



Siebanalyse

Unterschiedliche Siebmethoden für vielfältige Anwendungen

Eine große Anzahl an physikalischen und chemischen Eigenschaften ist von der Partikelgröße abhängig. Das Löslichkeitsverhalten von Tabletten, der Geschmack von Schokolade oder die Festigkeit von Beton sind nur einige Beispiele. Daher ist die Kenntnis und die Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in der Qualitätskontrolle vieler Industrieprodukte zwingend notwendig. Von der Eingangs- bzw. Produktionskontrolle bis hin zur Forschung und Entwicklung werden Siebanalysen zur Ermittlung verschiedener Kenngrößen oder einfach zur Partikelgrößenbestimmung genutzt. Die einfache Handhabung und die geringen Investitionskosten in Verbindung mit hoher Zuverlässigkeit machen die Siebanalyse zur am häufigsten genutzten Methode für solche Messungen. Im Folgenden wird ein Überblick über die verschiedenen Arten und die notwendigen Schritte für eine erfolgreiche Siebung gegeben.

Bei einer Siebung soll eine Probe anhand ihrer Partikelgrößen getrennt werden und wird dazu einer mechanischen Kraft ausgesetzt. Die Richtung, Intensität und Art der Kraft hängt von dem ausgewählten Siebverfahren ab. Das Probegut wird entweder in vertikale oder horizontale Bewegung versetzt. Bei Klopf-siebmaschinen überlagern sich beide Mechanismen. Ein Spezialfall ist die Luftstrahlsiebung, hierbei wird die Probe über einen Luftstrahl, der aus einer rotierenden Düse austritt, in Bewegung versetzt.

Welche Faktoren müssen bekannt sein, um das geeignete Siebverfahren für einen Prozess auszuwählen:

- **Korngröße**

Liegt der benötigte Messbereich der Probe zwischen ca. 40 µm und 125 mm, kann eine klassische Trockensiebung stattfinden. Die Messgrenze kann mittels Nasssiebung auf 20 µm und mittels Luftstrahlsiebung auf 10 µm erweitert werden (Abbildung 1).

AUTOR

Mike Lucka



Produktmanager

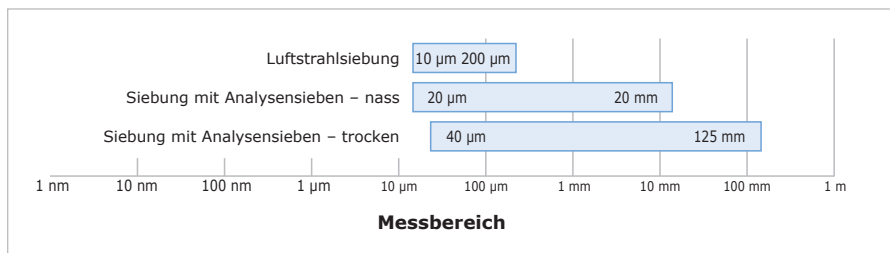
Retsch
Solutions in Milling & Sieving

Retsch GmbH
Retsch-Allee 1-5
42781 Haan

Telefon: 02104/2333-100
E-Mail: m.lucka@retschede.com

www.retschede.de

Abb. 1:
Messbereich von Luftstrahl-,
Nass- und Trockensiebung



• **Eigenschaften des Probengutes**

Zu beachten ist, ob die Partikel Agglomerate bilden, welche Dichte das Probengut hat, oder ob es zu elektrostatischen Aufladungen neigt.

• **Normen**

Siebverfahren werden in der DIN Norm 66165 beschrieben. Gibt es industriespezifische Prüfvorschriften oder Normen, bestimmen diese ebenfalls die Auswahl des Siebverfahrens.

• **Anzahl der Fraktionen**

Werden mehrere Fraktionen benötigt? Oder ist nur die Kenntnis wichtig, dass ein bestimmter prozentualer Anteil der Probe kleiner oder größer als eine bestimmte Korngröße ist? Im letzten Fall wird das Verfahren als **Siebschnitt** bezeichnet, da die Probe in nur zwei Fraktionen geteilt wird.

Verschiedene Siebverfahren

Sind diese Fragen geklärt, ist es möglich, ein Siebverfahren auszuwählen. Die verschiedenen Methoden werden im Folgenden erläutert.

