielfältige Versuchsreihen hat. Mit unserem Trajektionsmischern wird dieses Problem Geschichte sein. Denn die **Reinigungszeiten** der einfachen hygienischen Behälter sind **bedeutend kürzer** als die der herkömmlichen Mischanlagen. Anstatt Stunden benötigen Sie nur noch wenige Minuten.

Das ausgeklügelte Design unseres Trajektionsmischers mit automatisiertem **Selbstreinigungssystem** sorgt zudem für minimalen Abfall bei der Herstellung Ihrer Elektroden-Slurry. Denn mit uns verwenden Sie nur das prozesseigene Lösungsmittel, um Komponentenreste inklusive Anhaftungen wegzuspülen. Alle Slurry-Komponenten bleiben somit im Prozess. Das schont nicht nur Ressourcen, sondern ermöglicht auch einen 24/7-Betrieb bei viel besserer Maschinen- und Personalauslastung.

## Ihre Vorteile mit unserem Trajektionsmischer:

- Zeitersparnis - wenige Minuten anstatt mehrere Stunden
- keine zusätzlichen Reinigungsmittel
- minimaler Abfall
- 24/7-Betrieb
- Bessere Maschinen- und Personalauslastung
- Bedeutend mehr Zeit für vielfältige Laborversuche
- kurzen, einfaches Reinigungs-Servo-Programm

