



November 1985 280

Trittsicherheit von Stallbodenbelägen

Roland Weber

1. Anforderungen an Stallbodenbeläge

Der Boden ist ein sehr wichtiger Faktor in der Tierhaltung. So dient er als Lauf-, Steh- und Liegeplatz. Er muss deshalb einer ganzen Reihe von Anforderungen genügen. Kein Boden kann allen Anforderungen gerecht werden. Bei der Auswahl des Bodenbelages muss deshalb immer nach Kompromissen gesucht werden.

1.1 Anforderungen von seiten des Tieres

- Böden müssen trittsicher sein.
- Böden sollen keine Verletzungen, Schürfungen und Druckstellen am Tier verursachen.
- Die Böden müssen den Tieren ein artgemässes Verhalten ermöglichen. (Normales Füssen, Gehen, Abliegen und Aufstehen.)
- Böden müssen einen genügenden Hornabrieb gewährleisten. (Zu viel Abrieb bringt Verletzungen, zu wenig führt

zu Stallklauen und falscher Gliedmassenbelastung.)

- Böden müssen im Liegebereich dem Wärmebedürfnis der Tiere entsprechen.

1.2 Anforderungen von der Seite der Verfahrenstechnik

- Böden müssen reinigungs- und desinfektionsfreundlich sein.
- Perforierte Böden sollen eine gute Selbstreinigung und Kotdurchlässigkeit aufweisen.
- Bodenbeläge sollen kostengünstig und gut in Eigenleistung verlegbar sein.

1.3 Anforderungen von seiten des Materials

- Bei perforierten Böden muss die Konstanz von Spalten oder Löchern gewährleistet sein.
- Das Oberflächenprofil muss konstant sein, das heisst es darf keine scharfen Ecken und Kanten aufweisen.
- Die Böden müssen korrosionsfest, dauerhaft und belastbar sein.

2. Methoden für die Messung der Trittsicherheit

Aus der ganzen Liste der Anforderungen soll hier nur über die Trittsicherheit von verschiedenen, häufig verwendeten Stallbodenbelägen berichtet werden. Die Trittsicherheit eines Bodens ist ein sehr wichtiger Faktor, verursachen doch rutschige Oberflächen zum Teil sehr erhebliche Verletzungen (Zerrungen, Bänderrisse, Knochenbrüche).

2.1 Das SRT-Gerät

Die Messung der Trittsicherheit von Bodenbelägen kann mit verschiedenen Methoden erfolgen. Für Feldmessungen eignet sich der von uns verwendete Skid-Resistance-Tester (SRT) sehr gut. Das Gerät ist leicht zu transportieren, schnell aufgebaut, und man erhält relativ schnell aussagekräftige Resultate. Zudem können die Messungen von einer Person durchgeführt werden.

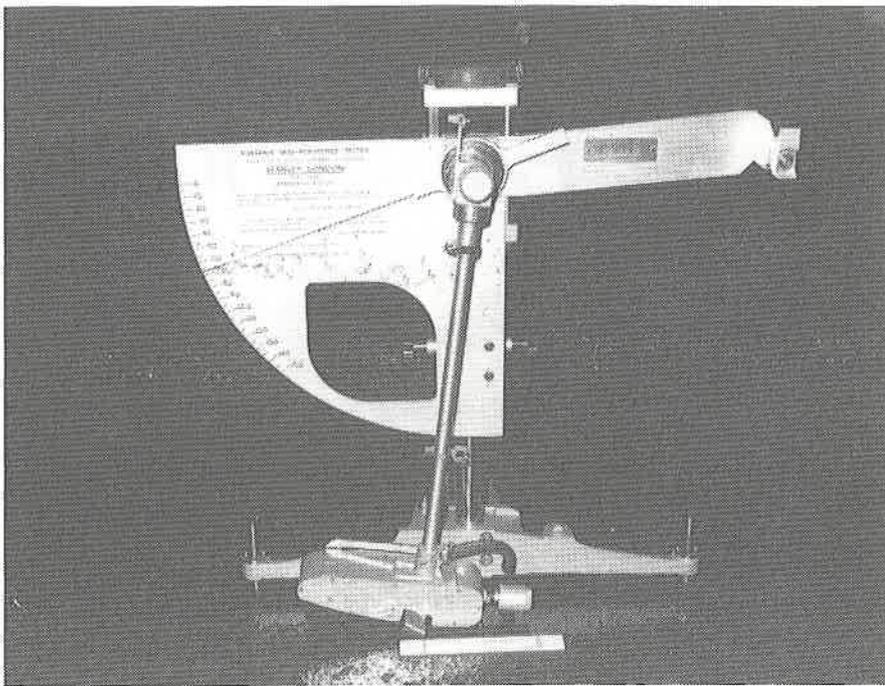


Abb. 1: Skid-Resistance-Tester (SRT-Gerät).

Das SRT-Gerät besteht aus einem Dreifuss, an dem ein Pendelarm mit einem federnd gelagerten Gummistück angebracht ist (Abb. 1).

