

Die im Bild 5 dargestellten spezifischen Investitionen lassen erkennen, daß bezüglich dieser Kennziffer die mobile Mechanisierungslösung mit dem Einträger-Brückenkran bei  $SH = 8,4\text{m}$  vergleichbar ist. Größere Systemhöhen führen dazu, daß der Einträger-Brückenkran geringere spezifische Investitionen verursacht.

#### 4. Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen zum Raumnutzungsgrad zeigen sehr anschaulich, daß es zweckmäßiger ist, Lagerhallen im Systembreitenbereich  $SB = 18,0 \dots 24,0\text{m}$  mit Querdurchfahrten zu projektieren. Dabei sollte einer Systemlänge  $SL \leq 72\text{m}$  eine Durchfahrt zugeordnet werden. Die Ergebnisse zu den Aufwandskennziffern lassen als erste Schlußfolgerung zu, daß im Fall des Neubaus von Lagerhallen für Trockenfuttermittel und Komponenten mit der Mechanisierungslösung Einträger-Brückenkran eine Systemhöhe von mindestens  $8,4\text{m}$  vorgesehen werden sollte. Bisherige Anlagen sind mit einer Systemhöhe  $SH = 7,2\text{m}$  gebaut worden, in denen eine Schütthöhe von nur  $3,55\text{m}$  erreichbar ist. Damit ist diese Lösung jedoch der mobilen Mechanisierungslösung deutlich unterlegen. Die Ergebnisse zeigen auch, daß bei den untersuchten Mechanisierungslösungen größere Systemlängen zu niedrigeren spezifischen Aufwandskennziffern führen. Grenzen, die sich diesbezüglich aus den Anforderungen an den Brandschutz ergeben, wurden hier unberücksichtigt gelassen.

In die begonnenen Untersuchungen müssen weitere Aufwandskennziffern, wie z. B. der tatsächliche spezifische Leistungsbedarf, der AKh-Aufwand/ $\text{m}^3$  Lagergut und die Verfahrenskosten/ $\text{m}^3$  Lagergut einbezogen werden. Hiermit lassen sich die Aussagen zu den Mechanisierungslösungen weiter präzisieren. Die Entwicklung neuer ausrüstungstechnischer Lösungen für Lagereinrichtungen erfordert außerdem, weitere Mechanisierungslösungen und auch andere Gebäudeformen in die Betrachtungen einzubeziehen.

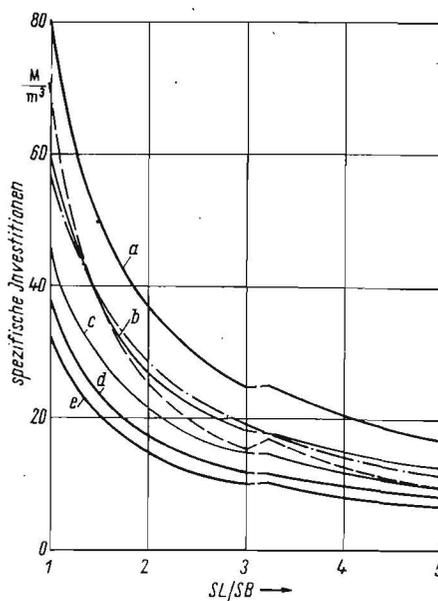


Bild 5. Spezifische Investitionen in Abhängigkeit von den Systemmaßen der Lagerhalle bei mobiler und stationärer Mechanisierung; Zeichenerklärung s. Bild 3

Die Untersuchungsergebnisse berücksichtigen nur die Mechanisierung der Lagerhalle. Kennziffern zum Lagergebäude wurden nicht untersucht. Endgültige Aussagen über die Eignung einer Mechanisierungslösung für Lagereinrichtungen für Trockenfuttermittel und Komponenten lassen sich jedoch nur unter Beachtung der wechselseitigen Beeinflussung von Bau und Ausrüstung ableiten. Es ist deshalb erforderlich, auch die bauliche Lösung stärker in die Untersuchungen einzubeziehen.

#### 5. Zusammenfassung

Je eine mobile und stationäre Mechanisierungslösung wird hinsichtlich des Raumnutzungsgrades und bestimmter spezifischer Aufwandskennziffern verglichen. Die Kennzahlen wer-

den als Funktion der Systemmaße (Länge, Breite, Höhe) der Gebäudehülle dargestellt. Die Untersuchungen zeigen, daß

- durch Anordnung von Querdurchfahrten in Lagerhallen höhere Raumnutzungsgrade möglich sind
- bei der Mechanisierungslösung mit Einträger-Brückenkran die Systemhöhe der Halle mindestens  $8,4\text{m}$  betragen sollte
- mit zunehmender Systemlänge der Lagerhalle bei den betrachteten Mechanisierungslösungen niedrigere Aufwandskennziffern erreicht werden.

Bei fortzusetzenden Untersuchungen werden weitere Aufwandskennziffern, Mechanisierungslösungen und Gebäudeformen einbezogen.

