

## Tee - Kräutertee, Schwarzer Tee oder Grüner Tee

*Dipl.-Chem. Wieland Hopfe, Anwendungsberater*

FRITSCH GMBH, Mahlen und Messen, 55743 Idar-Oberstein, Germany, [www.fritsch.de](http://www.fritsch.de)

Eine effiziente Probenaufbereitung für schnelle, zuverlässige und reproduzierbare Analysenergebnisse wird in der heutigen Zeit immer wichtiger. Besonders in der Nahrungsmittelindustrie ist eine akribische Probenaufbereitung als Voraussetzung für Feinstanalysen unerlässlich, um vorgegebene Grenz- und Toleranzwerte einhalten zu können.

Bisher haben viele Anwender sehr gute und verlässliche Analysenergebnisse in der Schwermetallanalytik von Pflanzen mit Rotor-Mühlen erzielt. Einerseits wachsen jedoch die Anforderungen an die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Analysenergebnisse und andererseits werden die Grenzwerte für die Gehalte an Schwermetallen immer weiter gesenkt.

Neuere Analyseverfahren wie zum Beispiel das ICP-MS gestatten heute den Nachweis von Spurenelementen bis in den ppt-Bereich. Diese Geräte arbeiten oftmals mit deutlich geringeren Einwaagen für die Analyse. Damit wachsen zwangsläufig die Anforderung an die Qualität und die Homogenität der Proben, das heißt, die Proben sind immer feiner zu vermahlen.

Rotor-Mühlen zeichnen sich durch einen mit hoher Drehzahl laufenden Rotor aus. Um den Rotor ist ein Sieb angeordnet, welches die Endfeinheit definiert. Pflanzen, insbesondere deren Stängel, haben langfasrige verholzte Bestandteile. Durch die hohe Drehzahl des Rotors entsteht ein gerichteter Luftstrom. In diesem Luftstrom werden aber längliche Teile in der Flugrichtung ausgerichtet und passieren so das Sieb. Ein extremes Beispiel bezüglich dieses Materialverhaltens ist in dem Artikel zu [Molinia](#) beschrieben. Dieses Verhalten limitiert die erreichbare Endfeinheit.



Um den neuen Anforderungen an die Probenaufbereitung gerecht zu werden, haben wir jüngst - der Aufgabenstellung eines Kunden folgend, Tee deutlich feiner zu vermahlen - gerade verfügbaren Tee in der Planeten-Mikromühle [PULVERISETTE 7 premium line](#) zerkleinert. Als Mahlgarnitur wurden Mahlbecher und Kugeln mit 15 mm Durchmesser aus Zirkonoxid eingesetzt.

Wir haben als Werkstoff Zirkonoxid gewählt, da es damit gute Erfahrungen bei der Aufbereitung pflanzlicher Proben gibt und da dessen chemische Bestandteile die Analysenergebnisse nicht stören.



Nach kurzer Bearbeitungszeit in der Mühle [PULVERISETTE 7 premium line](#) wurde das im Bild gezeigte Ergebnis erzielt. Dies deckt sich mit den bisher gemachten Erfahrungen zur Aufbereitung von pflanzlichen Proben in Planeten-Kugelmühen.

Als weiteren Versuch haben wir Kundenproben – diesmal Schwarzer und Grüner Tee - mit der Planeten-Mikromühle [PULVERISETTE 7 premium line](#) zerkleinert. Zum Einsatz kam wieder ein Mahlbecher 45 ml und 15 mm Kugeln aus Zirkonoxid.



Nach 3 Minuten wurden die im Bild gezeigten Ergebnisse erzielt. Sofort nach dem Öffnen der Mahlbecher wurde die Temperatur gemessen und Werte knapp unter 40 °C ermittelt.