Der Pendelarm wird aus der Waagrechten fallengelassen, wobei der Gummiteil über eine genau definierte Strecke von 126 ± 1 mm über den Boden gleiten muss. Je nach dem, wie hoch der Reibwiderstand ist, wird der Pendelarm dabei mehr oder weniger gebremst. Durch einen mitgeführten Schleppeer kann dieser Reibwiderstand direkt auf einer am Gerät angebrachten Skala abgelesen werden (Abb. 2). Die Skala reicht von 0 (= ungebremst) bis 150, was einem maximalen Reibwiderstand entspricht.

Vergleiche mit anderen Testgeräten (Webb et al., 1983) haben ergeben, dass das SRT-Gerät für die Messungen der folgenden Bodenbeläge nicht verwendet werden kann:

- Extrem weiche Bodenbeläge (zum Beispiel Gummimatten).
- Bodenbeläge mit gewölbten

Oberflächen, da das Pendel darüber hinweghüpft (zum Beispiel Gussroste mit tropfenförmigen Stegen).

- Für die Messung von Guss- oder Aluminiumrosten musste zuerst eine Methode entwick-

kelt werden, da der Gummiteil des SRT-Gerätes hier zu einem grossen Teil über die Spalten streicht und diese eine Verfälschung des Messwertes verursachen. In einem späteren Zeitpunkt soll jedoch über die SRT-Messungen an solchen Belägen berichtet werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass mit dem SRT-Gerät nur der **Einfluss des Materials** auf die Trittsicherheit gemessen werden kann. **Der Einfluss von Spalten, Löchern oder Schlitzen** kann mit keinem Gerät festgestellt, sondern nur durch Tierbeobachtungen erhoben werden.

2.2 Klassierung der SRT-Werte

Aufgrund von Tierbeobachtungen bei Böden mit verschiedenen SRT-Werten wurden die Werte, wie in Tabelle 1 gezeigt, klassiert (Sommer, 1985 und Ming, 1984).

Die Grenzen dieser Klassierung sind fließend und gelten nicht

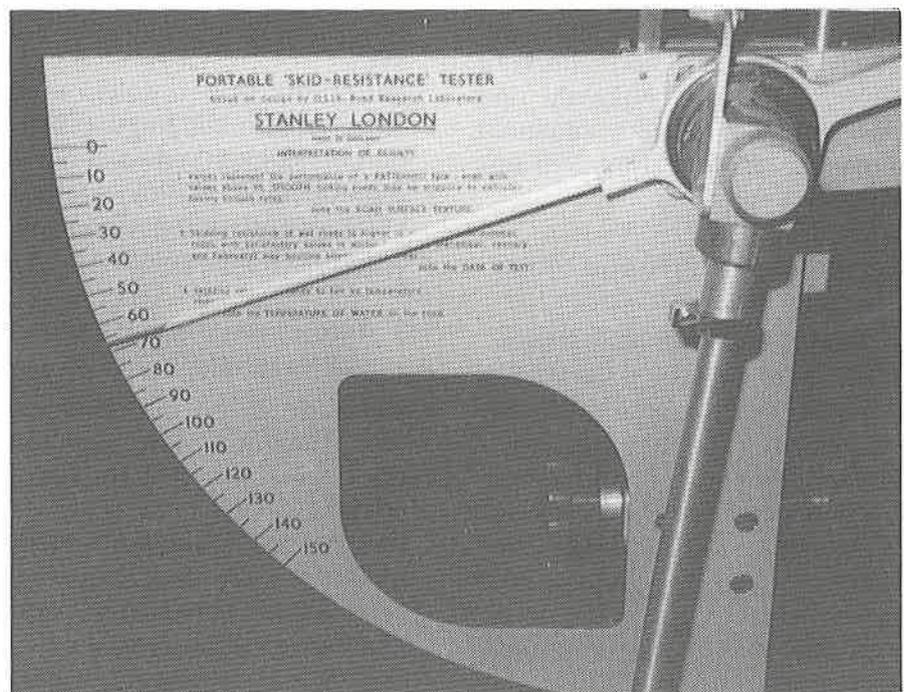


Abb. 2: Skala des SRT-Gerätes.

Tabelle 1: Klassierung der SRT-Werte

SRT-Wert	Klassierung des SRT-Wertes
- 40	zu glatter Boden
40 - 50	Trittsicherheit ungenügend
50 - 60	Trittsicherheit genügend bis gut
60 - 70	Trittsicherheit gut
70 - 80	Trittsicherheit sehr gut evtl. schon zu rau werdend

für alle Tierkategorien in gleichem Masse. So ist für Saugferkel ein Boden mit Werten oberhalb 60-65 wohl schon zu rau und führt vermehrt zu aufgeschürften Gelenken während des Säugens. Diese Klassierung gilt vor allem für Mastriinder, Milchkühe, Zuchtsauen und Eber.

3. Ergebnisse der SRT-Messungen

Das Alter der Böden hat einen erheblichen Einfluss auf ihre Trittsicherheit. Optimale Bodenbeläge sollten deshalb über Jahre hinweg eine ziemlich konstante Trittsicherheit oder wenigstens nur eine sehr geringe Abnahme aufweisen. Die nachfolgend aufgeführten wichtigsten Bodenbeläge werden deshalb immer in Abhängigkeit ihres Alters beurteilt.

Die SRT-Messungen erfolgten in vielen Landwirtschaftsbetrieben vor allem der Ostschweiz und in den Ställen der Forschungsanstalt Tänikon. Es konnte nie ein und derselbe Boden über Jahre hinweg in gewissen Zeitabständen gemessen werden. Messungen in den gleichen Betrieben ein paar Jahre später würden deshalb über den Verlauf der Trittsicherheit ein noch viel genaueres Bild ergeben.