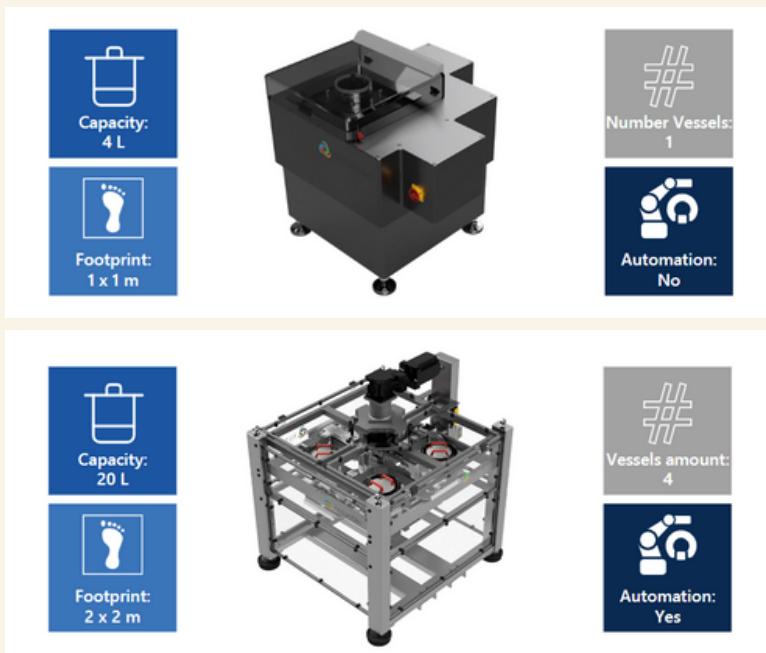




# Einfaches Scale-up

Flexibel vom Labormaßstab zur Gigafabrik

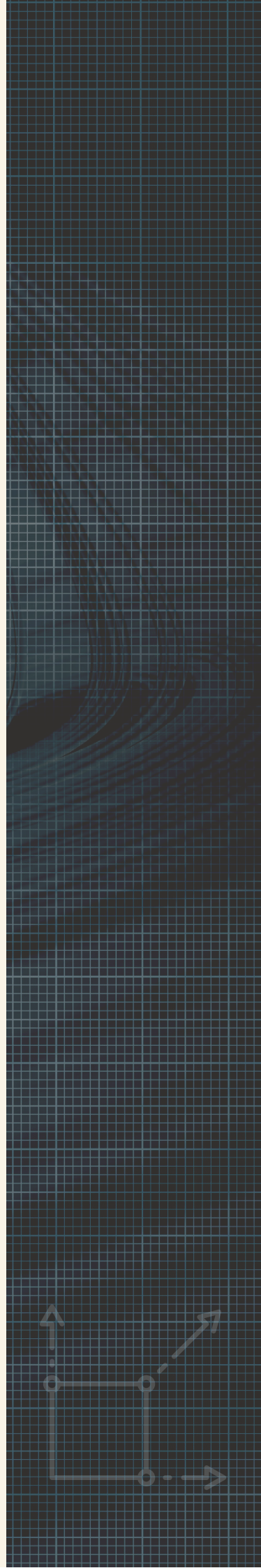
Können Sie die Laborparameter bei der Herstellung Ihrer Elektroden-Slurries ganz einfach auf die große Produktion übertragen? Häufig werden für die Versuchsreihen im Labor ganz andere Mischtechnologien eingesetzt als in den Giga-Fabriken der Batteriehersteller, was eine 1:1-Übertragung der Prozessparameter unmöglich macht. Die Trajektionsmischer von hs-tumbler bieten Ihnen maximale Flexibilität beim Mengenumsatz Ihrer Battery-Slurries. Einmal im Labormaßstab optimiert, können Sie die für Ihre Slurry entwickelte Rezeptur und den Prozessablauf für die großtechnische Produktion (von bis zu 3.500 l/h je Mischer) übernehmen. Die **Technologie** des Trajektionsmischen bleibt bei den kleinen und großen Mengenumsätzen **dieselbe** - es ändern sich nur Größe und Anzahl der Prozessbehälter. Dies gilt für die Herstellung von Slurries, Knetmassen, strukturierten Dry-Mixes und direkt entgaste Slurries.



Lassen Sie Forschung und Anwendung optimal Hand in Hand arbeiten und profitieren Sie von unserer Technologie. Natürlich können Sie sich auf unsere Unterstützung bei der Auslegung ihres Maschinenparks verlassen, um schnell die besten Ergebnisse zu erzielen.

## Ihre Vorteile mit unserem Trajektionsmischer:

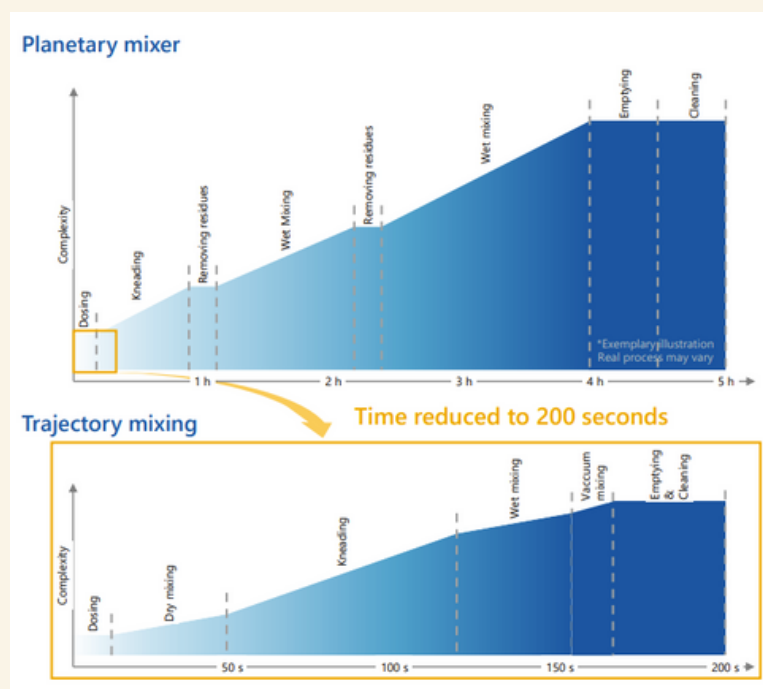
- maximale Flexibilität bei der Mengenumsetzung
- vom Labormaßstab bis hin zu Durchsätzen von 3.500 l/h je Mischer
- 1:1-Übertragung der Prozessparameter



# Schnellerer Prozessdurchlauf

von Stunden auf Sekunden - für bessere Coaterversorgung

Im hs-tumbler-Trajektionsmischer durchlaufen die Komponenten der Elektrodenmischung folgende vier Prozessschritte: Trockenmischen, Kneten, Nassmischen und Vakuummischen. Jeder von ihnen benötigt bedeutend weniger Zeit als die Prozessschritte der herkömmlichen Mischanlagen. Durch die hohen Beschleunigungskräfte, die komplette Durchmischung und die integrierte Vakuumtechnik der Trajektionsmischer werden **in viel kürzerer Zeit bessere Mischergebnisse** geliefert als zum Beispiel bei einem Planetenmischer. Die Prozesszeit reduziert sich von mehreren Stunden auf 200 Sekunden.



Nach der Herstellung der Elektroden-Slurries im hs-tumbler-Trajektionsmischer stellen wir mit dem **Micro-Batch-Verfahren** eine kontinuierliche Coaterversorgung sicher.

Durch die **kleineren Chargenmengen bei vergleichsweise hoher Durchgangsrate** wird eine zeitgerechte Zuführung optimal möglich. Je nach Produktionskapazität können ein oder mehrere Slurry-Tanks zur Zwischenlagerung vorgesehen werden. Außerdem profitieren Sie mit der hs-tumbler-Lösung von den Vorteilen, die Ihnen das Batching bei Ihrer Qualitätssicherung bieten kann: optimale Rückverfolgbarkeit und die Möglichkeit, im Fall der Fälle einfach die Chargen auszuschleusen.

## Ihre Vorteile mit unserem Trajektionsmischer:

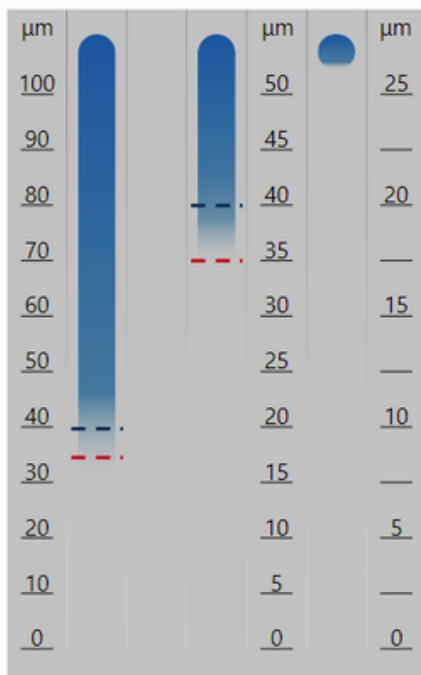
- viel schnellere Mischprozesse (Sekunden statt Stunden)
- kontinuierliche Coaterversorgung durch Micro-Batch-Verfahren
- vereinfachte Qualitätssicherung



# Bessere Homogenität

mit wenig Qualitätsstreuung zu höherer Leistungsstärke

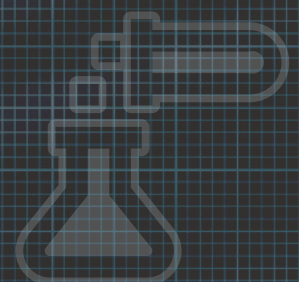
Homogenität, Agglomeratgröße, Bläschenaufkommen und Reinheit - diese Merkmale der Elektroden-Slurry gehören zu den wichtigsten Parametern bei den Mischprozessen und somit auch bei der Qualität der Batterien. In all diesen Punkten glänzt die neuartige Technologie unseres Trajektionsmischers. Durch die rührerlose Mischtechnologie ist das gesamte Prozessgut im Einsatz, wodurch eine bessere Durchmischung und somit einer bessere Homogenität entsteht. Durch die hohen Beschleunigungskräfte können außerdem auch **besser Agglomerate zerstört** werden, sodass die Partikelgröße von 40-45  $\mu\text{m}$  auf 35-40  $\mu\text{m}$  reduziert werden kann. Das Bläschenaufkommen wird durch die Vakuumtechnik (bei Maschinentyp K1) reduziert, da durch sie eine effektive **überlagerte Entgasung** des Kathoden- und Anodengemisches bewirkt wird. Ebenso kann die Reinheit mit unserem rührerlosen Trajektionsmischer verbessert werden, da **keine Abriebpartikel** vom Rührwerkzeug in die Elektroden-Slurry gelangen können. Mit dieser einzigartigen Prozesstechnologie von hs-tumbler können Sie die Kohlenstoffnetzwerkstruktur ihrer Slurries also optimal steuern und in extrem kurzen Prozesszeiten eine hervorragende Nass- und Trockendispergierung erzielen.



