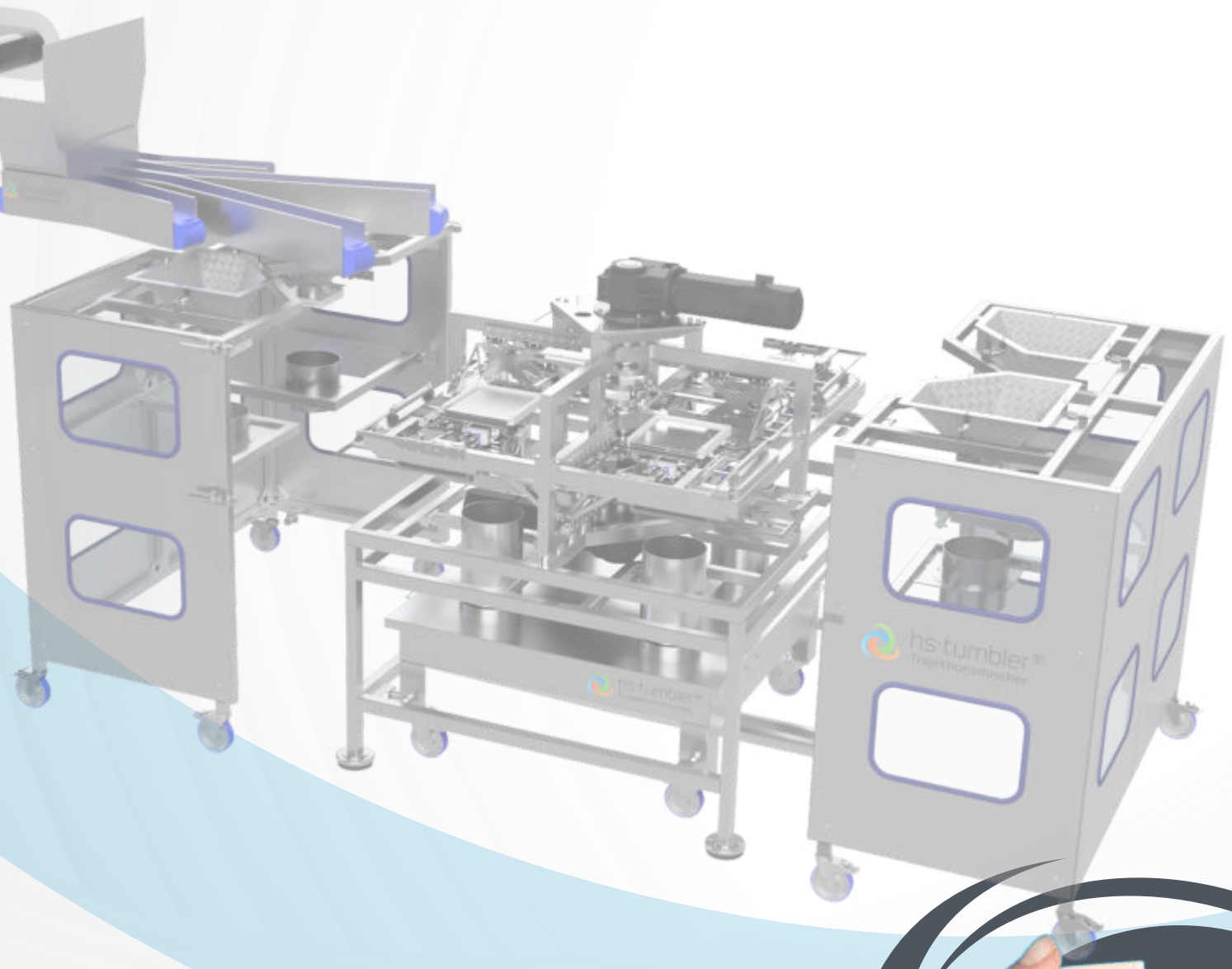


# Trajektionsmischen

Innovation in Motion



## Über hs-tumbler

Entstanden aus einer bahnbrechenden Idee am Deutschen Institut für Lebensmitteltechnik (DIL), entwickelte sich dieser Zündfunke im Rahmen einer Forschungsinitiative zum ersten Prototyp eines seriennahen Trajektionsmischers. Der Erfinder und Patentinhaber Bernhard Hukelmann führte die Entwicklung zur Marktreife und ergänzte sie mit weiteren Patenten.