An dieser Stelle sei noch bemerkt, dass die unterschiedliche Form der Kurven in den Abbildungen 3 bis 6 unterschiedliche Regressionskurven sind. Es wurde jeweils diejenige Regression gezeichnet, die dem tatsächlichen Verlauf der Messpunkte am genauesten entsprach.

3.1 Betonbeläge

Die verschiedensten Bodenarten können aus Beton oder Betonüberzügen bestehen. So sind die meisten perforierten Böden (Loch-, Langloch-, Spalten-, Schlitzroste und Einzelbalken) in der Schweine- und Rindviehhaltung aus Beton. Auch Festböden (Stall-, Laufgänge in Laufställen) sind meist aus Beton gefertigt. Neue Böden enthalten in der obersten Schicht meistens Quarz- oder Seesand, um die Trittsicherheit zu erhöhen.

Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, weisen neue Betonböden mit einem durchschnittlichen SRT-Wert von 65 eine gute Trittsicherheit auf. Die grosse Differenz zwischen dem tiefsten und dem höchsten gemessenen Wert beruht auf Unterschieden in der Fabrikation von perforierten Betonböden. So wurden die früher gebräuchlichsten Einzelbalken vielfach mit der Balkenoberseite nach unten in der Form gegossen. Durch das anschliessende hydraulische Aus-

pressen aus der Gussform wurde dabei die Oberfläche sehr stark geglättet. Das hatte zur Folge, dass solche Balken schon neu eine ungenügende Trittsicherheit aufwiesen. Die Fabrikation wurde nun aber erheblich verbessert, so dass solche glatten Balken verschwinden.

Im Laufe der ersten beiden Jahre reduziert sich die Trittsicherheit des Betons sehr stark bis zu einem durchschnittlichen Wert von 47. Dieser ist als ungenügend anzusehen. Bei perforierten Böden haben hier jedoch die Löcher oder Spalten einen positiven Einfluss auf die Trittsicherheit. Der Grund für diese grosse Abnahme der Trittsicherheit innerhalb der ersten beiden Jahre liegt sicher darin, dass die oberste Schicht mit dem darin enthaltenen Quarz- oder Seesand abgearbeitet wurde. Besonders stark wird diese in Milchviehlaufställen mit Betonfestboden und Schieberentmistung abgenutzt.

Im späteren Verlauf der Jahre nimmt die Trittsicherheit noch etwas, jedoch nicht mehr viel ab. Der annähernde Verlauf der SRT-Werte von Beton im Laufe der Zeit ist auch aus der Abbildung 3 ersichtlich.

Sind Festböden aus Beton mit der Zeit zu glatt geworden, so besteht die Möglichkeit, diese aufzurauchen. Wir haben dazu folgende beiden Methoden ausprobiert:

- Auswaschen mit konzentrierter Salzsäure 1 : 1 mit Wasser verdünnt.
- Abfräsen der obersten Belagschicht.

Nach der Aufräuhung des Bodens mit Salzsäure weist dieser mit einem SRT-Wert von 74 eine sehr gute Trittsicherheit auf (Tab. 2), die jedoch innert kürzester Zeit wieder beträchtlich ab-

nimmt. Dies mag daran liegen, dass die Salzsäure den Zement und Harnstein aus der obersten Schicht etwas auswäscht und diese dann durch den Mist-schieber in einem Laufstall sofort wieder abgeschliffen wird. Durch die Aufrauung des Bodens mit einer Fräse (die Fräse besteht aus einer Reihe sich um eine Achse drehender Pendelklingen, die die oberste Schicht des Bodens aufschlagen. Dadurch entsteht eine feine Rillierung) kann kurzfristig eine genügende Trittsicherheit erreicht werden, die jedoch ebenfalls inner kürzester Zeit abnimmt (Tab. 2).

3.2 Bernit-, Steinit- und Superisolitbodenbeläge

Bernit, Steinit und Superisolit sind Festbodenbeläge, die vor allem in Schweinestallungen weit verbreitet sind. Die Trittsicherheit von neuen Bernit-, Steinit- und Superisolit-

bodenbelägen kann mit einem durchschnittlichen SRT-Wert von 69 als gut bezeichnet werden (Tab. 2) und liegt etwa im selben Bereich wie Beton. Auch hier besteht jedoch eine recht grosse Differenz zwischen dem tiefsten und dem höchsten gemessenen Wert. Dies mag auf den unterschiedlichen Ausführungen der Beläge beruhen. Bernit, Steinit und Superisolit werden durch den Tierhalter selbst oder die örtliche Bauunternehmung verlegt. Dabei ist es nun enorm wichtig, dass die Einbauvorschriften genau befolgt werden, was aber – wie man aus dem grossen Schwankungsbereich der SRT-Werte sieht – nicht immer der Fall zu sein scheint. Wird der Estrich nämlich zu fein abtaloschiert oder enthält er zu viel Zement, so ist die Trittsicherheit von Anfang an ungenügend. Die Trittsicherheit von Bernit, Steinit und Superisolit nimmt