--- Agglomerate size trajectory mixing  
- - - Agglomerate size benchmark process

## Ihre Vorteile mit unserem Trajektionsmischer:

- hervorragende Nass- und Trockendispergierungen
- optimal steuerbare Kohlenstoffnetzwerkstruktur
- sehr homogene, reine Elektrodenmischungen
- Kleinere Agglomerate und weniger Bläschen
- weniger Streuung bei Mischqualität



# Nachhaltiger Prozess

Platz-, Energie- und Ressourcensparend

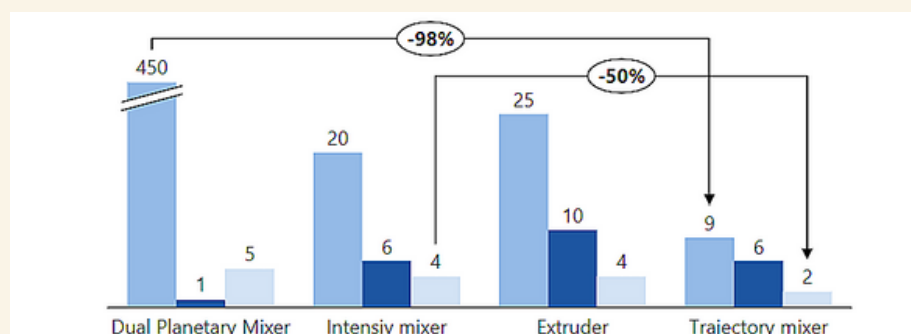
Nachhaltigkeit ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit – auch in der Batterieproduktion. Viele Batteriehersteller stehen deshalb vor der anspruchsvollen Aufgabe, die eigenen Prozesse umwelt- und klimafreundlicher zu gestalten.

Die hs-tumbler-Prozesstechnologie kann Ihnen hier zu großen Entwicklungssprüngen verhelfen. Die Trajektionsmischer verbrauchen nämlich bei der Herstellung von Elektrodenpasten deutlich weniger Energie als z.B. Planetenmischer. Ein Planetenmischer kann bis zu 20 m<sup>3</sup> Slurry am Tag verarbeiten und verbraucht dabei rund 8.000 kWh Strom pro Tag. Der Trajektionsmischer von hs-tumbler hingegen verbraucht **bei dreifacher Durchsatzmenge** hingegen **nur 100 kWh**. Dies ist nicht nur umweltschonender, sondern auch eine enorme Kostenersparnis. Anstatt fünf bis neun große Planetenmischer zu betreiben, von denen jeder vier bis acht Stunden für die vollständige Chargenproduktion benötigt, können Sie mit zwei bis drei Trajektionsmischem die gleiche Menge Slurry produzieren. **Anlagekosten reduzieren sich damit um 30-40%.**

Ein Trajektionsmischer spart im Vergleich zu anderen Mixern nicht nur Energie, sondern schont z.B. auch Ressourcen. Da die einzelnen Chargen sehr klein sind (bei überproportionaler Durchsatzrate), muss bei Fehlchargen auch **weniger Material verworfen** werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Kühlenergie bei dem hs-tumbler-Trajektionsmischer entfällt, da **kein ungewollter Wärmeeintrag** durch Rührer stattfindet. Außerdem profitieren Sie von einem stark reduzierten Platzbedarf, denn der Trajektionsmischer benötigt nur etwa ein Drittel der Fläche eines Planetenmischers.