Ermutigt durch vielversprechende Ergebnisse aus Versuchen mit potentiellen Kunden, gründeten zwei visionäre Investoren zusammen mit Herrn Hukelmann im Mai 2021 die hs-tumbler GmbH. Bemerkenswerterweise wurde bereits im August 2022 die erste Serie von Maschinen realisiert, die schnell in verschiedenen Branchen Deutschlands, Europas und Amerikas Anwendung fanden. Schließlich markiert das Jahr 2024 mit der Einführung der ersten Großserienmaschine einen wichtigen Meilenstein der hs-tumbler GmbH.



Von einer Idee zur Marktreife. Der Trajektionsmischer schafft es mit einem engagierten Team schnell zur ersten Großserienmaschine.



Abb. 1: hs-tumbler Hauptsitz im BIQ Business Innovation Park, Quakenbrück



Abb. 2: Bernhard Hukelmann und Andreas Leitze, Geschäftsführende Gesellschafter

# Neue Art des Mischens: Ein kluger Ansatz für mehr Effizienz in allen Branchen

Unser Hintergrund ist die Arbeit in der Lebensmittelindustrie, wo wir uns mit verfahrenstechnischen Herausforderungen wie dem Mischen und Kneten verschiedener Produkte befassen. Schon immer war es hier ein Störfaktor, wie lange das Mischen dauert, wie aufwändig die Reinigung der Geräte ist und wie wenig flexibel der Wechsel zwischen den Produkten ist. Dies führt dazu, dass viel Zeit, Energie und Geld für die Prozesse aufgewendet werden müssen. Stellen Sie sich eine Lösung vor, die Folgendes bietet:

- schnellere Mischzeiten,
- Einsparung von Energie, Material und Ressourcen,
- verbesserte Produktqualität,
- kontaminations- und staubfreie Handhabung,
- mehr Flexibilität bei der Herstellung und Änderung von Produkten sowie
- Möglichkeiten zur Automatisierung von Prozessen.

Genau hier kommt unser Trajektionsmischen ins Spiel, wobei diese Verbesserungen nicht nur für Lebensmittel, sondern auch für Mischvorgänge in der Pharmazie, Metallurgie, Kosmetik und anderen Bereichen gelten.

## Die dynamische Kraft des Mischens mit Lissajous-Figuren

Das Kernkonzept des Trajektionsmischens besteht darin, das Prozessgut mit hoher Geschwindigkeit entlang einer definierten Bahn zu führen, ähnlich wie bei einer Achterbahnfahrt. Diese Bewegung erzeugt Scherkräfte im Mischgut und fördert die Selbstvermischung. Die Bahn wird durch die Kombination von zwei Bewegungen in x- und y-Richtung gebildet, wobei die Form der Bahn durch das Geschwindigkeitsverhältnis und die Startpunkte dieser Bewegungen beeinflusst wird. Dies gelingt durch die sogenannten Lissajous-Figuren - sie sind das Herzstück dieses innovativen Mischsystems. Sie orchestrieren die Bewegung des Mischguts innerhalb des Behälters entlang eindeutiger Kurven auf der x,y-Ebene. Die daraus resultierenden Scherkräfte sorgen dafür, dass sich die einzelnen Komponenten während des Mischvorgangs nahtlos miteinander vermischen.

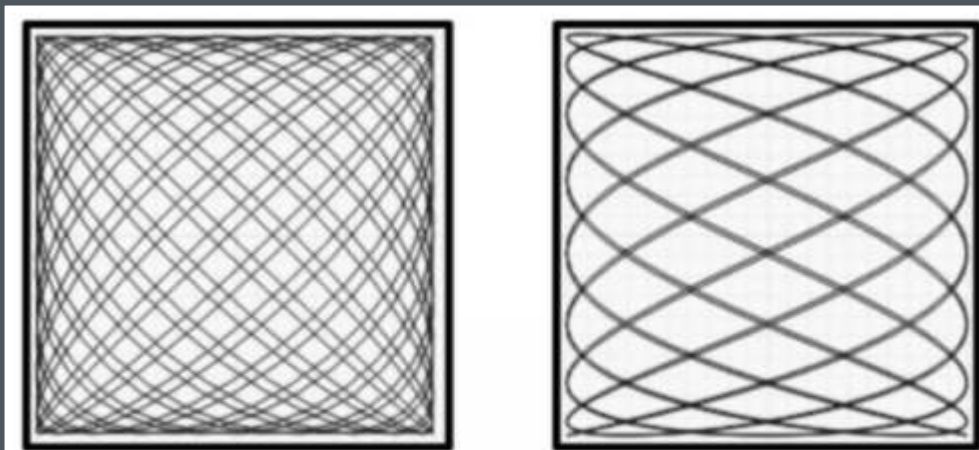


Abb. 3: Beispiele für verschiedene Lissajous-Kurven: Während die linke Kurve eine schlagende Bewegung (z.B. für Fleisch) erzeugt, erzeugt die zweite Kurve eine knetende Bewegung (z.B. für Teig)