während der ersten beiden Jahren ziemlich rasch ab (Tab. 2 und Abb. 4) und stabilisiert sich dann. Die Trittsicherheit älterer Böden ist als ungenügend zu beurteilen. Dies macht sich vor allem bei nassen Belägen bemerkbar oder wenn auf solchen Böden die Sauen mit einem Eber gedeckt werden sollen. Solche Bodenbeläge mit schlechter Trittsicherheit können ebenfalls mit Salzsäure ausgewaschen werden, was aber wie bei Beton nur für eine sehr kurze Zeit eine Verbesserung bringt (Tab. 2). Eine andere Möglichkeit, zu glatt gewordene Bernit-, Steinit- oder Superisolitböden aufzurauchen, besteht darin, sie mit dem Handelsdünger Superphosphat zu bestreuen, diesen mit einem Besen zu verreiben und nach etwa einer Stunde wieder abzuspülen. Auch hier ist die Verbesserung jedoch nur von kurzer Dauer (Tab. 2).

Tabelle 2: Mittelwerte (x), Standardabweichungen (s), Minimum (Min), Maximum (Max) und Anzahl Messungen (N) der SRT-Werte von verschiedenen Bodenbelägen bei verschiedenem Alter.

Bodenbelag	Alter des Bodenbelages																N
	neuer Boden				bis 2 Jahre alter Boden				2 – 5 Jahre alter Boden				über 5 Jahre alter Boden				
	x	s	Min	Max	x	s	Min	Max	x	s	Min	Max	x	s	Min	Max	
Beton	65	14	37	79	47	11	21	70	37	8	26	54	34	15	12	66	151
Beton mit Salzsäure behandelt	74	4	68	77	49	10	33	66	–	–	–	–	–	–	–	–	17
Beton mit Fräse behandelt	52	4	46	58	45	13	29	59	–	–	–	–	–	–	–	–	16
Bernit, Steinit, Superisolit	69	13	43	90	53	12	29	78	47	8	33	58	35	7	29	42	116
Bernit mit Salzsäure behandelt	71	5	80	67	49	8	62	34	–	–	–	–	–	–	–	–	29
Bernit mit Superphosphat behandelt	64	6	54	73	42	6	31	55	–	–	–	–	–	–	–	–	45
Gussasphalt	64	6	53	71	64	4	57	72	53	2	51	59	61	5	49	69	66
Stallitplatten	76	3	72	82	52	1	51	53	–	–	–	–	–	–	–	–	10
Epoxal	74	2	70	79	62	3	54	69	51	7	37	58	–	–	–	–	76

3.3 Gussasphalt-Bodenbeläge

Gussasphalt wird vor allem in Milchvieh-Laufställen mit Schieberentmischung eingesetzt. Er wird in einer Stärke von 3 bis 5 cm auf einen Betonunterbau aufgetragen.

Neue Gussasphaltböden haben mit einem durchschnittlichen SRT-Wert von 64 eine gute Trittsicherheit (Tab. 2). Diese nimmt auch während der ersten beiden Jahre nicht ab. Erstaunlicherweise ist der SRT-Wert von zwei bis fünf Jahre alten Böden am tiefsten. Ältere Böden hingegen weisen wieder eine Trittsicherheit auf, die fast derjenigen von neuen Böden entspricht. Die verhältnismässig tiefen SRT-Werte von zwei bis fünf Jahre alten Böden lassen sich nur dadurch erklären, dass relativ wenig Messungen durchgeführt werden und in diesem Altersbereich einige «Ausreisser» ein übermässiges Gewicht erhielten.

Betrachtet man den allgemeinen Verlauf der Trittsicherheit in Abbildung 5, so stellt man eine nur sehr geringe Abnahme der SRT-Werte im Laufe der Jahre fest. Es kann also behauptet werden, dass die Trittsicherheit von Gussasphalt über Jahre hinweg sehr konstant bleibt.

3.4 Stallitplatten

Stallitplatten sind 30 x 30 cm grosse Platten, deren Oberfläche aus einem Stoff sehr ähnlich dem Superisolit besteht und geriffelt ist. Diese Platten werden hauptsächlich in Schweinestallungen verwendet. Bevor sich die Gummimatten durchsetzten, wurden sie auch häufig in Anbindeställen eingebaut.

Neue Stallitplatten weisen mit einem durchschnittlichen SRT-Wert von 76 eine sehr gute Trittsicherheit auf, die jedoch innerhalb der ersten beiden Jahre

Tabelle 3: Schichtaufbau, Gefälle und Investitionskosten verschiedener Festbodenbeläge.

