

Erste Ergebnisse zur Stallfußbodenbeurteilung mit einem neuen Gleitreibungsmeßgerät

Dr.-Ing. H. Bähr/Veterinäringenieur E. Krause/Dipl.-Agrar.-Ing. D. Herrmann
Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

1. Aufgabenstellung

Die umfassende Anwendung der einstreulosen Tierhaltung bei der Suche nach rationellen Produktionsverfahren zwingt zur gründlichen Prüfung der Eignung verschiedener Fußbodenmaterialien und -konstruktionen. Bereits in [1] [2] [3] wurde nachgewiesen, daß zur Bewertung der Trittsicherheit von Fußbodenoberflächen der Gleitreibungswert herangezogen werden kann. Dieser Sachverhalt ist bei der Erarbeitung des Fachbereichstandards TGL 32456 „Stallfußboden; Allgemeine Forderungen“ berücksichtigt worden, so daß seit dem Verbindlichkeitsdatum dieses Standards, dem 1. Juli 1977, für alle neuen Fußbodenvarianten vor ihrer Einführung in die Praxis entsprechende Untersuchungen anzustellen sind.

Die vorliegenden Grenzwerte (Tafel 1) wurden vor allem unter Bezugnahme auf Untersuchungsergebnisse aus der Ungarischen VR und der DDR [1] formuliert. Außerdem wurden allgemeine Erfahrungen beim Einsatz einzelner Fußböden sowie spezielle Beobachtungsergebnisse über das Tierverhalten auf bestimmten Fußbodenflächen berücksichtigt. Für die in der DDR diesbezüglich notwendige Entwicklungs- und Erprobungstätigkeit war die Bereitstellung eines zweckmäßigen Meßgeräts dringend notwendig. Ein solches Gerät wurde im Jahr 1976 von einem Neuererkollektiv der Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Humboldt-Universität zu Berlin entwickelt und gebaut sowie in einer ersten Versuchsserie erprobt.

2. Lösungsweg

Wie bei den bisher bekannten Geräten [1] wird auch hierbei die Zugkraft gemessen, die zur Vorwärtsbewegung einer definierten, auf die Fußbodenoberfläche wirkenden Last notwendig ist. Als Koeffizient von Zugkraft und Gesamtlast ergibt sich der Gleitreibungswert μ :

$$\mu = \frac{F_k}{G}$$

F_k aufgewendete Zugkraft
 G Gesamtlast.

Das Gerät (Bilder 1 und 2) besteht aus einem Grundrahmen, einem Drehstrommotor mit einer Nennleistung von 0,55 kW, einem Getriebe mit Schraubenspindel, einem Federzugkraftmesser sowie einer auswechselbaren Belastungsplatte, an welcher unten als Gleitkörper Klauenscheiben befestigt sind. Auf die Belastungsplatte werden Hantelscheiben als variable Belastung aufgelegt. Beim Meßvorgang wird eine Vorschubgeschwindigkeit von 0,14 cm/s erreicht. Die notwendige Zugkraft wird während jedes Meßvorgangs kontinuierlich aufgezeichnet. Nach Beendigung eines Meßvorgangs werden der Zugkraftmesser und die Registriereinrichtung in die Ausgangsstellung zurückgebracht und die Belastungsplatte zurückgehoben.

Die Meßstrecke mit einer Länge von 10 cm wird an der Schraubenspindel durch eine automatische Ein- und Ausschaltung begrenzt. Die bisherigen Untersuchungen wurden mit drei Belastungsplatten angestellt, an denen je drei Klauenscheiben von jeweils einem Tier (Kuh, Mastrind, Mastschwein) befestigt sind. Diese Belastungsplatten wurden in Stufen von 15 bis 75 kp¹⁾ bei den einzelnen Meßvorgängen variabel belastet. Diese Belastungsvariation sollte Aufschluß über die Ergebnisbeeinflussung durch diesen Faktor geben. Dazu ist allerdings festzustellen, daß die Belastungsstufen nur bei den Mastschweineklauen proportionale Lebendmassewerte von 40 kg und 80 kg repräsentieren, die den tatsächlichen Bedingungen entsprechen. Bei den Kuh- und Mastrinderklauen ergab sich nur eine unzureichende proportionale Lebendmasse von maximal 200 kg. Darüber hinaus mußten häufig die Belastungsstufen 50 kp und 75 kp bei den Untersuchungen ausgelassen werden, weil die größte meßbare Zugkraft von 50 kp dann überschritten worden wäre. Das Gerät ist also für weitere Untersuchungen durch Zugkraft-

messer mit Meßbereichen von 100 kp und 200 kp zu ergänzen.

Um Kenntnis über die Einflußnahme technologischer Bedingungen auf den Gleitreibungswert zu erhalten, wurden Untersuchungen an trockenen, feuchten und mit Rinderkot beschichteten Oberflächen der Fußbodenproben angestellt. Diese einzelnen Zustände wurden an verschiedenen Tagen untersucht, so daß die jeweils vorhandene Klauenfeuchtigkeit immer für die technologiebezogene Untersuchungsvariante typisch war.

3. Erste Untersuchungsergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse der ersten Versuchsserie sind in Tafel 2 dargestellt. Es handelt sich dabei jeweils um Durchschnittswerte verschiedener Belastungsstufen. Die Variation der Ergebnisse durch unterschiedliche Belastung zeigte keine einheitliche Tendenz.

Auffällig ist die Tatsache, daß sich bei den meisten Fußbodenvarianten die befeuchteten und verkoteten Oberflächen als griffiger, also mit einem größeren Gleitreibungswert gekennzeichnet, als die trockenen Oberflächen erweisen. Diese Erkenntnis wurde teilweise auch aus früheren Untersuchungen abgeleitet. Zurückzuführen ist diese Tatsache auf die rasche Feuchtigkeitsaufnahme der Klauen, welche dadurch weicher werden, und so der Formschluß zwischen Klauen und Fußbodenoberfläche zunimmt. Für die Beurteilung der Fußbodenmaterialien ist unter Berücksichtigung dieses Zusammenhangs die zu erwartende technologische Situation heranzuziehen.

Aus den Meßergebnissen kann für den Materialeinsatz folgendes abgeleitet werden:

- Gummi, Beton, Epoxidharzspachtel und Gußeisen führen zu günstigen Gleitreibungswerten und sind überall einsetzbar.
- Thermoplaste haben niedrige Gleitreibungswerte und sind nur für den Einsatz in Jungtierstallungen denkbar. Die Ergebnisse an verschieden gestalteten Oberflächen von

Bild 1. Gleitreibungsmeßgerät

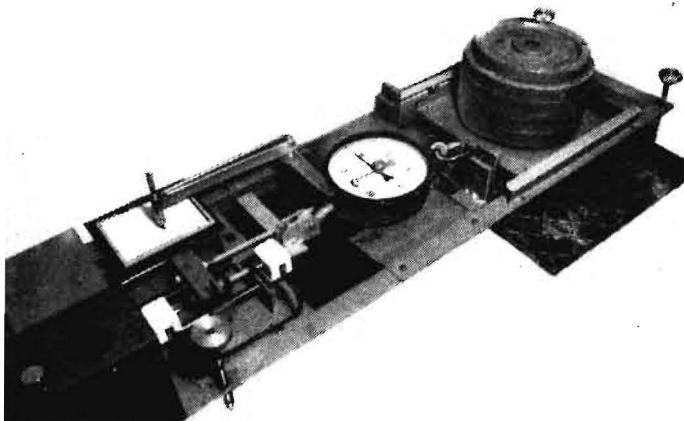
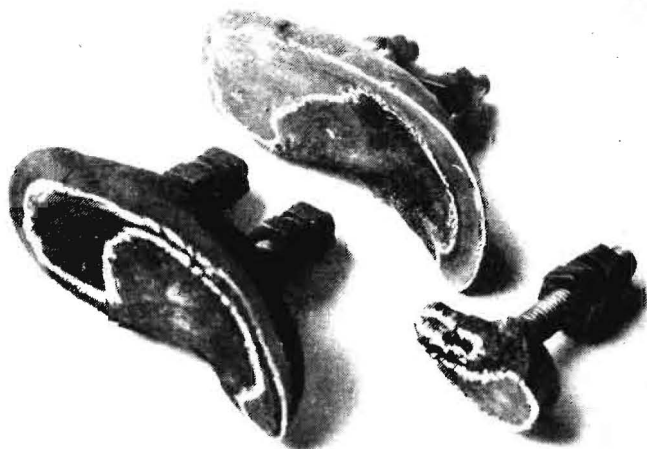