# Vorteile des Trajektionsmischens

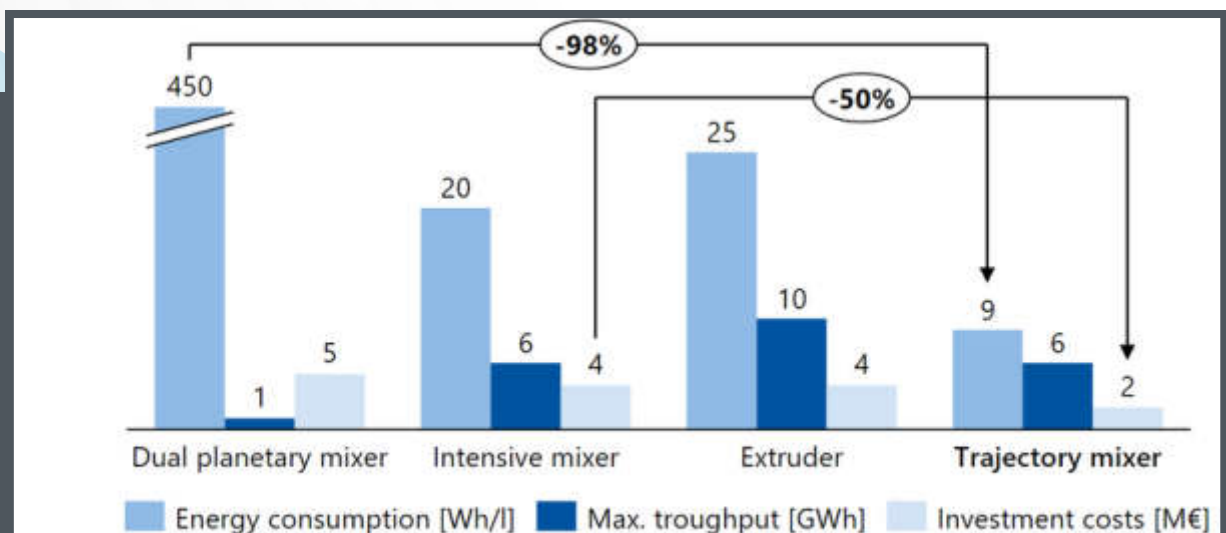
## Effizienz

- 1. Kurze Prozesszeiten:** Das Trajektionsmischen ist im Vergleich zu anderen Mischverfahren sehr schnell, da durch die Bahnkurven das gesamte Mischgut ständig in Bewegung gehalten wird. Im Gegensatz zu herkömmlichen Rührverfahren ist es 10- bis 1000-mal schneller und macht das Mischen zu einem Kinderspiel. Die Prozesszeiten liegen normalerweise unter 60 Sekunden pro Charge. Mit seinen kurzen Prozesszeiten ist beim Trajektionsmischen auch die Wärmeentwicklung innerhalb des Produkts vernachlässigbar gering.
- 2. Weniger Energie, mehr Einsparungen:** Im Vergleich zu anderen Mischverfahren verbraucht das Trajektionsmischen viel weniger Energie und spart so Kosten. Es benötigt keine externe Kühlung und kein Vakuum, was den Prozess vereinfacht.
- 3. Leichte Reinigung:** Der Edelstahlbehälter ist ohne Ecken und Kanten konstruiert, was das Reinigen stark vereinfacht. Die Behälterreinigung ist schnell und problemlos und gewährleistet einen reibungslosen Betrieb.