Bodenbelag	Belagsdicke ohne Unterbau (mm)	Gefälle %	Kosten mit Unterbau ¹⁾ Fr./m ²	Kosten ohne Unterbau Fr./m ²
Betonüberzug	20-25	2-3	72.-	25.-
Bernit / Steinit / Superisolit	20-25	2-3	95.-	48.-
Gussasphalt	25-30	2-3	117.- ²⁾	55.-
Epoxal	2-3	2-3	147.- ³⁾	75.- ⁴⁾
Tonplatten (inkl. ausfugen)	Platten: 25 Mörtel: 15	5	127.- ⁵⁾	80.- ⁶⁾
Stallitplatten (inkl. ausfugen)	Platten: 35 Mörtel: 15	5	129.- ⁵⁾	82.- ⁶⁾

1) Unterbau:	
Magerbeton 5 cm	Fr. 11.50/m ²
Plastikfolie als Dampfsperre	Fr. 2.50/m ²
Lecca Isolationsbeton 10 cm	Fr. 33.-/m ²
Total	Fr. 47.-/m²

2) Mit Zementmörtel 10 mm stark abtalschiert	Fr. 15.-/m ²
3) Mit Zementüberzug 20 mm stark	Fr. 25.-/m ²
4) Materialkosten:	
Epoxal	Fr. 38.-/m ²
Reinigungsmaterial	Fr. 27.50/m ²
5) Evtl. Unterbau mit 10 cm Magerbeton; kein Isolationsbeton:	
Minderpreis	Fr. 22.-/m ²
6) Materialkosten:	
Stallitplatten	Fr. 37.-/m ²
Tonplatten	Fr. 35.-/m ²

Nicht inbegriffen: allfällige Geröllunterlagen und Abschalungen.

stark abnimmt (Tab. 2). Hier hat jedoch die Riffelung auf einem sauberen Boden einen positiven Einfluss auf die Trittsicherheit. Die SRT-Messungen von Stallitplatten müssen mit etwas Vorsicht betrachtet werden, da durch die Riffelung der Platte leicht verzerrte SRT-Werte resultieren können. Aus diesem Grunde wurden an diesem Bodenbelag auch nur sehr wenige Messungen durchgeführt.

3.5 Epoxal

Epoxal wird vor allem zur Sanierung sehr glitschig gewordener

Böden verwendet, da er nur in einer Dicke von 2 bis 5 mm aufgetragen wird. Epoxal besteht aus Epoxidharz als Bindemittel mit darin eingemischtem Korundgranulat.

Die Trittsicherheit eines neuen Epoxal-Bodenbelages ist mit einem durchschnittlichen SRT-Wert von 74 als sehr gut zu beurteilen (Tab. 2). Auch bis zwei Jahre alte Böden weisen noch eine gute Trittsicherheit auf. Selbst bei älteren Böden ist diese noch genügend, die Abnahme im Laufe der Zeit also sehr gering (Abb. 6).

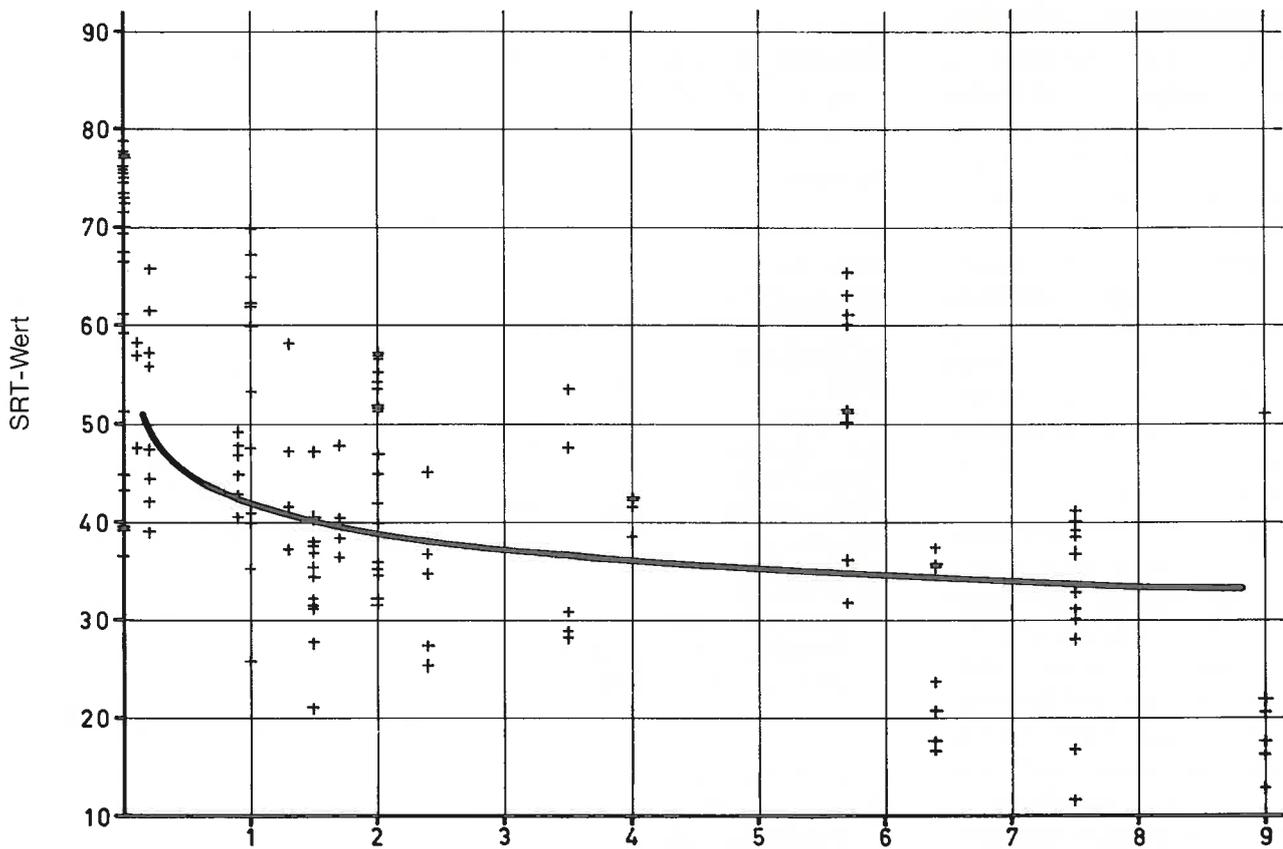


Abb. 3: Verlauf der SRT-Werte von Beton.