Bild 2. Klauenscheiben für die Montage an der Unterseite der Belastungsplatten (Auftrittsfläche weiß umrandet)



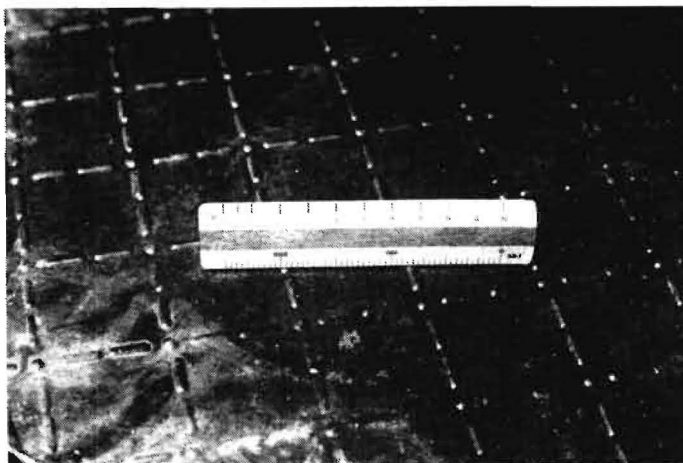


Bild 3. Polyäthylenplatte (Waffelprofil)

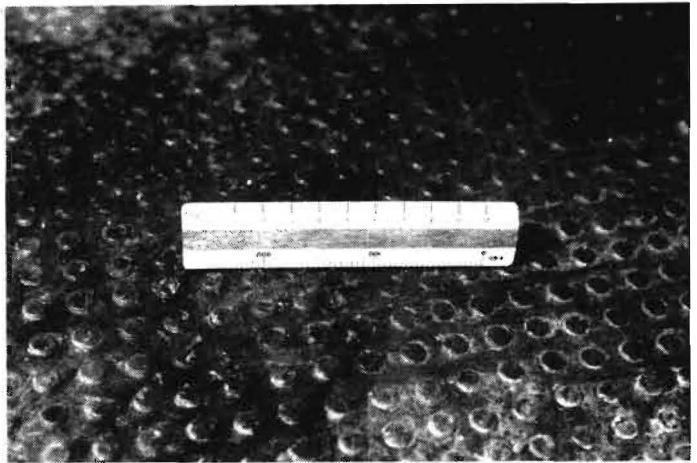


Bild 4. Polyäthylenplatte (Nockenprofil)

Polyäthylenplatten (Bilder 3 bis 6) zeigen, daß Profilierungen den Gleitreibungswert nicht erhöhen. Die Ergebnisse an ebenen, aber leicht aufgerauhten Flächen sind dagegen günstiger.

— Stahlblechböden wurden bisher nur nach längerer Lagerung an der Luft untersucht und ergaben daher für den Praxiseinsatz untypische, höhere Meßergebnisse. Hierzu sind demnächst Untersuchungen unter Praxisbedingungen anzustellen.

— Die Materialeinschätzung des Standards TGL 32456 „Stallfußboden; Allgemeine Forderungen“ nach Auswertung der Literatur und unter Beachtung allgemeiner Erfahrungen für die Unterstützung der Auswahl zweckmäßiger Konstruktionen wird durch die gefundenen Meßergebnisse im wesentlichen bestätigt. Für künftige Untersuchungen muß der Einfluß der Feuchtigkeit weiter konkretisiert werden. Eventuell sind die geforderten Gleitreibungswerte für feuchtes Klauenhorn, also bei Beachtung einer bestimmten technologischen Situation, zu erhöhen.

4. Zusammenfassung

Die Notwendigkeit von Untersuchungen zur Trittsicherheit von Stallfußböden wird einleitend nachgewiesen. Für die erforderliche Einschätzung der Baumaterialien sind Gleitreibungsmessungen zu empfehlen. Ein dafür entwickeltes neues Gerät wird beschrieben.