#### Literatur

- [1] Günther, W.; Wulff, H.: Bautechnische Analyse mit ökonomischen Vergleichen von Schüttgutlagerhallen für Teilfertig- und Fertigfuttermittel sowie für Komponenten (Ergänzung). Bauakademie der DDR, Institut für Landwirtschaftliche Bauten Berlin, 1978 (unveröffentlicht).
- [2] Müller, K.; Krafzig, A.; Schrader, A.: Verfahren der Lagerhaltung von Trockenfuttermitteln und Teilfertigfuttermitteln auf der Basis vorhandener baulicher Lösungen und Mechanisierungsmittel. Institut für Futterproduktion Paulinenaue 1978 (unveröffentlicht).
- [3] Preiskalkulation zum Projekt Pelletendlager der GFA Eldena, VEB LTA Schwerin 1977 (unveröffentlicht).
- [4] Projektierungskatalog des VEB TAP Leipzig, 1978.
- [5] Anordnung Nr. 1 zur Änderung der Arbeits- und Brandschutzanordnung 105/3. GBl. Teil II, Nr. 62, vom 18. Aug. 1971.

A 2905

## Versuchsergebnisse zur Minderung der Staubbelastung beim Transport von Stroh-Konzentrat-Gemischen

Dipl.-Ing. B. Saß, KDT

#### Verwendete Formelzeichen

AA	%	Abriebanteil im Haufwerk
h	mm	Übergabehöhe
R		Korrelationskoeffizient
S	Teilchen/ $\text{cm}^3$ ; $\text{mg}/\text{cm}^3$	Staubkonzentration
s	mm	Rutschenlänge
t	min	Zeit
$v_1; v_{GBF1}$	m/s	Geschwindigkeit des zuführenden Bandes
$v_2; v_{GBF2}$	m/s	Geschwindigkeit des abführenden Bandes
$v_E; v_{Ex}; v_{Ey}$	m/s	Gutgeschwindigkeit

(-komponenten) am  
Ende der Rutsche  
Übergabewinkel  
 $\beta$   
 $\Theta$  Rutschenanstellwinkel

#### 1. Problemstellung

Der Einsatz von kompaktierten, besonders von pelletierten Stroh-Konzentrat-Gemischen wird aus fütterungstechnischen und lagerhaltungsstrategischen Gründen auch zukünftig eine wichtige Rolle spielen.

Bestehende Strohaufbereitungsanlagen weisen eine Reihe von Defekten auf. Deshalb sind für

neu zu errichtende und für bestehende Anlagen und deren Rekonstruktion Forschungsaufgaben zur verbesserten Gestaltung der technologischen und technischen Prozesse sowie zur Beseitigung ergonomischer Defektstellen unbedingt zu lösen. Sie betreffen primär Verbesserungen der Hauptprozesse bezüglich Energie- und Materialeinsatz sowie die Erhöhung und bessere Auslastung des Nährstoffgehalts der Stroh-Konzentrat-Gemische.

Aber auch angrenzende Hilfsprozesse, wie es vor- und nachgelagerte Transport-, Umschlag-



und Lagerprozesse darstellen, sind weiter zu durchdringen. Bei allen Betrachtungen muß die Einhaltung der Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzanordnungen gefordert werden. In Strohaufbereitungsanlagen hat die Verhinderung des Überschreitens zulässiger maximaler Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK) von Stäuben eine entscheidende Bedeutung.

Der stationäre Transport von Pellets erfolgt vorwiegend mit Gurtbandförderern. Sie haben den Vorteil einer gutschonenden und umweltfreundlichen Gutweiterleitung. Defekte sind an den Auf- und Abgabestellen möglich. Hier tritt eine erhöhte mechanische Belastung auf, und durch Verwirbelungen des Gut- und angrenzenden Luftstroms entsteht Staub. In noch stärkerem Maß trifft dies für den stationären Transport loser Mischungen zu. Von der Bezirksinspektion für Gesundheitsschutz in den Betrieben (BIG) Potsdam durchgeführte Messungen in Strohaufbereitungsanlagen ergaben unzulässig hohe MAK-Werte [1].

Im vorliegenden Beitrag werden einige Aspekte der Staubminderung durch Reduzieren der Staubentstehung anhand durchgeführter Laboruntersuchungen mit Gurtbandförderern vorgestellt und Hinweise für die Anwendung gegeben. Ziel der Untersuchungen war das Erreichen einer maximalen Staubminderung bei material- und kostengünstiger Gestaltung der Übergabestellen.

## 2. Stand der Erkenntnisse

### 2.1. Staubminderung

Messungen haben ergeben, daß die Staubkonzentrationen in Anlagen zur Herstellung von Stroh-Konzentrat-Gemischen sehr hoch sind und häufig die zulässigen MAK-Werte nach den Standards TGL 22311 und TGL 32601/01 überschreiten.

In der Bewertung der vorliegenden Stäube wird von der durch die BIG Potsdam vorgenommenen Einordnung in die Gruppe 5 (nichttoxische Stäube ohne kristallines SiO<sub>2</sub>) ausgegangen, d. h. MAK<sub>D</sub> = 10 mg/m<sup>3</sup> bzw. MAK<sub>P</sub> = 800 Teil-

chen/cm<sup>3</sup> oder MAK<sub>K</sub> = 1500 Teilchen/cm<sup>3</sup>. Wormanns [1] gibt folgende ermittelte Werte an:

- für grobe Stäube 0,6 bis 25,5 mg/m<sup>3</sup>
- für feine Stäube 0,03 bis 1,26 mg/m<sup>3</sup>.