Alter des Bodens in Jahren

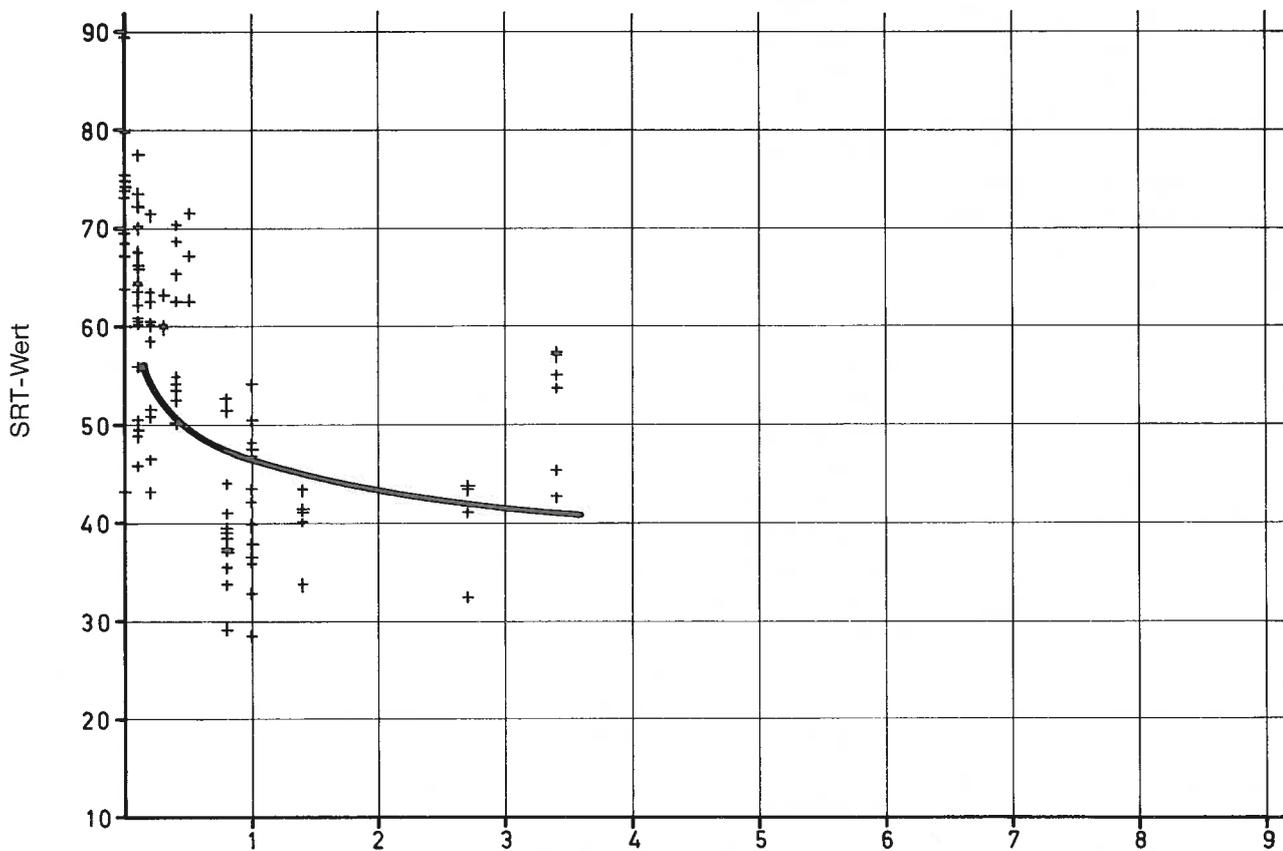


Abb. 4: Verlauf der SRT-Werte von Bernit, Steinit und Superisolit.