Tafel 1. Mindestgröße des Gleitreibungswerts nach TGL 32456

Aufstallungsart	Produktionsstufe	Gleitreibungswert μ_{erf}	
		planbefestigter Fußboden	Spaltenfußboden
Gruppenhaltung	Kuh, Färse, Jung- und Zuchtsau, Eber	0,40	0,30 ¹⁾
	Jung- und Mastrind, Mastschwein, Schaf	0,35	0,25
	Kalb, Ferkel, Jungschwein, Lamm	0,30	0,20
Einzelhaltung	Kuh, Färse, Jung- und Zuchtsau, Eber	0,35	0,25
	Jung- und Mastrind, Mastschwein, Schaf	0,30	0,25
	Kalb, Ferkel, Jungschwein, Lamm	0,25	0,20

1) bei Umbaumaßnahmen für die Schweinehaltung sind auch Metallspaltenböden zulässig; Spaltenböden aus Stahlblech ergeben Gleitreibungswerte unter 0,30

Tafel 2. Ergebnisse von Gleitreibungsmessungen an verschiedenen Stallfußbodenmaterialien nach Herrmann [4]

Material	Gleitreibungswert μ		
	trockene Oberfläche	nasse Oberfläche	verkotete Oberfläche
Beton (B 225, unbenutzt)	0,50	0,57	0,58
Gußeisen (Auftrittsbreite 30 mm)	0,26	0,37	0,55
Epoxidharzspachtel mit Gummischrot	0,33	0,49	0,56
Gummi (ohne Profilierung)	0,65	0,55	0,58
Gummimatte (VEB Gummikombinat Thüringen)	0,62	0,67	0,67
Gummimatte (Kronenprofil)	0,61	0,51	0,66
Polyäthylenplatte (Waffelprofil)	0,22	0,11	0,29
Polyäthylenplatte (Nockenprofil)	0,25	0,18	0,26
Polyäthylenplatte (Strichprofil)	0,24	0,14	0,32
Polyäthylenplatte (ohne Profil, leicht aufgerauht)	0,22	0,34	0,36
PVC-Platte (ohne Profil)	0,12	0,24	0,45

Bild 5. Polyäthylenplatte (Strichprofil)

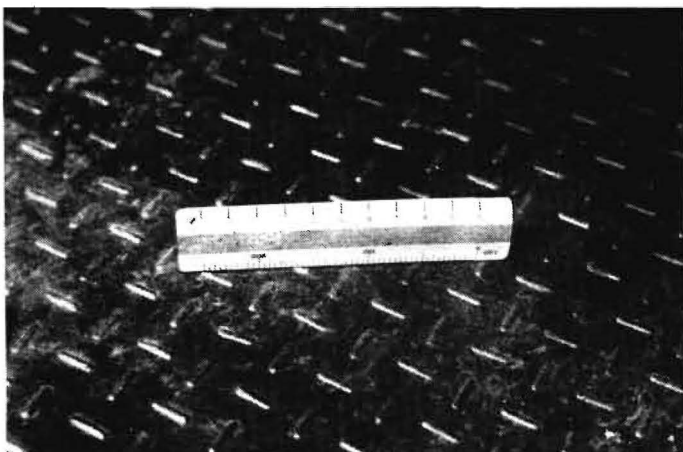
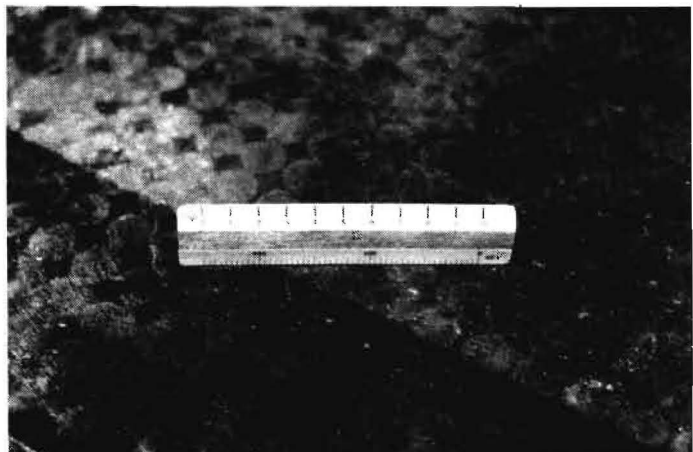


Bild 6. Polyäthylenplatte (ohne Profil, leicht aufgerauht)



Abschließend sind erste Untersuchungsergebnisse dargestellt, aus denen die Bedeutung von Flüssigkeiten und Kot für die Trittsicherheit und Einsatzmöglichkeiten der Baustoffe abgeleitet werden.