Saß [2] hat Werte im Bereich von 400 bis 3 000 Teilchen/cm<sup>3</sup> gemessen. Beim Transport von kompaktierten und losen Stroh-Konzentrat-Gemischen mit Gurtbandförderern ist die Übergabestelle die intensivste Staubquelle. Die Staubentwicklung über der Bandlänge in den Bereichen zwischen den Übergabestellen ist vernachlässigbar klein.

Folgende vier Maßnahmen der Staubminderung lassen sich voneinander abgrenzen, wobei die ersten drei Maßnahmen zur Beseitigung des vorhandenen Staubes (Bekämpfung der Auswirkungen) beitragen und die vierte Maßnahme die Ursachen für die Staubentstehung (Bekämpfung der Ursachen) beeinflusst:

#### 2.1.1. Einhausen, Abdecken der gesamten Anlage oder Verwendung entsprechender Förderprinzipie (z. B. Becherwerk, Trogkettenförderer, Schneckenförderer)

Bei völligem Einhausen der Anlagen werden gute Ergebnisse erreicht, und für den betrachteten Gurtbandförderer T 430 stellt der VEB Landmaschinenbau Falkensee entsprechende Abdeckungen zur Verfügung. Als Nachteile sind die hohe Materialintensität, der Raumbedarf, der Preis sowie Probleme bei notwendigen Reparaturen anzusehen. Besonders der Materialverbrauch und der in Tierproduktionsanlagen und Lagern zur Verfügung stehende Einbaureichweite setzen Grenzen. Die o. g. umweltfreundlichen Förderprinzipie sind aufgrund der auftretenden hohen Gutbelastung und der damit verbundenen Abriebentstehung nicht geeignet.

#### 2.1.2. Niederschlagen des Staubes (z. B. Besprühen)

Bewetterungsmaßnahmen, die u. a. in Bergwerken zur Anwendung kommen, wie Benetzen des Fördergutes und/oder des Fördergur-

tes, Besprühen der Staubquelle mit Wasser oder chemischen Bindemitteln, sind für Stroh-Konzentrat-Gemische aufgrund der hygroskopischen Eigenschaften des Gutes nicht anwendbar.

#### 2.1.3. Absaugen des entstehenden Staubes an der Staubquelle

Das Absaugen an der Staubquelle ist das in der Industrie meistgenutzte Verfahren. Es wird vorrangig an lokal begrenzten Staubquellen (Schleifmaschinen, Rüttelmaschinen, Übergabestellen stationärer Fördermittel) eingesetzt und ist für die vorliegende Problematik geeignet. Zu beachten sind folgende Nachteile:

- Staubabscheidung und auftretende Belastung der Umwelt (in Strohpelletieranlagen gegenwärtig ein großes Problem)
- zusätzlicher Energieaufwand und Platzbedarf
- zusätzliche Lärmbelastung.

#### 2.1.4. Verhinderung der Staubentstehung durch Auswahl geeigneter Betriebs- und Konstruktionsparameter bei der Gestaltung der Staubquelle

Diese Methode basiert auf einer Optimierung der Betriebs- und Konstruktionsparameter aus staubtechnischer Sicht unter Beachtung anderer Einflüsse (Gutbelastung, Einbauvorschriften, Platz- und Materialbedarf) zur Verringerung der Staubentstehung und erfordert ein großes Verantwortungsgefühl des Projektanten. Nach Füll und Scherping [3] ist die Staubminderung durch Beeinflussung der Staubentstehung nach Pkt. 2.1.4. ökonomischer als die Beseitigung des vorhandenen Staubes. Auch wenn eine oder mehrere Maßnahmen nach 2.1.1. bis 2.1.3. angewendet werden, ist parallel dazu Maßnahme 2.1.4. zu berücksichtigen, um den Aufwand für die erstgenannten Maßnahmen zu verringern.

In den zur Verringerung der Staubentstehung durchgeführten Untersuchungen wurden die Parameter

- Übergabehöhe ( $h = 40 \dots 140 \text{ cm}$ )
- Bandgeschwindigkeit ( $v = 0,8 \dots 1,8 \text{ m/s}$ )
- Übergabewinkel ( $\beta = 0 \dots 90^\circ$ )

sowie der Einsatz einer Rutsche in Verbindung mit Durchsatz und Abriebanteil analysiert.

### 2.2. Staubmessung

Stäube sind Aerosole. Feste kleine Körper (Teilchen) befinden sich im Trägermedium Luft. Die Teilchenanzahl bzw. die Masse je Volumeneinheit Luft sind Kennwerte der Staubkonzentration, die in den Standards TGL 22311 und TGL 32601/01 fixiert wurden. Weitere Meßgrößen, z. B. die Bestimmung der Masse des Absetzstaubes, das Lichtabsorptionsvermögen u. a., sind bekannt, werden aber national und international wenig berücksichtigt. Verknüpft mit Kenntnissen über den Einfluß der Stäube auf den menschlichen Organismus (fibrogen, toxisch, kanzerogen, allergisierend u. a.) sind maximale Arbeitsplatzkonzentrationen für Kurzzeit- und Langzeitbelastungen festgelegt. Zur Charakterisierung nichttoxischer Stäube werden vorrangig Teilchen mit einem Durchmesser unter 5 µm herangezogen, da diese in die Alveolen gelangen und sich dort entsprechend der Alveolardisposition festsetzen und zu Schädigungen führen können. Staubteilchen mit einem Korndurchmesser > 5 µm belasten primär die oberen Atemwege. Ausgehend von diesen Erkenntnissen kamen für die Laboruntersuchungen folgende Meßverfahren zur Anwendung (vgl. Tafel 1):