Alter des Bodens in Jahren

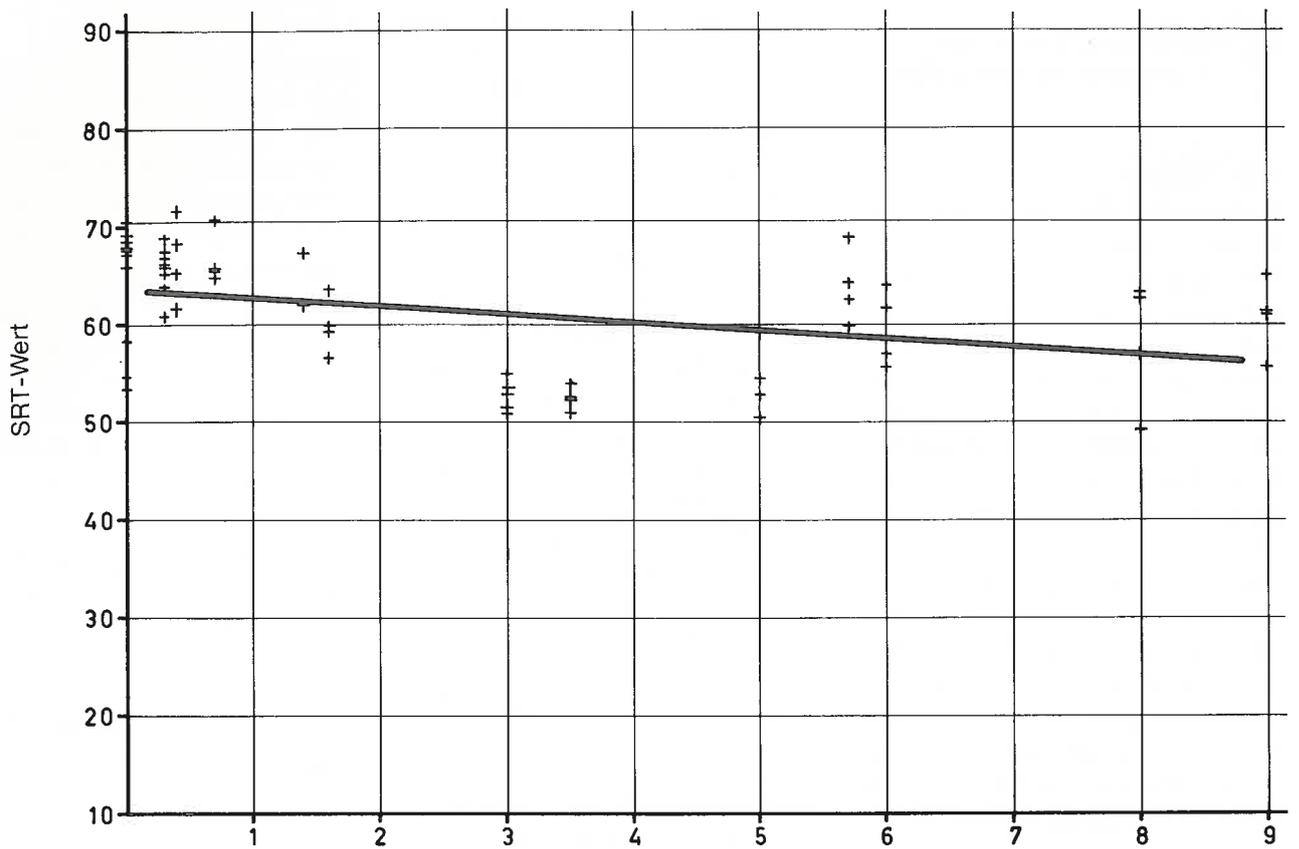


Abb. 5: Verlauf der SRT-Werte von Gussasphalt.