Wurfsiebung (Abbildung 2): Bei der Wurfsiebung wird das Probengut einer **dreidimensionalen Bewegung** ausgesetzt. Die vertikale Wurfbewegung wird durch eine Drehbewegung überlagert. Durch diesen Mechanismus werden die zu siebenden Partikel zum einen über die gesamte Siebfläche verteilt und zum anderen in die Luft geworfen, so dass sie idealerweise ihre Ausrichtung im dreidimensionalen Raum ändern und dadurch in allen Dimensionen mit den Maschen des Siebes verglichen werden können. Vibrations-siebmaschinen wie die AS 200er Serie (Abbildung 3), die AS 450 basic und control sowie die AS 300 control arbeiten nach diesem Prinzip. Alle Wurfsiebmaschinen von RETSCH können sowohl zur **Trockensiebung** als auch zur **Nasssiebung** verwendet werden. Die „control“ Modelle sind zudem kalibrierbar und lassen sich mit einer Software für die Auswertung von Siebanalysen über den PC ansteuern. Sie liefern außerdem reproduzierbare, global vergleichbare Ergebnisse durch **netzfrequenzunabhängige Siebbodenbeschleunigung** (siehe Kasten links).

Netzfrequenzunabhängige Siebbodenbeschleunigung

Die Siebmaschinen AS 200 control, AS 300 control und AS 450 control werden in Eigenfrequenz erregt. D.h., die Siebfrequenz verändert sich mit der Beladung des Gerätes. Sie ist abhängig von der verwendeten Anzahl an Sieben und der Menge des aufgegebenen Siebgutes. Um auch bei Kurzzeitsiebungen die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sicherzustellen, kann von der Vorgabe der Schwingungsweite auf die Siebbodenbeschleunigung umgeschaltet werden (beschleunigungsgleiche Siebung).

Die RETSCH Siebmaschinen AS 200 control, AS 300 control und AS 450 control besitzen damit als einzige Siebmaschinen weltweit die Möglichkeit, Fehlereinflüsse durch unterschiedliche Siebfrequenzen über eine automatische Anpassung der Amplitude auszugleichen.

Abb. 2 (li.):
Prinzip der Wurfsiebung



Abb.3 (re.):
Vibrations-siebmaschinen der
AS 200 Serie

| | AS 200 basic | AS 200 digit cA | AS 200 control | AS 300 control | AS 450 basic | AS 450 control |
|---|-------------------------------|-----------------|----------------|---|----------------|----------------|
| Messbereich | 20 µm - 25 mm | | | 20 µm - 40 mm | 25 µm - 125 mm | 25 µm - 125 mm |
| Siebdurchmesser | 100 / 150 / 200 / 203 (8") mm | | | 100 / 150 / 200 / 203 (8") / 305 (12") / 315 mm | 400 / 450 mm | 400 / 450 mm |
| Amplitude | 1 - 100 % | 0,2 - 3,0 mm | 0,2 - 3,0 mm | 0,2 - 2,2 mm | 0,2 - 2 mm | 0 - 2,2 mm |
| Maximale Beladung | 3 kg | | | 6 kg | 15 kg | 25 kg |
| Rekalibration und netzfrequenzunabhängige Siebbodenbeschleunigung | - | - | ja | ja | - | ja |

Tabelle 1:
Für jede Anforderung eine geeignete Wurfsiebmaschine

Nasssiegung: Ein Sonderfall der Wurfsiegung ist die Nasssiegung. Wenn Agglomerationen, elektrostatische Aufladungen oder ein hoher Feinheitsgrad den Siebvorgang erschweren, kann auch eine Nasssiegung durchgeführt werden. Hierbei wird das Material in einem geeigneten Medium, in der Regel Wasser, durch den Siebturm geschwemmt.

Plansiegung (Abbildung 4): Bei einer Plansiegung handelt es sich um eine **kreisende, horizontale Bewegung**. Die Probenpartikel werden in eine 2D-Bewegung versetzt, dabei ändern sie ihre eigentliche Ausrichtung nicht. Dieses Siebverfahren eignet sich besonders für **längliche, plättchenförmige oder faserige Siebgüter** (Siegung mit kreisender Siebbewegung gemäß DIN 53 477). RETSCH bietet in diesem Segment die AS 400 control an, deren Drehzahl von 50 - 300 min⁻¹ elektronisch geregelt wird. Es können Siebe mit Durchmessern von 100 mm / 150 mm / 200 mm / 203 mm (8") / 305 (12") mm / 315 mm / 400 mm verwendet werden, um Siebgüter bis 15 kg in einem Schritt zu sieben. Der Messbereich liegt zwischen 45 µm - 63 mm. Diese Siebmaschine kann rekali­briert werden und lässt sich über EasySieve[®], die RETSCH Software zur Auswertung der Siebergebnisse, ansteuern.