## Prozesssicherheit

- 1. Hermetische Versiegelung garantiert:** Innerhalb des versiegelten Edelstahlbehälters findet der Mischprozess in einem vollständig geschlossenen Raum statt, der eine einwandfreie Hygiene und eine staubfreie Umgebung gewährleistet.
- 2. Kompatibilität mit kritischen Inhaltsstoffen:** Durch das geschlossene System eignet sich dieser Mischprozess selbst für sehr empfindliche Inhaltsstoffe, sodass keine großen Einschließungsbereiche erforderlich sind.
- 3. Vielfältige Produktionsmöglichkeiten:** Die hermetische Versiegelung stellt nicht nur die Hygiene sicher, sondern bietet auch die Möglichkeit, Produkte mit besonderen diätetischen Anforderungen herzustellen. Ob koscher, halal, allergenfrei oder glutenfrei - sie alle können mit demselben System hergestellt werden.

Abb. 4: Leistungskennzahlen für Mischanlagen; Quelle: PEM Aachen



## Flexibilität

Unsere Mischer wurden entwickelt, um den unterschiedlichen Anforderungen der Anwender gerecht zu werden, egal ob es sich um das Mischen von trocken zu trocken, trocken zu flüssig oder flüssig zu flüssig handelt. In der sich ständig weiterentwickelnden Landschaft von Branchen wie der Chemie- und Lebensmittelindustrie, in der sich Prozesse, Rohstoffe und Endprodukte ständig ändern sowie Kundenanforderungen und Qualitätsstandards regelmäßig steigen, erweisen sich unsere Trajektionsmischer seither als vielseitige Lösungen. Die programmierbaren Kurvenformen geben den Anwendern die Flexibilität, eine hohe Produktvielfalt zu erreichen, und ermöglichen ein nahtloses Mischen in verschiedenen Anwendungen mit garantierter Homogenität.

Vom Tumbeln und Marinieren von Fleisch bis zur Verarbeitung von Nudeln, Süßwaren, Cremes, veganen Produkten und sogar Anodenschlamm für die Batterieproduktion - die Anwendungen sind so vielfältig wie die Produkte selbst. Und es wird noch mehr kommen. Wir erforschen neue Einsatzmöglichkeiten für unsere Mischer, wie das Mischen von Emulsionen und das Mischungen in 3-Phasen-Systemen. Dazu gehören auch Anwendungen wie Katalysatoren und die coole Welt der Mechanochemie. Unsere Mischer sind nicht einfach nur Maschinen - sie sind Werkzeuge, die mit den Anforderungen der sich wandelnden Branchen Schritt halten.