## Ihre Vorteile mit unserem Trajektionsmischer:

- viel geringer Platzbedarf und geringere Maschinenzahl
- ressourcen- und umweltschonend
- sehr geringer Energieverbrauch (auch Kühlenergie)
- Kostensparend



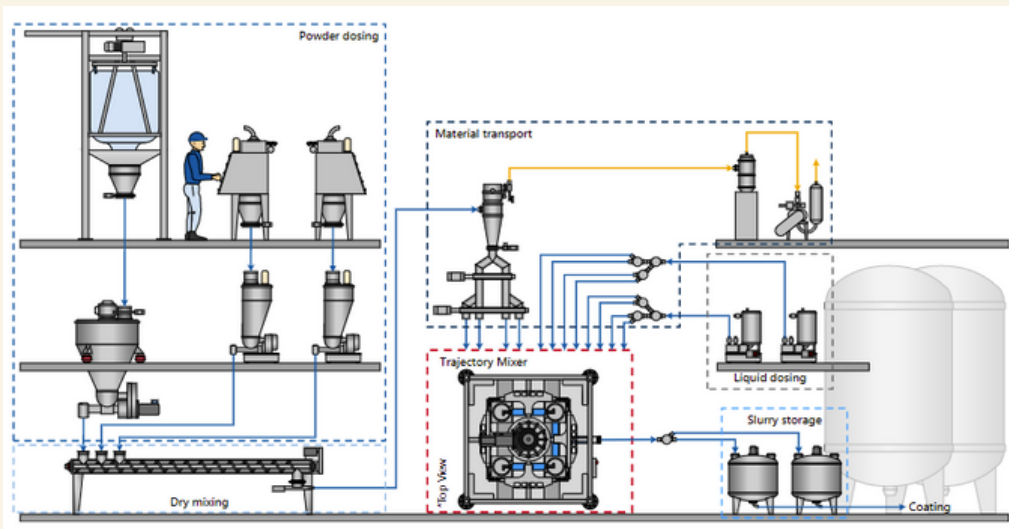


# Saubere, schlüsselfertige Lösung

Starke Partner für Dosieren und Handling

Unsere **Expertise** und die unserer Partner liegt sowohl in der **Aufbereitung von Rohstoffen** für die Batterieproduktion als auch in der **Herstellung von Elektroden-Slurries und strukturierten Elektroden-Trockenmischungen**. Genauso wie Sie haben wir hohe Ansprüche an unsere Technologie. Bauen Sie also auf einen Partner auf Augenhöhe und auf unsere fast schlüsselfertigen Lösungen für ihre Mischanlagen. Für ein optimales Resultat lassen Sie sich unser Konzept ganz einfach **individuell** auf Ihre Anforderungen **zuschneiden**. Sofern gewünscht, stellen wir eine Auslegung des Systems nach Ex-Schutz-Vorschriften sicher.

Von der Rohstoffanlieferung in Gebinden über sicheres Entpacken bis hin zu exaktem Dosieren und Verwiegen - das **Know-how unserer Partner** passt hervorragend zu unserem hohen Anspruch und verspricht **sichere und störungsfreie Produktionsprozesse**. Wir liefern Mischtechnik und Steuerungen und unsere Partner die hochwertige Hardware für Handhabung und Dosierung. Eine optimale Zusammenarbeit.



## Ihre Vorteile mit unserem Trajektionsmischer:

- Schlüsselfertige Lösungen individuell zugeschnitten
- Arbeitnehmer- und Umweltschutz (Ex-Schutz möglich)
- Starke Technologiepartner mit umfangreicher Expertise im Bereich Batterieproduktion und Trajektionsmischen
- Über Partnerfirmen: System zur Absaugung der Elektroden-Slurry



**Wir freuen uns auf eine zukunftsorientierte  
Zusammenarbeit!**

## Kontakt



05431 92725 80



info@hs-tumbler.com



www.hs-tumbler.com



Professor-von-Klitzing-Straße 11, 49610 Quakenbrück, Germany