Literatur

[1] Bähr, H.; Türpitz, L.: Die Trittsicherheit von Stallfußböden und der Einflußfaktor Reibwiderstand. *agrartechnik* 26 (1976) H. 5, S. 241—243.

[2] Beer, G.; Kovacs, A.: Az istállópadozat csúszóságának meghatározása a nyugalmi súrlódási tényező mérése (Die Bestimmung der Rutschfestigkeit des Bodenbelages von Ställen, die Messung des Haftreibungskoeffizienten). Sonderdruck aus: *Magyar Állatorvosok Lapja* (1974) Nr. 9, S. 628—630.

[3] Beer, G.; Kovacs, A.: Az istálló-allaspadozat csúszóságának a vizsgálata (Die Untersuchung der Rutschfestigkeit des Bodenbelages von Stallböden). Sonderdruck aus: *Különlenyomat a Kísérletiügyi Közlények LXVI/B. Állattenyésztés* 1973, H. 1—3.

[4] Herrmann, D.: Die Ermittlung des Gleitreibungskoeffizienten als Beitrag zur Bewertung von Stallfußböden. Humboldt-Universität zu Berlin, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Diplomarbeit 1977. A 1860

1) Bisher stehen nur Zugkraftmesser mit kp-Skala zur Verfügung, so daß vorläufig auf die Verwendung der SI-Einheit Newton für die Belastung verzichtet wird und der Gleitreibungswert dimensionslos bleibt.

Beständigkeit des beschichteten Bandstahls EKOTAL gegenüber Desinfektionsmitteln

Chem.-Ing. P. Herrmann, KDT

Institut für Technologie und Mechanisierung der Bauakademie der DDR, Zentrallaboratorium für Korrosionsschutz

1. Einleitung

Aufgrund der Forderungen der Tierhygiene muß bei der Auswahl der Konstruktionswerkstoffe für den Bau von Tierproduktionsanlagen vor allem der Korrosionsschutz beachtet werden, da u. a. die eingesetzten Desinfektionsmittel [1] [2] zum größten Teil korrosiv wirken und z. T. sogar stark angreifende Korrosionsmedien darstellen.

Während über das Verhalten von Anstrichschichten, Metallen und Plastikwerkstoffen bei Einwirkung von Desinfektionsmitteln Angaben vorliegen [3], ergeben sich aus dem vorgesehenen Einsatz von beschichtetem Bandstahl EKOTAL in Tierproduktionsanlagen hinsichtlich der Beständigkeit gegenüber Desinfektionsmitteln zusätzliche Fragestellungen, an deren Beantwortung im Zentrallaboratorium für Korrosionsschutz der Bauakademie der DDR gearbeitet wird [4].

2. Werkstoff und Desinfektionsmittel

2.1. EKOTAL

Unter der Bezeichnung EKOTAL werden vom VEB Bandstahlkombinat „Hermann Matern“ Eisenhüttenstadt dem Bauwesen Bleche, Bänder und Profile angeboten, die unverzinkt oder verzinkt [5] mit den Beschichtungen Acrylharzlack, PVC-Folie, PVC-Organosol und PVC-Plastisol [6] hergestellt werden. Neben den EKOTAL-Profilen [7] sind für den Stallbau PUR-Stützkernenelemente [8] von Interesse, die u. a. als Stallhüllen verwendet werden können.

Je nach Erfordernis beim Materialeinsatz wird die Verzinkung auf dem Stahlband mit den Zinkauflagen (Nennaufgabe beidseitig) 250, 300 und 400 g/m² ausgeführt. Die Schichtdicken der organischen Korrosionsschutzschichten betragen im Normalfall (Abweichungen müssen gesondert vereinbart werden):

- Acrylharzlack 30 µm
- PVC-Organosol 40 µm
- PVC-Plastisol, Folie 200 µm.

Der Rückseitenbeschichtungsstoff auf Epoxidharzbasis wird mit einer Schichtdicke von 10 µm geliefert.