Abb. 4 (li.):
Prinzip der Plansiegung

Abb. 5 (re.):
Plansiebmaschine
AS 400 control



Klopfsiebung (Abbildung 6): Klopfsiebmaschinen sind in einer Reihe von Normen vorgeschrieben. Bei der Klopfsiebung wird die **horizontale kreisende Bewegung** von einem **vertikalen Klopfimpuls** überlagert, wie z.B. bei der AS 200 tap (Drehzahl 280 min^{-1} ; Klopfimpulse 150 min^{-1}). Die AS 200 tap (Abbildung 7) fasst bis zu 7 Siebe mit Durchmessern von 200 mm oder 203 mm (8") und eine Siebgutmenge bis maximal 3 kg. Auch die AS 200 tap kann über die Auswertesoftware EasySieve® angesteuert werden.



Abb. 6 (li.):
Prinzip der Klopfsiebung

Abb. 7 (re.):
Klopfsiebmaschine AS 200 tap



Luftstrahlsiebung (Abbildung 8): Die Luftstrahlsiebung dient vorwiegend zur **Gewinnung eines Siebschnitts** und wird daher **immer mit einem Sieb** statt einem Siebturm durchgeführt, wobei das Sieb selbst nicht in Bewegung versetzt wird. Ein Industriestaubsauger erzeugt Unterdruck in der Siebkammer. Die angesaugte Luft tritt mit hoher Geschwindigkeit aus der rotierenden Schlitzdüse unterhalb des Siebes aus und dispergiert das aufliegende Siebgut, das dann mit dem Siebgewebe verglichen wird. Beim Auftreffen der Partikel auf den Siebdeckel werden diese nicht nur umgelenkt, sondern gleichzeitig auch **desagglomert**. Darauf folgend werden die Partikel, die fein genug sind durch das Siebgewebe transportiert und abgezogen. Bei Bedarf können sie mit Hilfe eines **Zyklons** aufgefangen werden. RETSCH bietet zur Luftstrahlsiebung die AS 200 jet an (Abbildung 9). Das Gerät verfügt über eine innovative **Open Mesh Funktion** zur Reduktion der Klemmkörner sowie eine automatische Unterdruckregulierung (Zubehör). Es können Siebe mit 200 mm oder 203 mm (8") Durchmesser verwendet werden. Der Messbereich liegt zwischen $10 \mu\text{m}$ - 4 mm . Auch die AS 200 jet erlaubt die Ansteuerung über EasySieve®.

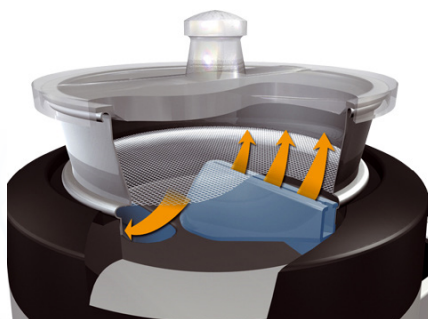


Abb. 8 (li.):
Prinzip der Luftstrahlsiebung

Abb. 9 (re.):
Luftstrahlsiebmaschine
AS 200 jet



Durchführung der Siebanalyse

Ein vollständiger Siebprozess besteht aus folgenden Schritten, welche genau und sorgfältig durchgeführt werden sollten.

- a) Probenahme
- b) Probenteilung (wenn notwendig)
- c) Auswahl der geeigneten Analysensiebe
- d) Auswahl der Siebparameter
- e) Durchführung der eigentlichen Siebanalyse
- f) Rückgewinnung des Probenmaterials
- g) Auswertung der Daten
- h) Reinigung und Trocknung der Analysensiebe

a) Probenahme

Je heterogener eine Probe ist, desto wichtiger ist eine korrekte Probenahme für die Laborprobe. Einige wichtige Fragen sollten vorher geklärt werden:

- Wie groß muss die Probenmenge sein, damit sie die gesamte Ausgangsprobe repräsentiert
- Von welcher Stelle des Ausgangsmaterials sollte die Probe entnommen werden

Es gibt industriespezifische Normen, wie z. B. die DIN 51701 in der Kohleindustrie, die Hilfestellungen und Anweisungen für die korrekte Probenahme enthalten. Deren Angaben lassen sich als Richtwert auch für andere Materialien als Kohle verwenden. Es kann u. a. die Beziehung

$$G \text{ [kg]} = 0,07 \text{ [kg/mm]} \times z \text{ [mm]}$$

aus dieser Norm entnommen werden. Diese gibt an wie viel Probe „G“ aus einer Probe mit der maximalen Korngröße „z“ entnommen werden muss, um eine repräsentative Menge zu erhalten. Am Beispiel einer Kohleprobe, bei der das größte Partikel 5 cm im Durchmesser misst, sieht die Rechnung wie folgt aus:

$$G \text{ [kg]} = 0,07 \text{ kg/mm} \times 50 \text{ mm}$$

$$G = 3,5 \text{ kg}$$

Es sollten also mindestens 3,5 kg Probe entnommen werden, um eine repräsentative Menge zu erhalten. Für andere Materialien muss ggf. die unterschiedliche Dichte berücksichtigt werden.

b) Probenteilung

Bei der Teilung einer für die Analyse zu großen Probenmenge muss die Repräsentativität der Teilprobe sichergestellt sein. Eine Teilung kann wahllos erfolgen oder durch **manuelle Methoden** wie Kegeln und Vierteln. Diese Methoden sind jedoch **fehleranfällig** und können Standardabweichungen im Messergebnis von über 10 % alleine durch eine ungenaue Teilung verursachen (Abbildung 10, C + D). Die komfortablere und genauere Methode ist die Verwendung eines **automatischen Probenteilers** wie z. B. des PT 100 (Abb. 10) oder PT 200 von RETSCH. Beim PT 100 fließt das Teilgut zuerst durch einen dezentral angeordneten Aufgabetrichter direkt in die Öffnungen der Teilkrone. Dabei wird selbst bei grobkörnigen Gütern eine sehr geringe Abweichung zwischen den Teilmengen in den einzelnen Probenflaschen erzielt. Der Teilvorgang selbst läuft automatisch ab. Die Teilkrone dreht sich, drehzahlüberwacht, mit konstant 110 Umdrehungen pro Minute, unabhängig von Belastung und Netzfrequenz. Konkret bedeutet das: Bei einer Teilkrone mit zehn Ausgängen teilt sich der Zulaufstrom jede Minute 1100-fach auf. Damit ist ein **Höchstmaß an Teilgenauigkeit** statistisch garantiert. Durch die Teilkronen, welche mit 6, 8 oder 10 Ausgängen erhältlich sind, wird das Aufgabegut gleichmäßig den Probengefäßen zugeführt.



Abb. 10:
Rotationsprobenteiler PT 100

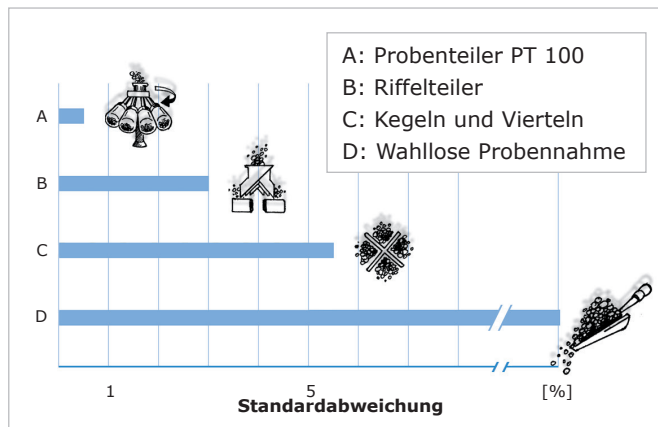


Abb. 11: Standardabweichungen der Analysenergebnisse nach verschiedenen Teilungsmethoden

c) Auswahl der geeigneten Analysensiebe

Für die Auswahl der Siebe spielen die **Probenmenge** und die ungefähre **Korngrößenverteilung** eine wichtige Rolle. Um das gesamte Kornspektrum der Probe abzudecken, sollte die Abstufung der Maschenweite zunächst einer logarithmischen Reihe folgen. Hierzu werden gerne die sogenannten Renard-Serien herangezogen, z. B. R10/3. Anhaltspunkte zur Auswahl der Siebgröße und auch der Maschenweite gibt die Norm DIN 66165. Diese beschreibt unter anderem die maximal zulässigen Siebbeladungen bei verschiedenen Maschenweiten und auch die maximal zugelassene Partikelgröße (Abbildung 12).

Nur die korrekte Beladung der Siebe garantiert reproduzierbare Ergebnisse!

Beladungsberechnung

Der Rückstand auf einem Sieb mit der Maschenweite 1 mm sollte z.B. nicht mehr als 20 cm³ pro Quadratdezimeter betragen. Bei einem Siebdurchmesser von 200 mm entspricht das 63 cm³ Rückstand, bei 400 mm Durchmesser dem 4-fachen, also 252 cm³. Die maximale Aufgabemenge sollte das Doppelte dieses Rückstandswertes nicht überschreiten, d.h. auf ein 1 mm Sieb mit 200 mm Durchmesser werden max. 126 cm³ Probe aufgegeben. Durch Multiplizieren der Werte mit der Schüttdichte lassen sich hierzu auch die entsprechenden Werte für die Massen ermitteln.