Tafel 1. Angewendete Meßverfahren

Meßgerät/ Meßverfahren	Meßgröße	Meßzeit	Teilchen- größe	Hilfs- mittel	Fehler- quellen
Konimeter (koni- metrisch)	10 Teilchen/cm <sup>3</sup>	Moment	≤ 5 µm	Projek- tions- ein- richtung	Auszählen
SPG 10 (gravi- metrisch)	mg/m <sup>3</sup>	30 min	klassiert ≤ 5 µm > 5 µm	Waage	Bedienfehler Waagefehler
Filterver- fahren (gravi- metrisch)	mg/m <sup>3</sup>	Dauer	abhängig vom Filter	Vakuum- pumpe, Volumen- strom- regler, Waageein- richtung	Nebenluft, Filter- fehler, Waagefehler
Absetzver- fahren (gravi- metrisch)	mg/cm <sup>2</sup> · h	Dauer	nicht klassiert, abhängig von Meß- zeit und Sinkge- schwindig- keit der Teilchen	Waage	Waagefehler

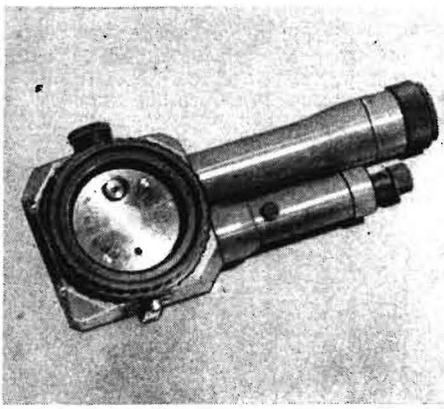


Bild 1. Konimeter 10

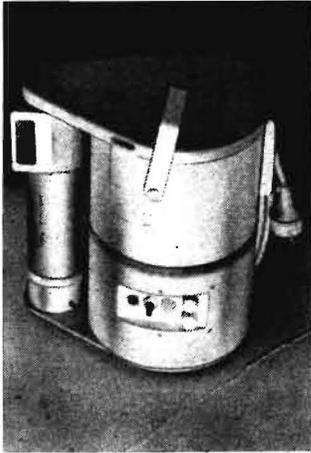


Bild 2. Staubprüfgerät SPG 10



Bild 3. Meßkopf mit Filter

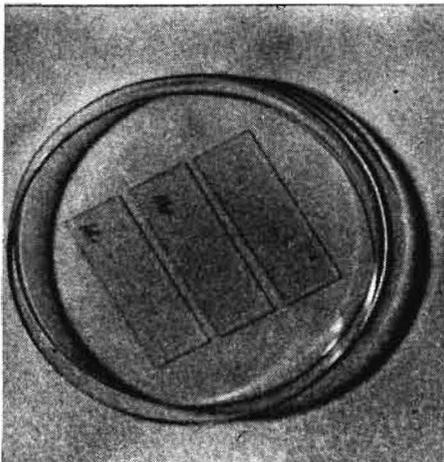


Bild 4. Behältnis mit Meßgläschen

- Konimetermessung mit dem Konimeter 10 (Bild 1)
- Masse-Volumen-Bestimmung mit dem Gravimeter SPG 10 (Bild 2)
- Masse-Volumen-Bestimmung nach dem Filterverfahren (Bild 3)
- Bestimmung des Absetzstaubes je Zeit und Fläche (Bild 4).

### 3. Versuchsbedingungen

#### 3.1. Zielstellung

Folgende Ziele wurden angestrebt:

- quantitative Aussagen zur Staubentstehung in Abhängigkeit von den Parametern  $h$ ,  $v$ ,  $\beta$
- Quantifizierung des Einflusses einer Übergaberutsche auf die Staubentwicklung
- Bestimmung des Einflusses der Abriebmenge im Fördergut auf die Staubentstehung
- Ableiten von Aussagen zur „staubarmen“ Projektierung
- Bewerten der angewendeten Staubmeßverfahren.

#### 3.2. Versuchsdurchführung

Das Versuchsgut wurde in einem geschlossenen Kreislauf unter konstanten Bedingungen transportiert (Bild 5). Die Messungen erfolgten in einer staubdichten Kabine an der veränderlichen Übergabestelle von GBF 1 nach GBF 2. Der durch Untersuchungen der Raumströmungsverhältnisse an der Übergabestelle bestimmte Meßort (vgl. Bild 6) wurde konstant gehalten. Zusätzlich durchgeführte zeitgleiche Probenahmen an verschiedenen Punkten im Übergabebereich (Bild 7) bestätigten die im Bild 6 erkennbaren diffus verteilten Staubkonzentrationen.