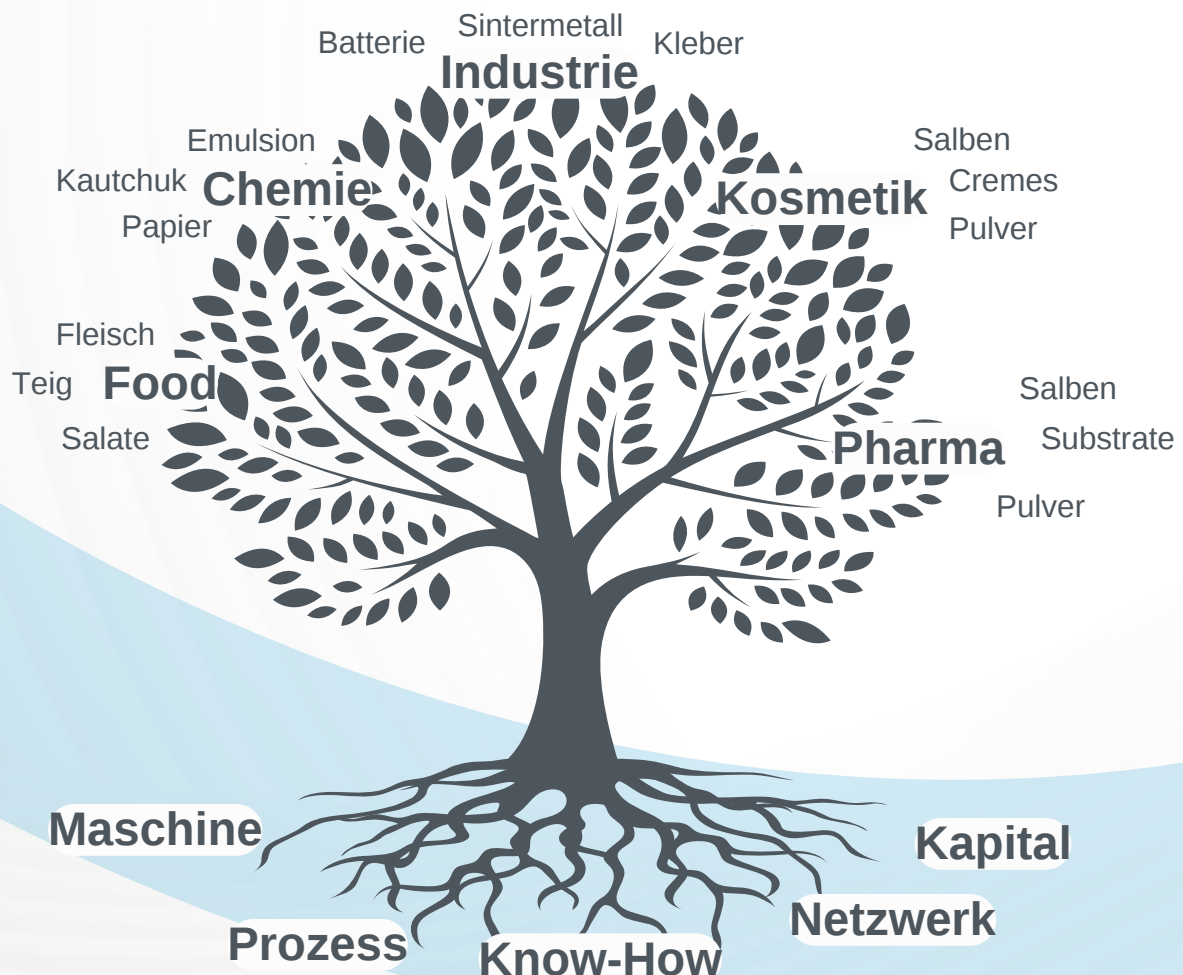


Abb. 5: Marktbereiche des Trajektionsmischers

# Unsere Trajektionsmischer - K1 und J4

## Trajektormischer K1 - die Einstiegsklasse

Der K1 ist ein Mischer mit Monobehälter mit einem Volumen von 4 Litern, der sich hervorragend für Großküchen, Labore oder kompakte Produktionsräume eignet, in denen einzelne Chargen oder maßgeschneiderte Produkte hergestellt werden.

Optimieren Sie Ihre Prozesse mit dem K1 - hier vereinen sich Effizienz, Anpassungsfähigkeit und Hygiene, um Ihr Mischerlebnis zu verbessern.

Abb. 6:  
Trajektionsmischer K1



## Hauptmerkmale des K1:

- 1. Hygienische Exzellenz:** Der K1 verfügt über ein hygienisches Design, das Sauberkeit bei jeder Mischung gewährleistet und ihn zu einer zuverlässigen Wahl für kontaminationsempfindliche Produkte macht.
- 2. Kompakt und anpassungsfähig:** Mit seinem geringen Platzbedarf und den minimalen Anforderungen an die Stromversorgung ist der K1 eine vielseitige Lösung, die sich für nahezu jeden Arbeitsbereich eignet.
- 3. Flexible Komponentenzuführung:** Ob manuelle Befüllung oder Komponentenzuführung mit Hilfe eines Roboterarms, der K1 ist vielseitig aufgestellt.
- 4. Vielseitige Mischfunktion:** Wie alle Trajektionsmischer ist der K1 für das Mischen von einer Vielzahl von Materialien ausgelegt, darunter Lebensmittel, Pasten, Cremes, Pulver und Schlämme.
- 5. Beeindruckende Kapazität:** Je nach Beschickungsgeschwindigkeit und Automatisierungsgrad bietet der K1 eine Mischleistung von 200 kg/h und mehr.



Abb. 7: K1 in einer integrierten Produktionslinie

## Trajektionsmischer J4 - Industrieklasse

Der J4, einen Trajektorienmischer der Industrieklasse, der sorgfältig für herausragende Leistungen entwickelt wurde. Mit der Möglichkeit, gleichzeitig vier Behälter mit einem Volumen von jeweils 15 Litern zu verarbeiten, stellt der J4 einen Höhepunkt an Effizienz und Produktivität dar.

Erhöhen Sie Ihre industriellen Mischkapazitäten mit der J4 - einem Kraftaket, das für Präzision, Effizienz und unvergleichliche Energieeinsparungen entwickelt wurde.