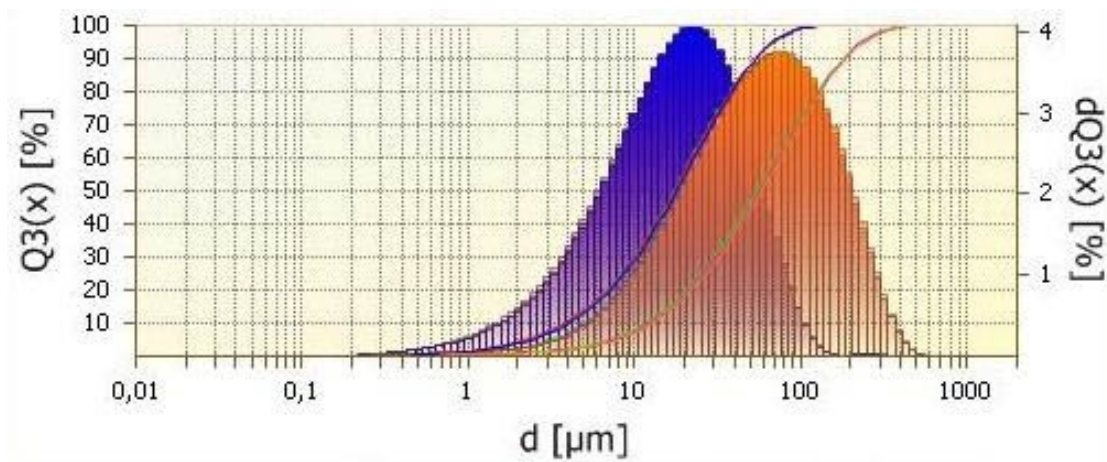
Mit den anderen Planeten-Kugelmühen aus unserem Sortiment sind unter vergleichbaren Bedingungen vergleichbare Ergebnisse zu erzielen.

Um den Unterschied zwischen diesen beiden Mühlentypen einmal quantitativ zu erfassen, wurde der grüne Tee parallel zu obigen Versuchen mit der [Rotor-Schnellmühle PULVERISETTE 14](#) unter Verwendung eines 0,08 mm Siebes zerkleinert.

Bei Rotor- bzw. Zentrifugalmühlen definiert ein Sieb die Endfeinheit. Damit gibt es einen Anhaltspunkt für die Korngrößenverteilung der auf diese Weise aufbereiteten Proben. Optisch sehen beide Proben recht ähnlich aus. Zumindest ist auf den ersten Blick nicht wirklich ein großer Unterschied zu sehen. Links ist die mit der [Rotor-Schnellmühle PULVERISETTE 14](#) und rechts die mit der Planeten-Kugelmühle [PULVERISETTE 7 premium line](#) zerkleinerte Probe zu sehen.



Die Bestimmung der Korngrößenverteilung mit dem Laser-Partikelmessgerät ANALYSETTE 22 MicroTec plus aus unserem Haus zeigt aber ein deutlich anderes Bild.



Alle Proben wurden in Wasser gemessen. Beide Verteilungen sind jeweils durch 3 Messungen in zeitlicher Folge gesichert. Es gibt keinen Drift der Messwerte über die Zeit. Tee kann somit unter diesen Dispergierbedingungen gemessen werden.

### Blaue Kurve

– Grüner Tee 3 Minuten zerkleinert mit der Planeten-Mikromühle [PULVERISETTE 7 premium line](#) unter Verwendung von Zirkonoxid-Bechern und Kugeln mit 15 mm Durchmesser

$$d_{10} = 3,9 \mu\text{m} \quad d_{50} = 17,8 \mu\text{m} \quad d_{90} = 53,8 \mu\text{m}$$

### Orange Kurve

– Grüner Tee zerkleinert mit der [Rotor-Schnellmühle PULVERISETTE 14](#) unter Verwendung eines 0,08 mm Siebes

$$d_{10} = 12,2 \mu\text{m} \quad d_{50} = 56,5 \mu\text{m} \quad d_{90} = 184,4 \mu\text{m}$$

Obwohl zur Zerkleinerung des Tees mit der Rotor-Schnellmühle ein Siebring mit 0,08 mm Trapezloch verwendet wurde, ist die tatsächliche Endfeinheit wie folgt:

nur 63 % der Partikel sind < 80  $\mu\text{m}$  (Maschenweite des Siebrings)

nur 86 % der Partikel sind < 160  $\mu\text{m}$  (doppelte Maschenweite des Siebrings)

und 99,6 % der Partikel sind < 400  $\mu\text{m}$  (fünffache Maschenweite des Siebrings).

Der Grund dafür ist ganz einfach!

Eine Siebung ist eine zweidimensionale Betrachtung der Korngröße. Längliche im Luftstrom ausgerichtete Partikel passieren das Sieb. Wir assoziieren aber immer mit einer Korngröße eine Kugel. Das ist aber falsch.

Das Laser-Partikelmessgerät berücksichtigt durch das Vermeiden laminarer Strömungen in der Messzelle und einer statistisch gesicherten Anzahl der Messwerte alle drei Dimensionen.

Fazit: Mit einer Planetenkugelmühle lassen sich pflanzliche Proben, wie verschiedene Teesorten deutlich feiner vermahlen als mit einer Rotor-Schnellmühle.