Aus Kapazitätsgründen mußte nach eingehender Analyse des zeitlichen Verhaltens der Staubentstehung (Bild 8) eine von der Prüfvorschrift abweichende Meßzeit von 7,5 min für alle Versuche festgelegt werden. Bei allen Staubmeßverfahren wird die Staubkonzentration nach einem raschen Anstieg nach 5 min annähernd konstant.

In allen Versuchen wurde das in Tafel 2 charakterisierte Gut verwendet. Da ein Haufwerk aus Pellets und Abrieb keine annähernd konstanten Versuchsbedingungen (Abriebanteil) über der Versuchszeit zuläßt, wurde nur Abrieb verwendet. Bezugsgröße war ein Durchsatz von 10 t/h. Die Staubbelastung in der Meßkabine und die Einflüsse der Umgebungsluft wurden festgestellt und berücksichtigt.

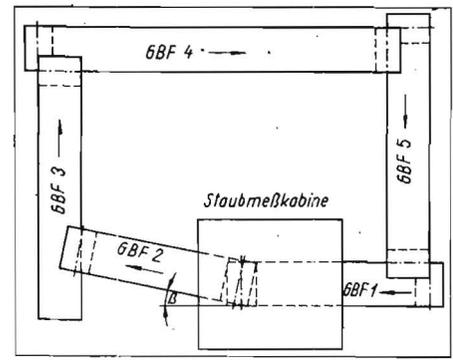


Bild 5. Geschlossene Förderstrecke für die Staubmessung; GBF Gurtbandförderer

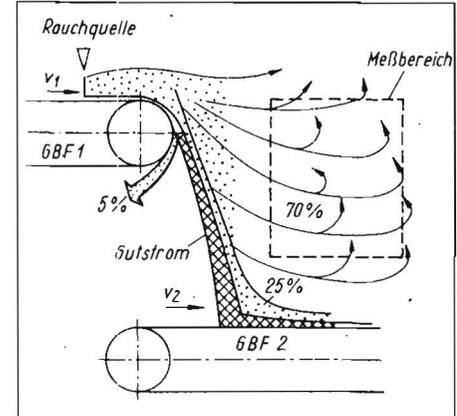


Bild 6. Raumströmung im Meßstellenbereich

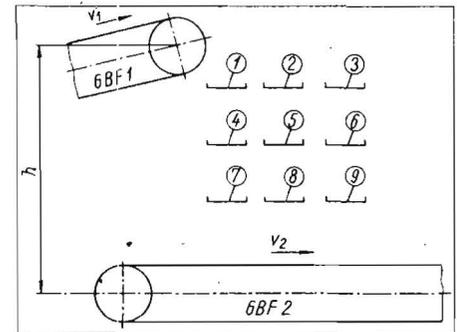


Bild 7. Anordnung der Meßpunkte 1 bis 9 für die Versuche zur Bestimmung der Staubverteilung im Meßraum

Tafel 2. Stoffkenngrößen des verwendeten Versuchsgutes

Eigenschaften	Versuchsgut I	Versuchsgut II
mittlerer Durchmesser $d_p$	23,9 mm	24,0 mm
Durchmesserbereich	20 ... 26 mm	20 ... 26 mm
mittlere Länge $l_p$	15,5 mm	23,0 mm
Trockensubstanzgehalt TS		
Pellets	89,1 %	94,8 %
Abrieb	89,8 %	
Alter	1,5 Monate	2 Monate
radiale Druckfestigkeit $p_r$	215 N/cm <sup>2</sup> ( $d_p = 20$ mm) 158 N/cm <sup>2</sup> ( $d_p = 22$ mm) 96 N/cm <sup>2</sup> ( $d_p = 24$ mm) 42 N/cm <sup>2</sup> ( $d_p = 26$ mm)	143,2 N/cm <sup>2</sup>
Abriebfestigkeit AF	77,2 %	70 %
Rezeptur	60 % Weizen- und Roggenstroh 40 % Harnstoff, feucht aufgeschlossenes Getreide (Hafer, Gerste, Mais)	50 % Gerstenstroh 25 % Getreide 25 % Trockenschnitzel

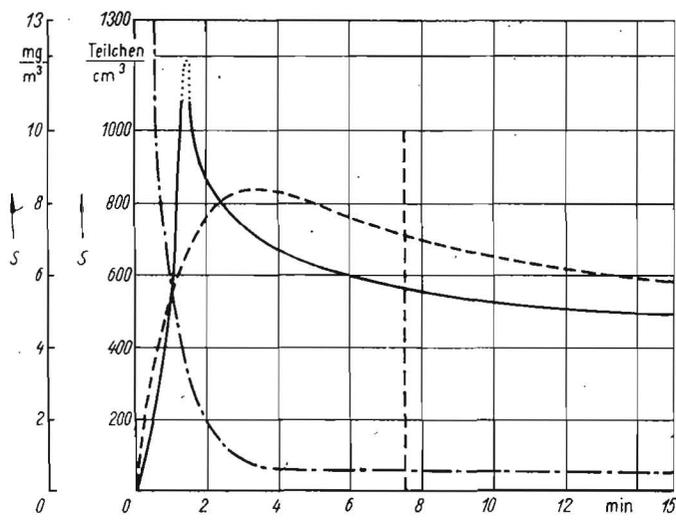


Bild 8. Staubentwicklung als Funktion der Versuchsdauer;  
 - - - - - Konimeter 10  
 — Staubprüfgerät SPG 10 (Grobstaub)  
 - · - · - Staubprüfgerät SPG 10 (Feinstaub)

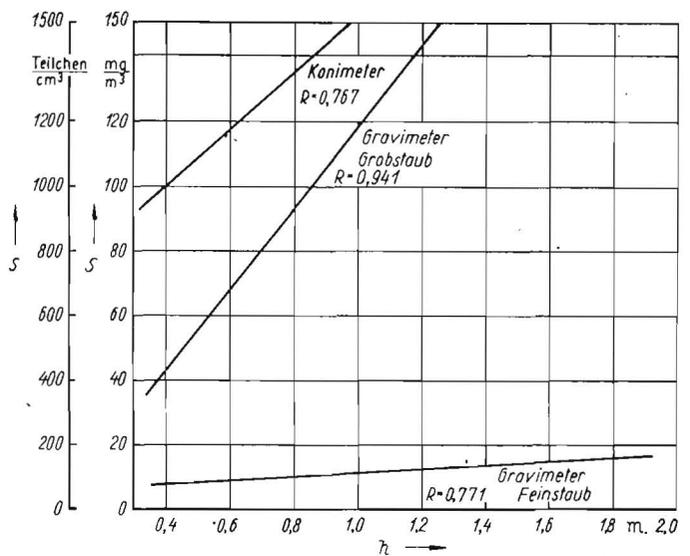


Bild 9. Staubentwicklung als Funktion der Übergabehöhe

#### 4. Ergebnisse und Auswertung

##### 4.1. Vergleich der verwendeten Meßmethoden

Die bei allen Meßverfahren ermittelten funktionellen Abhängigkeiten der Staubentwicklung von den veränderlichen Parametern zeigen tendenziell gleiche Verläufe. Für weitere Untersuchungen werden die Ergebnisse der Konimetermessung und der Gravimetermessung herangezogen, da sie am gebräuchlichsten in der Anwendung sind und die besten Ergebnisse bringen. Die Filtermeßmethode ist anwendbar und liefert gute Ergebnisse. Das Absetzverfahren läßt bei den vorliegenden kleinen Meßzeiten aufgrund der geringen Sinkgeschwindigkeit kleinster Teilchen keine ausreichend genaue Aussagen zu.

##### 4.2. Staubentstehung

Der verwendete Abrieb und der gewonnene Staub wurden klassiert (Tafel 3). Folgende Aussagen werden abgeleitet:

- Das Verhältnis von Feinstaub zu Grobstaub ist sehr klein. Der untersuchte Abrieb enthält bei angenommener Gleichverteilung im Korngrößenbereich von 0 bis 62  $\mu\text{m}$  0,0073 % Feinstaub und Kolloidstaub (0...5  $\mu\text{m}$ ) sowie 0,4651 % Grobstaub (> 5  $\mu\text{m}$ ). Nach 7,5 min liegt eine Verteilung von 0,0000 % Feinstaub und 0,1437 % Grobstaub vor. Diese Größenverteilung erklärt das Feinstaub-Grobstaub-Verhältnis von durchschnittlich 1:6,1 bei allen durchgeführten Messungen mit dem SPG 10. Im Normalfall beträgt das Verhältnis Feinstaub zu Grobstaub 1:3 bis 1:10 [4]. Ähnliche Aussagen sind in [1] enthalten.
- Es sind Untersuchungen zur gesundheitsschädigenden Wirkung des Staubes durchzuführen. Alle versuchsdurchführenden Personen waren schon nach kurzer Zeit von Hautausschlag oder sehr starken Reizungen der oberen Atemorgane (Nase, Rachen und Luftröhre) betroffen.
- Der Abriebanteil wird mit fortlaufender Belastung „entstaubt“ (Tafel 3). Das beweist auch die im Bild 8 dargestellte Staubabnahme über der Versuchsdauer.

Tafel 3. Verteilung der Masseanteile im Abrieb und im Staub nach der Korngröße

Korngröße $\mu\text{m}$	Abrieb original %	Abrieb nach 7,5 min %	gewonnener Grobstaub %
0...62	0,09	0,00	21,12
62...71	0,05	0,00	9,50
71...80	0,23	0,02	51,79
80...125	0,10	0,12	17,47
>125	99,56	99,86	0,02

##### 4.3. Einfluß der untersuchten Parameter auf die Staubentstehung

Für die Parameter Übergabehöhe, Bandgeschwindigkeit und Abriebanteil ergibt sich für alle Meßverfahren eine Zunahme der Staubentstehung (vgl. Bilder 9, 10 und 11). Ursache ist die unterschiedliche Durchwirbelung des Gutstroms mit den angrenzenden Luftschichten aufgrund der Flugbahn und der auftretenden höheren Geschwindigkeiten bei größeren Einstellgrößen.

Ein Einfluß des Übergabewinkels ist nicht eindeutig erkennbar (Bild 12), da die Korrelationskoeffizienten keine signifikante Aussage gestatten.