Alter des Bodens in Jahren

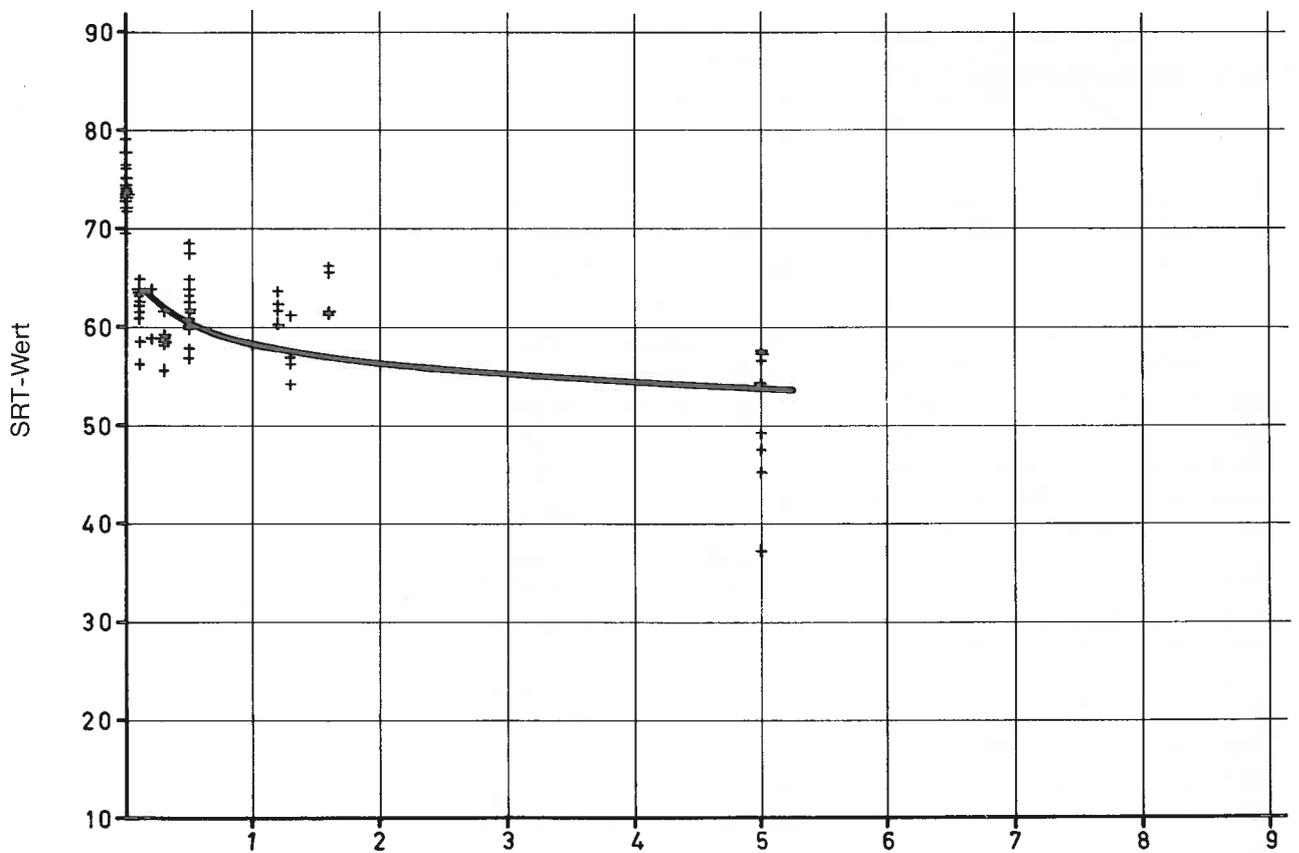


Abb. 6: Verlauf der SRT-Werte von Epoxal.

Alter des Bodens in Jahren

4. Investitionskosten verschiedener Bodenbeläge

Aus Tabelle 3 sind die Investitionskosten der verschiedenen Bodenbeläge ersichtlich.

Wie aus dem Kostenvergleich hervorgeht, ist der Betonüberzug mit Fr. 72.-/m² inklusive Unterbau am billigsten, der Epoxalbelag mit Fr. 147.-/m² am teuersten. Dazwischen liegen die anderen Bodenbeläge, die untereinander nicht allzu fest differieren.

Der hohe Preis des Epoxal beruht vor allem auf dem teuren Reinigungsmaterial. Soll der Boden dauerhaft verlegt werden, so ist eine sehr gründliche Spezialreinigung der Unterlage nötig, da sonst die Gefahr besteht, dass der Belag abblättert.

5. Schlussfolgerungen

- Betonüberzüge sind sehr kostengünstig, auf längere Sicht gesehen in bezug auf die Trittsicherheit jedoch nicht sehr dauerhaft, vor allem in Milchviehlaufställen mit Mistschieber. Glitschig gewordene Böden können zwar mit Salzsäure oder einer Fräse aufgerauht werden, die Verbesserung hält jedoch nur kurze Zeit an.
- Loch-, Spalten- oder Schlitzroste aus Beton sind bezüglich der Trittsicherheit des Materials ebenfalls nicht sehr dauerhaft. Die Perforation trägt jedoch zu einer Verbesserung der Rutschfestigkeit bei.
- Bernit-, Steinit- und Superisolitüberzüge sind relativ preis-

günstig, die Trittsicherheit nimmt jedoch im Laufe der Zeit stark ab. Auch diese Beläge können mit Salzsäure oder mit Superphosphat aufgerauht werden, doch ist hier die Verbesserung ebenfalls nur von kurzer Dauer.

- Gussasphalt liegt preislich im Mittel aller Bodenbeläge. Die Trittsicherheit des Bodens nimmt im Laufe der Zeit nur sehr wenig ab, auch dort wo der Boden durch einen Mistschieber stark strapaziert wird. Dieser Belag eignet sich sehr gut für Milchviehlaufställe mit Festboden. Der Belag muss allerdings von einer Firma verlegt werden, die Erfahrung im Bereich des Stallbaues hat, da die Dauerhaftigkeit und Trittsicherheit des Bodens stark von der Zusammensetzung des Gussasphaltes abhängen.
- Epoxal ist ein sehr teurer Bodenbelag. Seine Dauerhaftigkeit in bezug auf die Trittsicherheit ist jedoch gut. Aufgrund des Preises und seiner geringen Dicke eignet er sich vor allem für Sanierungen von zu glitschig gewordenen anderen Bodenbelägen oder dann für den Neubau bei kleineren Flächen.
- Stallitplatten sind relativ teuer, bewähren sich jedoch aufgrund ihrer Rillierung und Isolation sehr gut für die Liegeflächenausstattung in Schweinestallungen.
- Tonplatten haben heutzutage in der Tierhaltung an Bedeutung verloren und sind fast nicht mehr erhältlich. Verzeilte SRT-Messungen ergaben eine geringe Trittsicherheit, die Isolationseigenschaften sind jedoch sehr gut. Sie eignen sich deshalb sehr gut für die Liegeflächenausstattung in Schweinestallungen.

Literaturverzeichnis:

Ming, J. (1984): Untersuchungen über die Eignung von Loch- und Spaltenböden (Betonflächenroste) in der Rindviehmast. Diplomarbeit, Institut für Tierproduktion, Gruppe Physiologie und Hygiene, ETH-Zürich.

Sommer, Th. (1985): Untersuchungen zur Tiergerechtheit praxisüblicher Gestaltung von Laufflächen für Milchvieh im Boxenlaufstall. Lizentiatsarbeit, Ethologische Station Hasli, Uni Bern.

Webb, N.G.; Nilsson, G. (1983): Flooring and Injury – an Overview. In: Baxter, S.H.; Baxter, M.R. and MacCormack, J.A.C. (Editors): Farm Animal Housing and Welfare. Martinus Nijhoff Publishers.