| Maschenweite | max. Aufgabemenge | max. zulässiger Siebrückstand |
|--------------|---------------------|-------------------------------|
| 25 µm | 14 cm ³ | 7 cm ³ |
| 45 µm | 20 cm ³ | 10 cm ³ |
| 63 µm | 26 cm ³ | 13 cm ³ |
| 125 µm | 38 cm ³ | 19 cm ³ |
| 250 µm | 58 cm ³ | 29 cm ³ |
| 500 µm | 88 cm ³ | 44 cm ³ |
| 1 mm | 126 cm ³ | 63 cm ³ |
| 2 mm | 220 cm ³ | 110 cm ³ |
| 4 mm | 346 cm ³ | 173 cm ³ |
| 8 mm | 566 cm ³ | 283 cm ³ |

Abb. 12: Beispiele für die max. Aufgabemenge und zulässigen Siebrückstände bei Sieben mit 200 mm Durchmesser (gemäß DIN 66165)

Der maximale zulässige Rückstand auf den Sieben kann näherungsweise mit der Formel

$$R = 0,00178 \times D^2 \times w^{0,667} \times \rho$$

berechnet werden, wobei R der maximal zulässige Rückstand in [g] ist. D steht für den Siebdurchmesser (200 mm / 300 mm o.a.), w ist die Maschenweite in [mm] und ρ beschreibt die jeweilige Dichte des Probenmaterials. In der Norm 66165 und dem oben genannten Beispiel wurde von einer Dichte von 1 kg/dm³ ausgegangen. Die Norm beschreibt weiterhin die maximale Aufgabemenge pro Sieb. Diese Menge sollte den maximalen Rückstand D um nicht mehr als das Doppelte übersteigen.

Die maximal zulässige Partikelgröße lässt sich über folgende Formel berechnen: $x_{max} = 10 \times w^{0,7}$, wobei x_{max} [mm] die maximal zulässige Partikelgröße darstellt. w beschreibt die Nennmaschenweite des jeweiligen Siebes, es wird nur der Wert ohne die Einheit in die Formel eingesetzt. Bei einer Probe auf einem Sieb der Maschenweite 250 µm lässt sich mit folgender Rechnung die maximal zulässige Partikelgröße bestimmen:

$$x_{max} = 10 \times w^{0,7}$$

$$x_{max} = 10 \times 0,250^{0,7}$$

$$x_{max} = 3,79 \text{ mit Einheit mm}$$

d) Auswahl der geeigneten Einstellungen

Im Allgemeinen geben verschiedene Normen oder auch interne Vorschriften Auskunft über die benötigten Siebparameter. Ist dies nicht der Fall, müssen die Parameter experimentell ermittelt werden. Hierbei spielen vor allem die Siebdauer und bei Wurf-siebmaschinen zusätzlich die Amplitude eine wichtige Rolle. Die Einhaltung der Maximalmenge schützt das Sieb vor Beschädigung durch Überladung und garantiert, dass jedes Partikel die Möglichkeit bekommt, sich innerhalb eines Siebvorgangs entsprechend oft und in jeder Dimension mit den Maschen des Siebes zu vergleichen.

Amplitude:

Innerhalb eines Siebprozesses finden ständig Größenvergleiche zwischen Siebmaschen und Partikeln statt. Ist ein Partikel kleiner als die Öffnungsweite einer Masche, passiert es diese. Kann es die Masche nicht passieren, wird es mit dem nächsten Siebbodenhub wieder hochgeworfen, um sich neu zu orientieren - wichtig bei länglichen Partikeln - und trifft danach wieder auf das Sieb, um erneut verglichen zu werden. Bei jedem Vergleich erhält das Siebgut die Möglichkeit, das Sieb zu passieren. Folglich sollte es Ziel einer Siebung sein, **möglichst viele Vergleiche in einer bestimmten Zeit** herbeizuführen. Und das ist idealerweise genau dann der Fall, wenn innerhalb einer Periodendauer eines Siebbodenhubs - d.h. wenn sich der Siebboden einmal gehoben und gesenkt hat - genau ein Vergleich stattfindet, und die Partikel, die das Sieb nicht passieren, wieder genau so beschleunigt werden, dass es innerhalb der nächsten Periodendauer erneut zu einem Vergleich kommt. Diesen Zustand nennt man **statistische Resonanz** (blaue Kurve in Abbildung 13). Wird ein Partikel zu stark beschleunigt, so wird er zu selten verglichen (gelbe Kurve) und die Ausseibung verzögert sich; wird er zu schwach oder gar nicht beschleunigt, kann er sich nicht neu orientieren (rote Kurve). Die Größe der Beschleunigung eines Partikels hängt von der eingestellten Amplitude ab. **Die optimale Amplitude ist für ein Material und eine Materialmenge individuell und muss empirisch ermittelt werden.** Die Amplitude bedeutet in diesem Fall die gesamte Auslenkung in der horizontalen Ebene, sowohl oberhalb als auch unterhalb der Ruheposition. Eine Amplitude von 1,2 mm bedeutet eine Bewegung von +0,6 mm und -0,6 mm bezogen auf die Ruheposition.