Beim Auftreten hoher Staubkonzentrationen können Maßnahmen zur Senkung des Staubgehalts eingeleitet werden. Nach den ermittelten Meßergebnissen kann eine Senkung z. B. um 1000 Teilchen/cm<sup>3</sup> durch Änderung der Parameter in folgender Größenordnung erfolgen:

- Verringern der Bandgeschwindigkeit um rd. 0,9 m/s
- Verringern der Übergabehöhe um rd. 1,0 m
- Verringerung des Abriebanteils im Haufwerk um rd. 9 % [5].

Die praktische Realisierung ist entsprechend den vorliegenden Bedingungen vorzunehmen und kann durch Änderung aller Parameter erfolgen.

Die o.g. Zahlen widerspiegeln die Größenordnung anhand eines Beispiels. Sie unterstreichen die Nützlichkeit der Anwendung von Maßnahmen der Staubminderung durch Verringerung der Staubentstehung, unabhängig von der Anwendung solcher Maßnahmen, die unter

2.1.1. bis 2.1.3. aufgeführt wurden. Für den Transport staubender Güter sind langsam laufende, zur Durchsatzbewältigung breite Gurtbandförderer anzuwenden, deren Übergabehöhen unter Beachtung gesetzlicher Bestimmungen zu minimieren sind. Neben den Problemen der Lagerung eines Haufwerks mit hohem Abriebanteil (Brandgefahr) ist der Nachweis erbracht, daß auch für den stationären Transport der Abriebanteil so gering wie möglich zu halten ist.

In den Betrachtungen wird davon ausgegangen, daß bereits alle Möglichkeiten der Vermeidung von Übergabestellen ausgenutzt sind.

##### 4.4. Einfluß einer Rutsche

Zusätzlich zu den nach Pkt. 4.3. erreichbaren Ergebnissen bringt der Einsatz einer Rutsche gute Resultate (Bild 13). In den Versuchen konnte durch ihren Einsatz eine zusätzliche Staubminderung um 50 bis 60 % erzielt werden. Die Anordnung der Rutsche ist von wesentlicher Bedeutung. An geraden Übergabeschuren durchgeführte Untersuchungen zeigen, daß die Staubentstehung bei einem Anstellwinkel der Rutsche im Grenzbereich des freien Fließens am geringsten ist (Bild 14). Für Abrieb und Pellets liegt dieser Winkel zwischen 50° und 55°. Die gleichzeitig erreichbare Minderung der Abriebentstehung beträgt bis zu 50 %. Der Einsatz muß nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Optimierung des Rutschenstellwinkels so, daß  $v_{Ey} \rightarrow v_{GBF2}$
- Minimierung der Übergabeverluste bei maximaler Rutschenbreite
- Nichtzulassen von Verstopfungen bei schwankenden Gutparametern und Durchsätzen
- Minimierung der Fallhöhen zwischen Rutsche und Band.

Die Rutschen sind zu dimensionieren. Als Berechnungsgrundlage hat sich die Verfahrensweise nach Roberts [6] bewährt. Eine konkave oder konvexe Gestaltung der Rutschen in Förderrichtung wird aufgrund der zu erwartenden geringen Erfolge bei den gegebenen kleinen Übergabehöhen nicht empfohlen.

##### 4.5. Fehlerbetrachtung

Die durchgeführten Messungen sind repräsentativ für die vorliegenden Versuchsbedingungen.