2.2. Desinfektionsmittel

Die in den Versuchen verwendeten Desinfek-

tionsmittel lassen sich nach ihrer Wirkung auf die Untersuchungswerkstoffe in 3 Gruppen einteilen:

— stark zinkangreifende Medien

Ameisensäure (1- und 5%ig)
Milchsäure (2- und 6%ig)
Wofasteril (1- und 3%ig)
Wofasteril (1%ig mit 1% Grahamsches Salz)

— phenolische Medien

Meleusol (5%ig)
Stallosept (5%ig)

— schwach zinkangreifende Medien

Fesiaform (5%ig)
Formaldehyd (5%ig)
Chloramin (1- und 5%ig).

Der Ansatz der Lösungen aus konfektionierten Mitteln erfolgte nach den Angaben des jeweiligen Herstellers. Die übrigen Lösungen wurden aus chemisch reinen Substanzen angesetzt. Netzmittel wurden nicht zugesetzt.

3. Versuchsdurchführung

Unter Berücksichtigung der zum Korrosionsverhalten des EKOTAL vorliegenden Erkenntnisse wurden für die Versuche verzinkte Probebleche mit PVC-Plastisol-(P-PVC, 200 µm) und Acrylharzlack-Beschichtung (L-A, 30 µm) verwendet; Rückseitenbeschichtung mit Epoxidharzlack (L-E, 10 µm). Die Schnittkanten der Probebleche waren ungeschützt.

Die Beanspruchungen wurden im Kontaktversuch sowie im Dauer- und Wechseltauchversuch vorgenommen. Versuchsdurchführung und -auswertung erfolgten entsprechend den einschlägigen Standardvorschriften [9] [10] [11]. Die maximale Beanspruchungsdauer betrug 56 Tage (Dauertauchversuch) bzw. 56 Zyklen (Wechseltauchversuch).

Die Temperatur der Medien lag zwischen 20°C und 25°C. Prüflösungen, deren Wirkkomponente starken Zerfallserscheinungen unterworfen ist, wurden in kurzen regelmäßigen Abständen durch frisch angesetzte Lösungen ausgetauscht.

4. Ergebnisse

4.1. Beanspruchung durch Ameisensäure

Geschlossene P-PVC-Schichten waren auch gegenüber einer 5%igen Lösung beständig, während L-A- und noch stärker L-E-Schichten (Funktion der Schichtdicke) an Fehlstellen, z. B. Poren, bereits nach 2 bis 3 Tagen Korrosionserscheinungen an den darunterliegenden Verzinkungsschichten aufwiesen. Zerstörend wirkte die Ameisensäure von den Kanten her. Durch Zinkauflösung wurden täglich je nach Haftung des organischen Überzugs — von den Kanten ausgehend — je Tag bis zu 10 mm Zink aufgelöst, was zum Ablösen der organischen Beschichtung führte.

4.2. Beanspruchung durch Milchsäure

Die Auswirkungen auf die Beschichtungswerkstoffe waren analog denen beim Einsatz von Ameisensäure, nur traten diese mit geringerer Geschwindigkeit auf. Dadurch zeigte sich an L-A- und L-E-Schichten nach 7 Tagen beginnende Blasenbildung, bevor durch die von den Kanten ausgehende Zinkauflösung die gesamte Versuchsoberfläche zerstört wurde.

4.3. Beanspruchung durch Wofasteril

P-PVC-Schichten waren, soweit keine Fehlstellen vorhanden waren, auch gegen Konzentrationserhöhung bis zu 3%iger Lösung beständig. L-A- und L-E-Schichten zeigten mit zunehmender Kontaktzeit Blasenbildung, da unterhalb der organischen Schutzschicht (Porenzahl) Korrosionsvorgänge an der Zinkschicht abliefen. Die von den Kanten ausgehende Zinkabtraggeschwindigkeit war erheblich. Die Beschichtungen wurden bei 1%iger Lösung nach einem Tag Einwirkungsdauer bis zu einer Breite von mehr als 1 mm abgelöst. Die für die Versuchsmaterialien abgeleitete Reaktionsgeschwindigkeit hinsichtlich der Zinkauflösung lag zwischen der von Ameisen- und Milchsäure.

Eine deutliche Herabsetzung der Korrosivität des Wofasterils gegenüber dem EKOTAL-Trägermaterial brachte der Zusatz von 1% Grahamsches Salz als Inhibitor. Mit diesem Zusatz trat gegenüber der inhibitorfreien