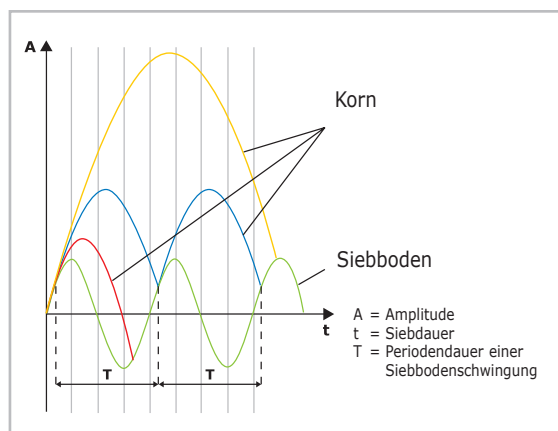


Abb. 13:
Bewegung der Partikel in einer
Wurfsiebmaschine in Bezug
zum Siebboden

Blaue Kurve: Das Partikel befindet sich in statistischer Resonanz mit dem Siebboden; rote Kurve: das Partikel wird nicht hinreichend bewegt; gelbe Kurve: das Partikel wird zu hoch geworfen.

Siebdauer:

Eine Siebung gilt nach DIN 66165 als beendet, wenn der Siebdurchgang durch ein Sieb innerhalb einer Minute weniger als 0,1% der Aufgabemenge beträgt. Ist der Siebdurchgang größer, muss die Siebdauer verlängert werden. Es hat sich gezeigt, dass vor allem die Vibrations-siebung in 3 Dimensionen eine scharfe Trennung des Siebgutes in kürzester Zeit ermöglicht.

e) Durchführung der eigentlichen Siebanalyse

Nach Vorauswahl der Parameter folgt die eigentliche Siebanalyse. Nachfolgend sind die Schritte einer Siebanalyse chronologisch aufgelistet.

1. Siebturm inkl. Auffangboden zusammenstellen.
2. Gegebenenfalls Auswahl von Siebhilfen: Bei Maschenweiten $< 500 \mu\text{m}$ sind Sieb-

- hilfen wie Wüfel, Ketten und Bürsten empfohlen, um den Durchgang der Probe zu erleichtern
3. Leergewichte der einzelnen Siebe und des Auffangbodens ermitteln: Dies kann manuell an der Waage oder per Software erfolgen. Mithilfe geeigneter Programme wie EasySieve[®] lassen sich die Einwaage und die Auswertung vereinfachen.
 4. Siebturm mit aufsteigender Maschenweite auf den Auffangboden setzen (Abb. 14).
 5. Probe einwiegen und auf das oberste Sieb (größte Maschenweite) aufgeben, Siebturm auf der Maschine fixieren.
 6. Einstellen des Amplitudenwertes bzw. der Drehzahl und der Siebzeit an der Siebmaschine.
 7. Siebmaschine starten.
 8. Nach Ende der Laufzeit die einzelnen Siebe und den Auffangboden zusammen mit der jeweiligen Kornfraktion auswiegen.
 9. Ermittlung der Massen und prozentualen Anteile der Kornfraktion.
 10. Auswertung

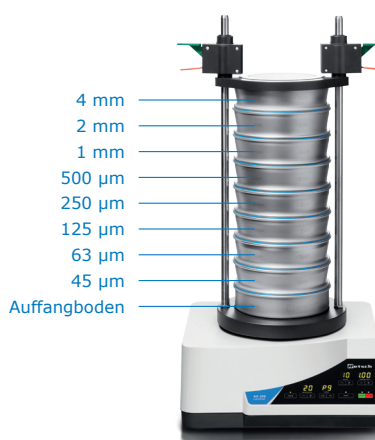


Abb. 14:
Anordnung der Siebe (Beispiel)
auf der Siebmaschine

f) Rückgewinnung des Probenmaterials

Nach beendeter Siebung kann das Material von den Siebböden entnommen werden. Die Gewinnung der einzelnen Kornfraktionen ist ein deutlicher Vorteil der Siebanalyse gegenüber den meisten optischen Messmethoden. Die Fraktionen sind nicht nur Analysenwerte, sondern liegen auch physisch vor und können nach der Siebung für weitere Schritte verwendet werden.

g) Ermittlung und Auswertung der Daten

Die Auswertung der Daten kann entweder manuell oder mithilfe einer Software wie EasySieve[®] erfolgen. Wie in Tabelle 2 gezeigt, werden die prozentualen Anteile ermittelt und dann graphisch aufgetragen (Abbildung 15).

| Sieb [µm] | Netto- gewicht [g] | Gewicht nach Siebung [g] | Differenz [g] | Anteil p ₃ [%] | Verteilungs- summe Q ₃ [%] |
|--------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|------------------------------|---|
| Boden | 501 | 505,5 | 4,5 | 3 | 3 |
| 45 | 253 | 259 | 6 | 4 | 7 |
| 63 | 268 | 283 | 15 | 10 | 17 |
| 125 | 298 | 328 | 30 | 20 | 37 |
| 250 | 325 | 373 | 48 | 32 | 69 |
| 500 | 362 | 384,5 | 22,5 | 15 | 84 |
| 1.000 | 386 | 401 | 15 | 10 | 94 |
| 2.000 | 406 | 412 | 6 | 4 | 98 |
| 4.000 | 425 | 428 | 3 | 2 | 100 |
| | | | = 150 g | = 100% | |

Tabelle 2:
Beispiel einer Siebanalyse

Die leeren Siebe werden vor bzw. mit den jeweiligen Probenrückständen nach der Siebung ausgewogen. Die Differenz hieraus entspricht den jeweiligen Gewichten der einzelnen Kornfraktionen. Werden diese in Bezug zu dem Gesamtgewicht der Probe gesetzt, kann der prozentuale Anteil der einzelnen Kornfraktionen an der Gesamtprobe ermittelt werden. Vorteil dieser Methode: Durch die Dimensionslosigkeit wird unabhängig von Dichte bzw. Masse des Probenmaterials gesiebt. Die Differenz zwischen Einwaage und Summe der Einzelfraktionen wird als Siebverlust bezeichnet. Ist dieser größer als 1% der Aufgabemenge, so ist laut DIN 66165 der Siebvorgang zu wiederholen. Die prozentualen Massenanteile der Fraktionen können graphisch in Form eines Histogramms dargestellt werden (Abbildung 15). In unserem Beispiel liegt die größte Fraktion mit 32% in dem Bereich zwischen 250 µm und 500 µm. Durch Aufaddieren der Einzelfraktionen und durch Interpolation zwischen den einzelnen Messpunkten gelangt man zu der Verteilungssummen-Kurve Q_3 (Abbildung 16).

Anhand der Summenkurve können verschiedene Eigenschaften der Probe ermittelt werden. Betrachtet man z.B. die Korngröße 250 µm, so lässt sich an der y-Achse der zugehörige Wert von 36% ablesen. Dieser sagt aus, dass 36% der Gesamtprobe kleiner als 250 µm sind (Abbildung 17). Soll der Median Q_3 (50) dieser Verteilung bestimmt werden, wird die entsprechende Korngröße (330 µm) auf der x-Achse abgelesen. D.h., dass 50% der Probenmasse kleiner oder gleich 330 µm ist. Mit gleicher Vorgehensweise können die entsprechenden Ergebnisse für verschieden $x(Q_3)$ - bzw. $Q_3(x)$ -Werte der Probe bestimmt werden.

Die Verwendung einer **Software wie EasySieve®** erlaubt eine **schnelle und fehlerfreie Auswertung** unterschiedlicher Kenngrößen auch im Nachhinein.

Abb. 15 (li.): Histogramm mit prozentualen Massenanteilen der Fraktionen nach einer Siebung

Abb. 16 (re.): Histogramm mit Verteilungssummenkurve der Fraktionen nach einer Siebung

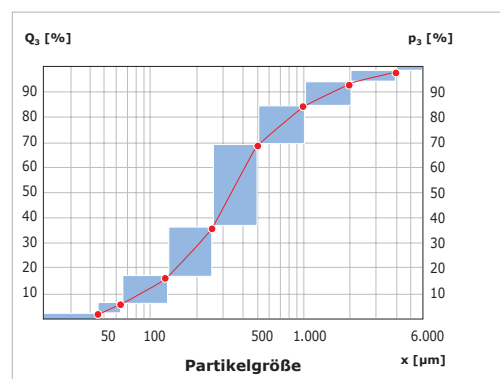
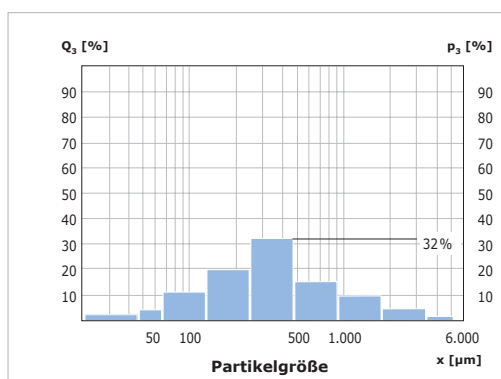
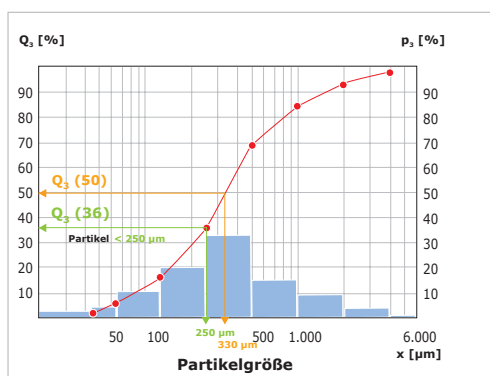