## Hauptmerkmale des J4:

1. **Automatisierte Präzision:** Um das volle Potenzial des J4 auszuschöpfen, ist eine nahtlose Integration in einen automatisierten Produktionsprozess erforderlich. Dies gewährleistet Präzision in Abstimmung mit entsprechenden Zu- und Abführoptionen und optimiert Ihren Workflow.
2. **Gegenläufige Beschleunigungen:** Das innovative Design des J4 arbeitet mit gegenläufigen Beschleunigungen innerhalb von Prozessbehälterpaaren. Dies steigert nicht nur die Effizienz, sondern führt auch zu bemerkenswerten Energieeinsparungen, da Schwingungen ausgeglichen werden.
3. **Doppelte Zuführ- und Entleerungsoptionen:** Der J4 bietet vielseitige Optionen für die Befüllung und Entleerung:
  - a. **Integrierte Automatisierung:** Jeder Prozessbehälter ist mit einem automatischen Öffnungs- und Schließmechanismus an der Ober- und Unterseite ausgestattet, der einen kontinuierlichen Zu- und Abfluss von Mischgut ermöglicht.
  - b. **Automatisiertes Be-/Entladen:** Das Be- und Entladen des Prozessbehälters ist vollständig vom eigentlichen Mischvorgang getrennt und entkoppelt, was Effizienz und Präzision gewährleistet.

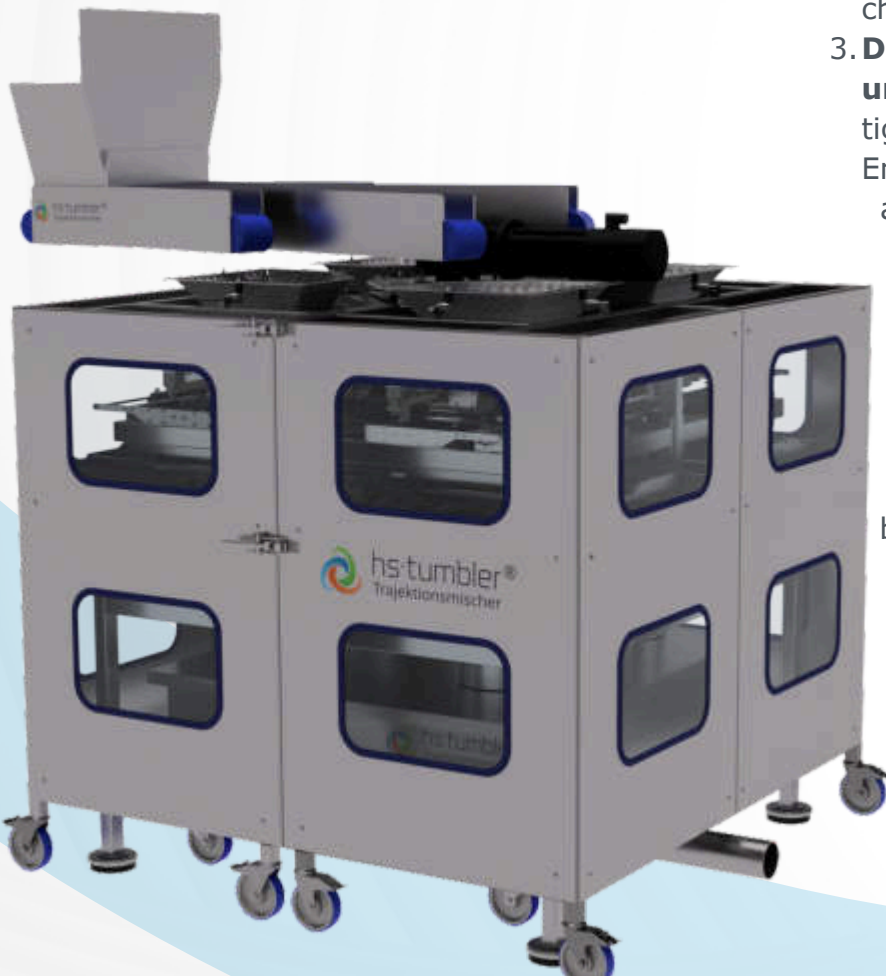


Abb. 8: Trajektionsmischer J4 mit Dosier- und Beschwerungsanlagen





**hs-tumbler GmbH**  
Prof.-von-Klitzing-Str. 9  
D-49610 Quakenbrück  
[www.hs-tumbler.com](http://www.hs-tumbler.com)

Kontakt:  
+49 5431 9272 580  
[sales@hs-tumbler.com](mailto:sales@hs-tumbler.com)

Forschungspartner:

