

Darstellung und Kennzeichnung von Trennungen disperser Güter

Grundlagen

DIN
66 142
Teil 1

Representation and characterization of separations of dispersive materials; fundamentals

Présentation et caractérisation du séparations des matières granulaires; bases

Inhalt

	Seite		Seite
1 Zweck und Anwendungsbereich	1	4.3.5 Kennwerte für die Trennschärfe	11
2 Mitteltende Normen	1	4.4 Reale Dreiguttrennung	14
3 Begriffe	1	4.4.1 Mengenausbringen	14
4 Kennzeichnung von Trennvorgängen	6	4.4.2 Kennwerte für die Austragsgüter	16
4.1 Mengenausbringen	7	4.4.3 Kennwerte für die Trenngrenzen	16
4.2 Ideale Zweiguttrennung	7	4.4.4 Trenngrad, Trenngradkurve	16
4.3 Reale Zweiguttrennung	8	4.4.5 Kennwerte für die Trennschärfe	16
4.3.1 Ermittlung der Mengenausbringen	8	5 Formelzeichen	18
4.3.2 Kennwerte für die Austragsgüter	9	Schrifttum	19
4.3.3 Kennwerte für die Trenngrenze	9	Weitere Normen	19
4.3.4 Trenngrad, Trenngradkurve	10		

1 Zweck und Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Darstellung und Kennzeichnung von Trennungen disperser Güter, unabhängig von der Art des verwendeten Partikelmerkmals (im folgenden kurz Merkmal genannt). Das Merkmal kann unterschiedlich sein, z. B.

bei Klassierungsvorgängen ein Feinheitsmerkmal, wie geometrische Teilchenabmessungen, Sinkgeschwindigkeit usw. (siehe DIN 66141),

bei Sortierungsvorgängen eine stoffspezifische Eigenschaft, wie Dichte usw.

Voraussetzung für die Anwendung ist jedoch, daß die Merkmalswerte nicht diskret, sondern stetig verteilt sind. Das Aufgabegut wird durch den Trennvorgang in zwei oder mehrere Austragsgüter mit unterschiedlichen Merkmalsverteilungen getrennt. Diese werden

bei der Klassierung z. B. Feingut oder Grobgut,

bei der Sortierung z. B. Leichtgut oder Schwergut genannt.

Zur Kennzeichnung von Trennvorgängen werden Merkmalsverteilungen von Aufgabegut und Austragsgütern sowie Mengenausbringen angewendet. Diese Norm behandelt die Grundlagen zur Ermittlung der Trenngrad-Kurven und der üblichen Trenngrenzen- und Trennschärfe-Kennwerte.

Im folgenden wird die Darstellung der Kennzeichnung einer Trennung vorzugsweise am Beispiel der Klassierung erläutert, wobei als Feinheitsmerkmal eine äquivalente Korngröße (äquivalenter Durchmesser d , in dieser Norm $d = x$) gewählt wird. Die Darstellung von Korngrößen-Verteilungen ist in DIN 66141 festgelegt; sie kann auch bei anderen Merkmalen als der Korngröße sinngemäß angewendet werden.

2 Mitteltende Normen

DIN 66141 Darstellung von Korn-(Teilchen-)größenverteilungen; Grundlagen

3 Begriffe

Anmerkung: Zu den nachfolgend aufgeführten, für die Kennzeichnung von Trennvorgängen notwendigen Begriffen sind in den zugehörigen Diagrammen Verteilungsdichte-Kurven dargestellt, in denen die betreffenden Teilmengen bzw. Mengenteile schraffiert sind.

Bei den Formelzeichen in den Diagrammen und Gleichungen werden Aufgabegut, Austragsgüter, Mengenausbringen und Trenngrenzen durch hochgestellte, in Klammern gesetzte Indizes gekennzeichnet, und zwar das Aufgabegut mit (0) und die übrigen Kennwerte von fein nach grob fortlaufend mit (j), (j + 1), (j + 2) usw. Wenn sich Diagramme und Gleichungen auf einheitliche Trennungen beziehen, ist (j) = (1), (j + 1) = (2) usw. gesetzt worden, z. B. $Q^{(1)}$ für $Q^{(j)}$, $Q^{(2)}$ für $Q^{(j+1)}$ oder $Q^{(3)}$ für $Q^{(j+2)}$.

Der tiefgestellte Index r für die Mengenart ($r = 0$: Anzahl, $r = 1$: Länge, $r = 2$: Fläche, $r = 3$: Masse) ist bei den Mengenteilen der Übersichtlichkeit wegen weggelassen worden, weil bei der Beurteilung einer Trennung die Mengenart immer gleich sein muß. Es steht also z. B. $Q^{(0)}(x_B)$ für $Q_r^{(0)}(x_B)$.

3.1 Partikelmerkmal

ist eine Eigenschaft disperser Elemente (Partikel), die eine Ordnung der dispersen Elemente nach diesem Merkmal erlaubt.

Fortsetzung Seite 2 bis 19

Normenausschuß Siebböden und Kornmessung (NASK) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.
Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

3.2 Feinheitmerkmal

ist ein übergeordneter Begriff für unterschiedliche Partikelmerkmale, die ein Maß für die Feinheit eines Partikels darstellen.

3.3 Mengenanteil

ist das Verhältnis des Inhalts einer bestimmten, zusammenhängenden Teilmenge zum Inhalt der Gesamtmenge eines dispersen Gutes.

3.4 Mengenart

ist eine Größe, die zur Kennzeichnung eines Mengeninhaltes dient, z. B. Anzahl, Länge, Fläche, Volumen, Masse.

3.5 Teilung

ist die Zerlegung einer Gutmenge in Teilmengen (Austragsgüter), wobei die Verteilungen der betrachteten Merkmale in den Teilmengen und in der Ausgangsmenge gleich sind (siehe z. B. Bild 1).

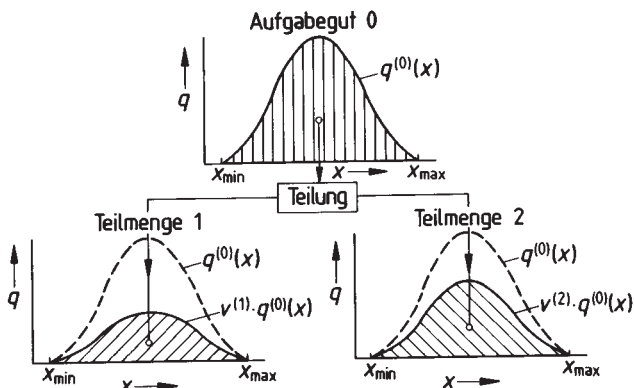


Bild 1. Zweigutteilung

3.6 Trennung

ist die Zerlegung einer Gutmenge in Teilmengen (Austragsgüter), wobei sich die Verteilungen der betrachteten Merkmale in den Teilmengen unterscheiden.

3.7 Zweigutttrennung

ist eine Trennung mit einem Trennschnitt, bei der zwei Austragsgüter anfallen (siehe Bild 2).

$$q^{(0)}(x) = v^{(1)} \cdot q^{(1)}(x) + v^{(2)} \cdot q^{(2)}(x)$$

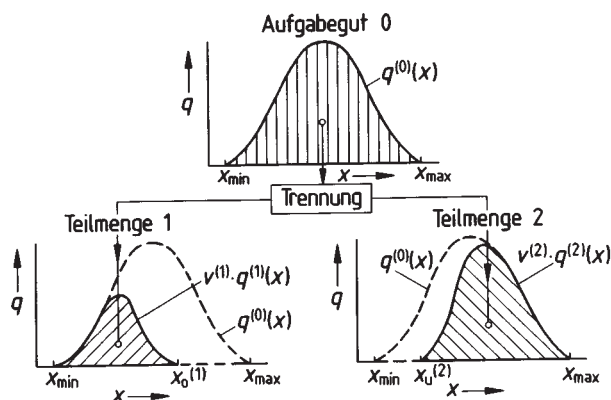


Bild 2. Zweigutttrennung

3.8 Dreigutttrennung

ist eine Trennung mit zwei Trennschnitten, bei der drei Austragsgüter anfallen (siehe Bild 3).

$$q^{(0)}(x) = v^{(1)} \cdot q^{(1)}(x) + v^{(2)} \cdot q^{(2)}(x) + v^{(3)} \cdot q^{(3)}(x)$$

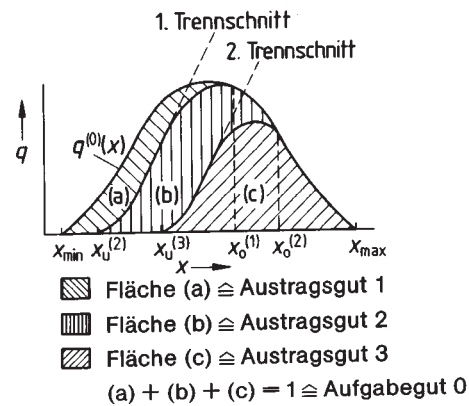


Bild 3. Dreigutttrennung

3.9 Ideale Trennung

ist eine Trennung, bei der sich die Merkmalsverteilungen der Teilmengen nicht überschneiden (siehe Bild 4).

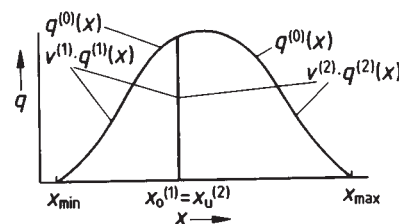


Bild 4. Ideale Trennung

3.10 Reale Trennung

ist eine Trennung, bei der sich die Merkmalsverteilungen der Teilmengen überschneiden (siehe Bild 5).

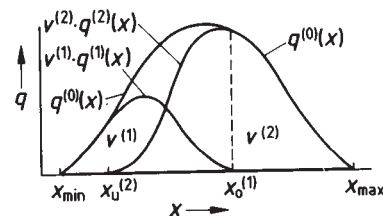


Bild 5. Reale Trennung

3.11 Klassierung

ist eine Trennung nach Feinheitmerkmalen, z. B. Korngröße, Sinkgeschwindigkeit.

3.12 Sortierung

ist eine Trennung nach stofflichen Merkmalen, z. B. Dichte, Farbe, Form, mineralische Zusammensetzung.

3.13 Aufgabegut

ist das einer Trenn-(Teil-)einrichtung zugeführte Gut (siehe Bilder 1 und 2).

3.14 Austragsgut

ist die eine Trenn-(Teil-)einrichtung verlassende Teilmenge (siehe Bilder 1 und 2).

3.15 Feingut (Leichtgut)

ist das j -te Austragsgut des j -ten Trennschnittes eines Klassier-(Sortier-)vorganges (siehe Bild 6).

$$\int_{x_{\min}}^{x_0^{(1)}} q^{(1)}(x) dx = 1, \text{ bzw. } Q^{(1)}(x_0^{(1)}) = 1$$

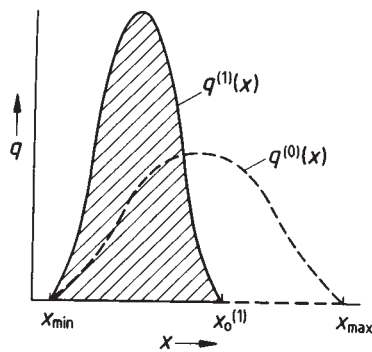


Bild 6. Feingut

3.16 Grobgut (Schwergut)

ist das $(j+1)$ te Austragsgut des j -ten Trennschnittes eines Klassier-(Sortier-)vorganges (siehe Bild 7).

$$\int_{x_u^{(2)}}^{x_{\max}} q^{(2)}(x) dx = 1, \text{ bzw. } Q^{(2)}(x_{\max}) = 1$$

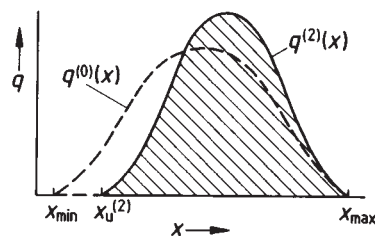


Bild 7. Grobgut

3.17 Fertiggut

ist das Enderzeugnis eines ein- oder mehrstufigen Trenn-(Teil-)vorganges.

3.18 Mengenausbringen $v_r^{(j)}$

ist der Quotient aus der Gesamtmenge bzw. dem Gesamt mengenstrom des j -ten Austragsgutes und der Gesamtmenge bzw. dem Gesamt mengenstrom des Aufgabegutes (siehe Bild 8).

$$v_r^{(j)} = \frac{y_r^{(j)}}{y_r^{(0)}}$$

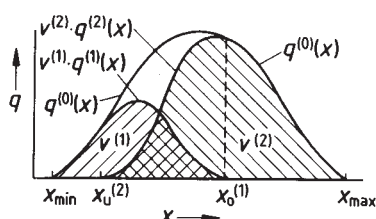


Bild 8. Mengenausbringen

3.19 Masseausbringen $v^{(i)}$ (bei betrieblichen Trennungen)

Masseanteil $v^{(i)}$ (bei analytischen Trennungen)

ist das Mengenausbringen mit der Mengenart Masse ($r=3$).

$$v_3^{(i)} = \frac{m^{(i)}}{m^{(0)}}$$

3.20 Trenngrenze $x_t^{(j)}$

ist ein Merkmalswert, z. B. Trennkorngröße, Trenndichte, im Überschneidungsbereich der Verteilungsdichte-Kurven zweier benachbarter Austragsgüter einer Trennung, der die Lage des j -ten Trennschnittes bezeichnet.

3.21 Median-Trenngrenze $x_T^{(j)}$, auch präparative Trenngrenze, Teilungs-Trenngrenze,

ist der Medianwert der Trennkurve, d. h. die Trenngrenze, bei der die mit dem entsprechenden Massenanteil multiplizierten Verteilungsdichten der Austragsgüter gleich sind; $x_T = x_{50}$ (siehe Bild 9, siehe auch Abschnitt 4.3.3.1 sowie DIN 66142 Teil 2).

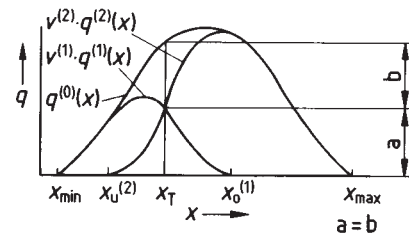
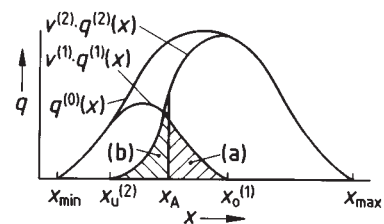


Bild 9. Median-Trenngrenze

3.22 Ausgleichs-Trenngrenze $x_A^{(j)}$, auch analytische Trenngrenze,

ist die Trenngrenze, bei der die Fehlausträge (siehe Abschnitt 3.34) zweier benachbarter Austragsgüter gleich groß sind (siehe Bild 10, siehe auch DIN 66142 Teil 2).

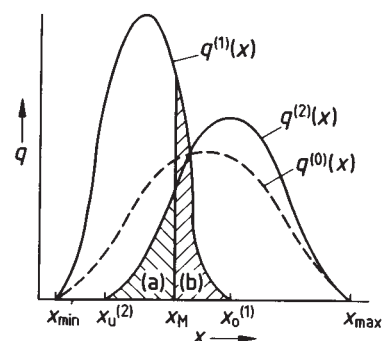


Teilmenge (a) = Teilmenge (b)

Bild 10. Ausgleichs-Trenngrenze

3.23 Überschneidungs-Trenngrenze $x_M^{(j)}$

ist eine Trenngrenze, bei der die Fehlanteile (siehe Abschnitt 3.32) zweier benachbarter Austragsgüter gleich groß sind (siehe Bild 11).



Teilmenge (a) = Teilmenge (b)

Bild 11. Überschneidungs-Trenngrenze

3.24 Trenngrenzen-Abweichung δ

ist die Abweichung der ermittelten Trenngrenze $x_{t, \text{ist}}$ von dem Sollwert der Trenngrenze $x_{t, \text{soll}}$.

$$\delta = x_{t, \text{ist}} - x_{t, \text{soll}}$$

3.25 Bezugs-Merkmalwert x_B

ist ein Merkmalwert, auf den die Kennwerte einer Trennung bezogen werden, z. B. der Sollwert einer Trenngrenze.

3.26 Trennschärfe

ist die Kennzeichnung für den Grad der Übereinstimmung einer realen Trennung mit der idealen Trennung.

3.27 Trenngrad $T^{(j)}$, auch Teilungszahl, Stufenentstaubungsgrad,

ist der beim j -ten Trennschnitt gebildete Quotient aus dem im $(j+1)$ -ten Austragsgut vorhandenen Mengenanteil der unendlich kleinen Merkmalsklasse dx_i und dem im Aufgabegut vorhandenen Mengenanteil derselben Merkmalsklasse dx_i (siehe Bild 12).

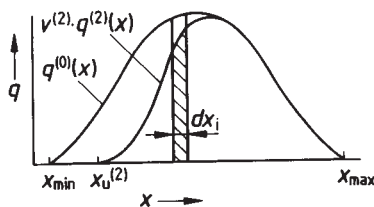


Bild 12. Trenngrad

3.28 Trenngradkurve $T_r^{(j)}(x)$, auch Teilungskurve, Tromp-Kurve, Trennkurve,

ist der Verlauf des Trenngrades in Abhängigkeit von den Merkmalswerten (siehe Bild 13).

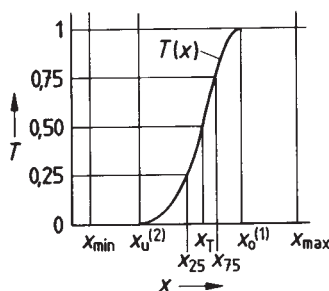


Bild 13. Trenngradkurve

3.29 Normalgut, bei Klassierung auch Normalkorn,

ist das Gut in einem Austragsgut (oberhalb bzw. unterhalb eines Bezugs-Merkmalwertes bzw. zwischen zwei Bezugs-Merkmalwerten), das in dieses Austragsgut gelangen sollte.

3.30 Normalanteil

ist der Mengenanteil des Normalgutes im zugehörigen Austragsgut, z. B. Normalanteil im Feingut (Feines im Feingut) (siehe Bild 14).

oder
Normalanteil im Grobgut (Grobes im Grobgut) (siehe Bild 15).

$$\int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(2)}(x) dx$$

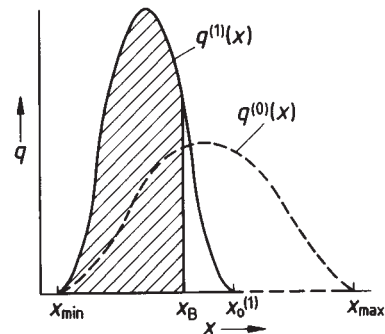


Bild 14. Normalanteil im Feingut

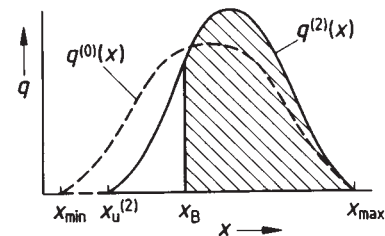


Bild 15. Normalanteil im Grobgut

3.31 Fehlgut, bei Klassierung auch Fehlkorn,

ist der Anteil eines Austragsgutes unterhalb bzw. oberhalb eines Bezugs-Merkmalwertes, der nicht in dieses Austragsgut gelangen sollte, z. B. Überkorn (grobes Fehlgut) oder Unterkorn (feines Fehlgut).

3.32 Fehlanteil

ist der Mengenanteil des Fehlgutes im zugehörigen Austragsgut, z. B. Fehlanteil im Feingut (Grobes im Feingut) (siehe Bild 16).

$$\int_{x_B}^{x_{0^{(1)}}} q^{(1)}(x) dx$$

oder
Fehlanteil im Grobgut (Feines im Grobgut) (siehe Bild 17).

$$\int_{x_{U^{(2)}}}^{x_B} q^{(2)}(x) dx$$

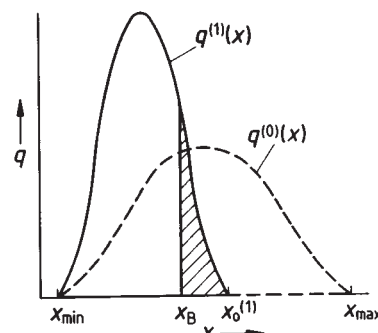


Bild 16. Fehlanteil im Feingut

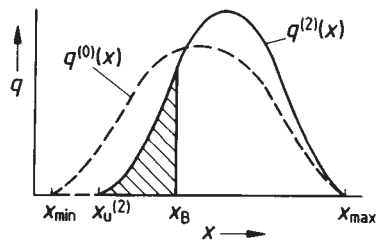


Bild 17. Fehlastrag im Grobgut

3.33 Normalaustrag

ist der mit dem betreffenden Mengenausbringen (siehe Abschnitt 3.18) multiplizierte Normalanteil (siehe Abschnitt 3.30), z. B. Normalaustrag im Feingut (siehe Bild 18).

$$v^{(1)} \cdot \int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(1)}(x) dx$$

oder

Normalaustrag im Grobgut (siehe Bild 19).

$$v^{(2)} \cdot \int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(2)}(x) dx$$

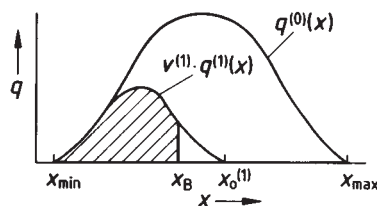


Bild 18. Normalaustrag im Feingut

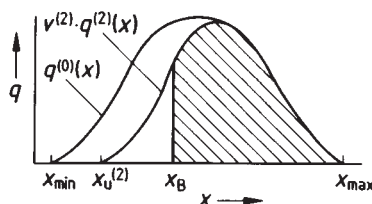


Bild 19. Normalaustrag im Grobgut

3.34 Fehlastrag

ist der mit dem betreffenden Mengenausbringen (siehe Abschnitt 3.18) multiplizierte Fehlastrag (siehe Abschnitt 3.31), z. B. Fehlastrag im Feingut.

$$v^{(1)} \cdot \int_{x_B}^{x_0^{(1)}} q^{(1)}(x) dx$$

(siehe Bild 20) oder

Fehlastrag im Grobgut

$$v^{(2)} \cdot \int_{x_u^{(2)}}^{x_B} q^{(2)}(x) dx$$

(siehe Bild 21).

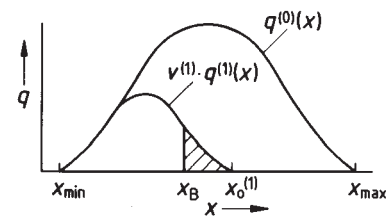


Bild 20. Fehlastrag im Feingut

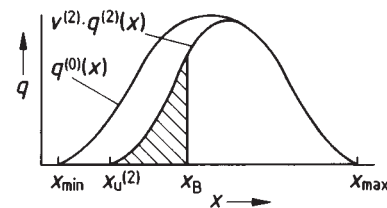


Bild 21. Fehlastrag im Grobgut

3.35 Feinausbringen $K_{A,f}(x_B)$

ist der Quotient aus dem Normalaustrag im Feingut (siehe Abschnitt 3.33) und dem im Aufgabegut vorhandenen Mengenananteil unterhalb des gleichen Bezugs-Merkmalwertes x_B (siehe Bild 22).

$$K_{A,f}(x_B) = \frac{v^{(1)} \cdot \int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(1)}(x) dx}{\int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(0)}(x) dx}$$

$$K_{A,f}(x_B) = \frac{\text{Teilmenge (a)}}{\text{Teilmenge (A)}}$$

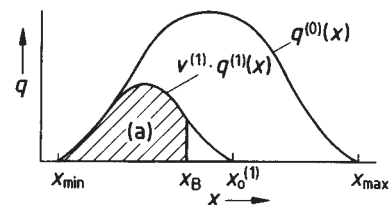


Bild 22. Feinausbringen

3.36 Grobausbringen $K_{A,g}(x_B)$

ist der Quotient aus dem Normalaustrag im Grobgut (siehe Abschnitt 3.33) und dem im Aufgabegut vorhandenen Mengenananteil oberhalb des gleichen Bezugs-Merkmalwertes x_B (siehe Bild 23).

$$K_{A,g}(x_B) = \frac{v^{(2)} \cdot \int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(2)}(x) dx}{\int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(0)}(x) dx}$$

$$K_{A,g}(x_B) = \frac{\text{Teilmenge (b)}}{\text{Teilmenge (B)}}$$

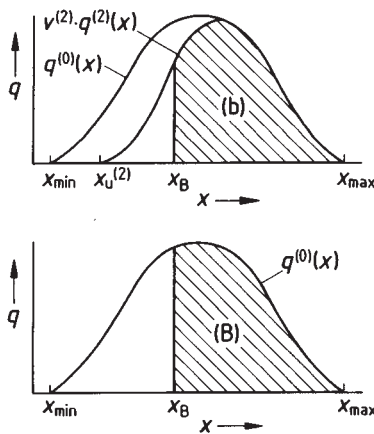


Bild 23. Grobausbringen

3.37 Feinverbleib, Kennwert $K_{V,f}(x_B)$

ist der Quotient aus dem Fehlaustrag im Grobgut (siehe Abschnitt 3.34) und dem im Aufgabegut vorhandenen Mengenanteil unterhalb des gleichen Bezugs-Merkmalwertes x_B (siehe Bild 24).

$$K_{V,f}(x_B) = \frac{v^{(2)} \cdot \int_{x_u^{(2)}}^{x_B} q^{(2)}(x) dx}{\int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(0)}(x) dx}$$

$$K_{V,f}(x_B) = \frac{\text{Teilmenge (a')}}{\text{Teilmenge (A)}}$$

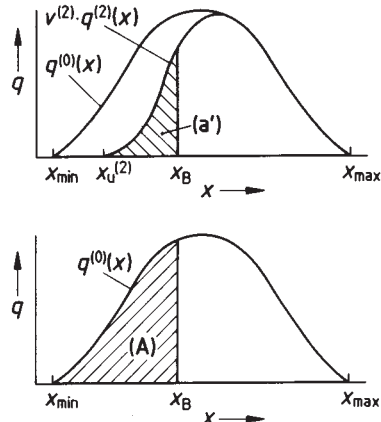


Bild 24. Feinverbleib

3.38 Grobverbleib $K_{V,g}(x_B)$

ist der Quotient aus dem Fehlaustrag im Feingut (siehe Abschnitt 3.34) und dem im Aufgabegut vorhandenen Mengenanteil oberhalb des gleichen Bezugs-Merkmalwertes x_B (siehe Bild 25).

$$K_{V,g}(x_B) = \frac{v^{(1)} \cdot \int_{x_B}^{x_o^{(1)}} q^{(1)}(x) dx}{\int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(0)}(x) dx}$$

$$K_{V,g}(x_B) = \frac{\text{Teilmenge (b')}}{\text{Teilmenge (B)}}$$

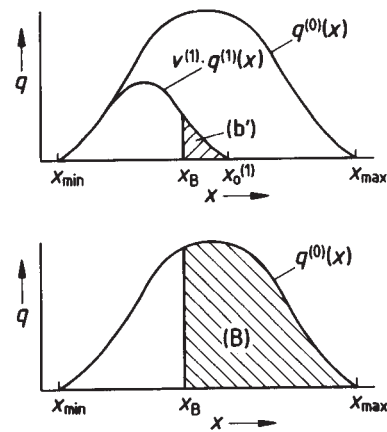


Bild 25. Grobverbleib

3.39 Anreicherungsgrad $K_N(x_B)$

ist der Quotient aus der erreichten Zunahme an Normalaustrag (siehe Abschnitt 3.33) und der theoretisch möglichen Zunahme an Normalaustrag in diesen Gütern (siehe Bild 26).

$$K_N(x_B) = \frac{v^{(1)} \cdot \left(\int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(1)}(x) dx - \int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(0)}(x) dx \right)}{1 - v^{(1)} \cdot \int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(0)}(x) dx - v^{(2)} \cdot \int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(0)}(x) dx} + \frac{v^{(2)} \cdot \left(\int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(2)}(x) dx - \int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(0)}(x) dx \right)}{1 - v^{(1)} \cdot \int_{x_{\min}}^{x_B} q^{(0)}(x) dx - v^{(2)} \cdot \int_{x_B}^{x_{\max}} q^{(0)}(x) dx}$$

$$K_N(x_B) = \frac{\text{Teilmengen (a) + (b)}}{\text{Teilmengen (A) + (B)}} \quad (\text{siehe Bild 26})$$

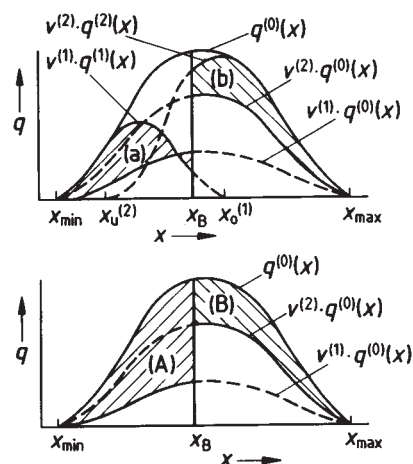


Bild 26. Anreicherungsgrad

4 Kennzeichnung von Trennvorgängen

Ein Aufgabegut kann in zwei, drei oder mehr Austragsgüter getrennt werden. Diese Trennungen können theoretisch „ideal“, jedoch tatsächlich nur „real“ ablaufen. Zur Kennzeichnung von Trennungen können Angaben