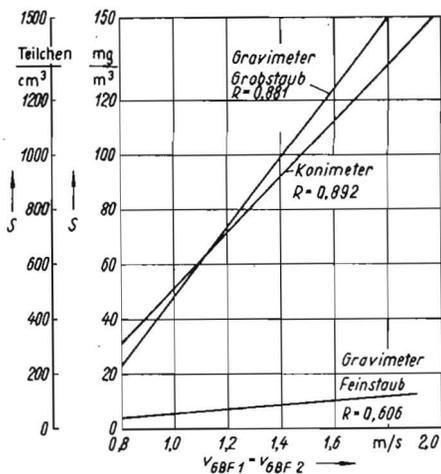


Bild 10. Staubentwicklung als Funktion der Bandgeschwindigkeit

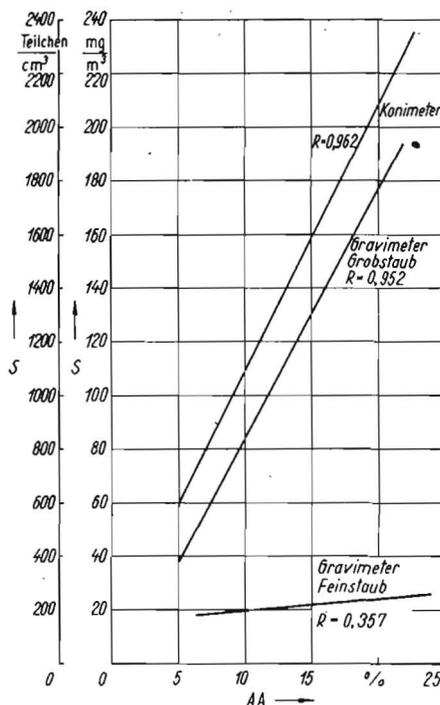


Bild 11. Staubentwicklung als Funktion des Abriebanteils

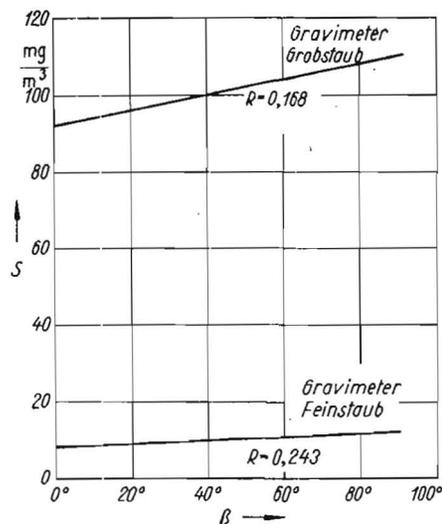


Bild 12. Staubentwicklung als Funktion des Übergabewinkels

gen. Aussagen darüber, wie bei Änderung der Gutparameter die Ergebnisse von den vorliegenden abweichen, können nur beschränkt gegeben werden. Ein Vergleich zeigt tendenziell Übereinstimmung der Kurvenverläufe. Die Absolutwerte in [7] sind um rd. 50 % größer als die oben genannten, was aus den Meßergebnissen abgeleiteten Aussagen unterstützt.

### 5. Zusammenfassung

Bei der Projektierung und Rekonstruktion von Übergabestellen in Gurtbandförderstrecken zum Transport staubender Güter sind grundsätzlich die möglichen kleinsten Übergabehöhen und Bandgeschwindigkeiten zu wählen, um die Staubentstehung so gering wie möglich zu halten. Es empfiehlt sich, zusätzlich Rutschen einzusetzen. Die erreichbare Staubminderung beträgt rd. 50 %.

Aufgrund des nachgewiesenen Zusammenhangs zwischen Abriebanteil und Staubentwicklung ist der Abriebanteil durch geeignete Maßnahmen zu minimieren.

Von den angewendeten Meßverfahren eignen sich die Messungen mit dem Konimeter 10 und dem Staubprüfgerät SPG 10 und dem Staubprüfverfahren am besten. Die Feinstaubbestimmung mit dem SPG 10 ist für die vorliegenden Bedingungen wenig aussagekräftig.

Maßnahmen der Staubminderung durch Verringerung der Staubentstehung sind primär durchzuführen. Sie sollten auch dann angewendet werden, wenn zusätzlich Aktivitäten zur Staubminderung durch Beseitigen vorhandener Staubes durchgeführt werden.

Der Einfluß der Guteigenschaften ist nur begrenzt quantifiziert worden.

Für den Parameter Übergabewinkel  $\beta$  sind keine eindeutigen funktionellen Abhängigkeiten zur Staubentstehung erkennbar.

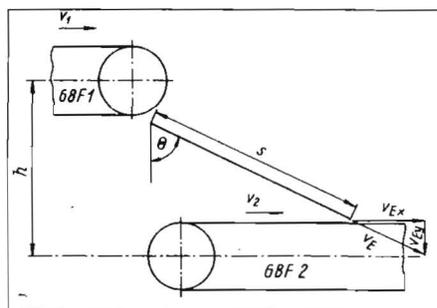


Bild 13. Parameter einer Übergaberutsche

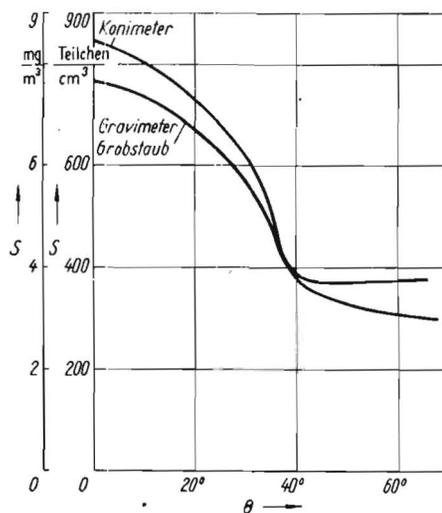


Bild 14. Staubentwicklung als Funktion des Anstellwinkels der Rutsche (AA = 5%)

- [2] Saß, B.: Untersuchungen zum Förderverhalten von pelletierten Futtermitteln. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1977 (unveröffentlicht).
- [3] Füll, C.; Scherping, E.: Umschlag und Lagerung von pelletiertem Trockenfutter. agrartechnik 28 (1978) H. 4, S. 159–161.
- [4] Schäffler, C.: AHI Rostock, mündliche Mitteilung 1980.
- [5] Runge, R.: Untersuchungen zum Einfluß technischer Hilfsmittel auf den Übergabeprozess mittels Gurtbandförderer. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1980 (unveröffentlicht).
- [6] Roberts A.W.; Arnold, P.C.: Discharge-Chute Design for Free-Flowing Granular Materials (Entwurf einer Entladungsrutsche für einen freien Abfluß von körnigem Material). Transactions of the ASEA (1971) S. 304 ff.
- [7] Raven, B.: Untersuchungen zum Einfluß der Pellethaufwerkzusammensetzung auf den Übergabeprozess. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Großer Beleg 1980 (unveröffentlicht). A 2907

### Literatur

- [1] Wormanns, G.: Untersuchungen in der Anlage zur Herstellung loser Schüttgutmischungen mit Strohannteilen der LPG Dreetz. FZM Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1977 (unveröffentlicht).