Abb. 17: Verteilungssummenkurve der Fraktionen mit Beispielen für prozentuale Werte



h) Reinigung und Trocknung der Analysensiebe

Analysensiebe sind Messinstrumente und sollten vor, während und nach einer Siebung entsprechend sorgfältig behandelt werden. Während des Siebvorgangs darf der Durchgang des Siebgutes durch das Siebgewebe nicht erzwungen werden. Bereits leichtes Durchbürsten des Aufgabegutes, besonders durch feinmaschiges Gewebe, oder der Einsatz von ungeeigneten mechanischen Siebhilfen (wie z.B. Metallkugeln) kann zu Veränderungen der Maschen oder gar zur Beschädigung des Siebbodens führen. Grenz- oder Klemmkörner, die im Siebgewebe nach der Siebung fest sitzen, lassen sich oft trocken entfernen, indem das Sieb kopfüber mit dem Siebrahmen auf eine Tischfläche leicht aufgeklopft wird. Sollten sich hartnäckige Partikel so nicht lösen, kann auch mit einem feinen Haarpinsel über die Gewebeunterseite gestrichen werden.

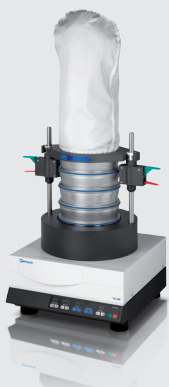


Abb. 18:
Schnelltrockner TG 200

Grobe Gewebe mit Maschenweiten $> 500 \mu\text{m}$ lassen sich gut und effektiv ohne Beschädigungsrisiko mit einer Handwaschbürste mit Kunststoffborsten trocken und nass reinigen. Analysensiebe mit Maschenweiten $< 500 \mu\text{m}$ sollten generell nur in einem **Ultraschall-Reinigungsbad** gesäubert werden. Zur Trocknung von Analysensieben können Labortrockenschränke unterschiedlicher Baugrößen genutzt werden. Vorteilhaft ist es, die Siebe vertikal im Trockenschrank zu platzieren. Die Trocknungstemperatur für Analysensiebe sollte 80°C nicht überschreiten. Bei höheren Temperaturen können sich besonders die feinen Metalldrahtgewebe verziehen, wodurch die Gewebespannung im Siebrahmen nachlässt und das Sieb an Effektivität im Siebprozess verliert. Als besonders vorteilhaft zur Trocknung von Analysensieben bis 200 mm Durchmesser hat sich das **Schnelltrocknungsgerät TG 200** von RETSCH bewährt. Vor der Reinigung und Trocknung sind die Gummi- oder Kunststoffdichtungsringe von den Sieben zu entfernen.

Werden Abweichungen von der Regelmäßigkeit des Gewebes festgestellt, ist das Sieb im Sinne einer Qualitätskontrolle (DIN ISO 9000 ff) nicht mehr brauchbar und muss ersetzt werden.

Fazit

Die Siebanalyse ist nach wie vor eine der bewährtesten Methoden zur Korngrößenbestimmung von Schüttgütern und hat Eingang in viele Normen gefunden. Sie ist einfach in der Durchführung und liefert präzise und reproduzierbare Ergebnisse, wobei die physischen Fraktionen erhalten bleiben. Zudem sind die Investitionskosten deutlich niedriger, als zum Beispiel für optische Analysensysteme. Die große Bandbreite an unterschiedlichen Siebmethoden wird von der Palette an RETSCH Siebmaschinen vollständig abgedeckt, so dass sich für praktisch alle Schüttgüter das jeweils passende Gerät einsetzen lässt. RETSCH Siebmaschinen liefern exakte und reproduzierbare Ergebnisse in kürzester Zeit und erfüllen alle Voraussetzungen für die Prüfmittelüberwachung gemäß DIN EN ISO 9000 ff.

Kompetenzbericht Siebanalytik

Möchten Sie noch mehr über die Analysensiebung erfahren? Dann fordern Sie ein kostenloses Exemplar unseres 50-seitigen Kompetenzberichts per E-Mail an! t.butt@retsch.com

