

## Laufflächen in Ställen tiergerechter gestalten

### Ausführung und Sanierung von planbefestigten Laufflächen für Rindvieh

Beat Steiner und Ludo Van Caenegem, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Das Interesse für eine optimale Gestaltung von planbefestigten Laufflächen ist in den vergangenen Jahren stark gestiegen (Abb. 1). Klauenerkrankungen werden nicht nur mit der Fütterung, sondern auch mit der Gestaltung der Lauf- und Liegeflächen in Zusammenhang gebracht. Hoher Laufflächenkomfort beeinflusst die Futteraufnahme und die Bewegungsaktivität der Tiere positiv. Nur rutschsichere Böden ermöglichen den Tieren ein artgerechtes Verhalten.

Betonflächen verlieren im Laufe der Zeit ihre anfängliche Rutschfestigkeit. Die Verschleissfestigkeit des Betons hängt nicht nur von der Betonqualität, sondern auch von der Sorgfalt beim Einbringen und der Nachbehandlung ab.

Um die rutschhemmende Wirkung einer verschmutzten Lauffläche sicherzustellen, ist eine minimale Makrorauheit (Grobrauheit) erforderlich. Diese kann durch Profilieren des frischen Betons oder durch Verwendung von vorgefertigten profilierten Betonelementen erreicht werden.

Gussasphaltbeläge weisen in sauberem und nassem Zustand auch nach vielen Jahren eine gute Rutschfestigkeit auf. Dies ist jedoch nur bei Verwendung einer optimierten Mischung sowie durch fachgerechten Einbau erreichbar. Verformbare Böden sind für das Rind tiergerechter als harte. Erste Erfahrungen mit Gummi-Laufflächen zeigen positive Einflüsse auf das Lauf- und Komfortverhalten sowie

die Klauengesundheit von Milchkühen.

Der Kostenvergleich von verschiedenen Neubauvarianten zeigt, dass sowohl die Neubaukosten als auch die Gesamtkosten nach 15 Jahren Nutzungsdauer inklusiv Sanierungen sehr stark variieren.

Neben der Messung des Rutschwiderstandes liefern die Klauengesundheit sowie das Lauf- und Komfortverhalten Hinweise auf eine erforderliche Sanierung von Laufflächen. Ganzflächiges chemisches oder mechanisches Aufrauhfen von Betonflächen ergeben häufig nur eine kurzfristige Wirkung. Eine zusätzliche feine Rillierung kann die Haltbarkeit verbessern. In vielen Fällen ist eine langfristige Sanierung nur durch einen neuen Laufflächenbelag möglich.



Abb. 1: Ob in Neu- oder Umbauten, die tiergerechte Gestaltung der Laufflächen gewinnt an Bedeutung.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Klauen und Trittsicherheit	2
Ausführung von neuen Laufflächen	4
Sanierung von Laufflächen	5
Inbetriebnahme und Entmistungstechnik	8
Schlussfolgerungen	11
Literatur	12

## Problemstellung

Viele Laufflächen in Laufställen der ersten Generation weisen Verschleisserscheinungen auf und müssen saniert werden. In Neu- und Umbauten wird heute auch bei den Laufflächen vermehrt auf hohen Komfort im Sinne der Tiergerechtheit geachtet. Gemäss Untersuchungen bei Milchkühen in Deutschland steigt der Anteil Klauenerkrankungen bei den Abgangsursachen stetig an (Herrmann, 2001). Daran sind die Laufflächen und deren Sauberkeit neben anderen Einflussfaktoren massgeblich beteiligt.

In neuen Stallkonzepten stehen den Tieren oft auch im Freien Laufflächen zur Verfügung. Hier scheiden einzelne Lösungen wie Gussasphalt aus, obwohl sich diese in geschlossenen Ställen meist bewährt haben. Neuere Entwicklungen in der Betontechnik werden noch nicht in der breiten Praxis umgesetzt, da sie zu wenig bekannt sind.

## Klauen und Trittsicherheit

### Bodenbeschaffenheit und Klauengesundheit

Die Laufflächen haben neben der Fütterung, der Klauenpflege und der Genetik einen grossen Einfluss auf die Klauengesundheit (Vokey et al. 2001). Das Wohlbefinden beim Stehen und Gehen beeinflusst die Futteraufnahme und die Bewegungsaktivität. Milchkühe sind heute in vielen Fällen grossrahmiger und folglich schwerer. Das verursacht hohe Punktbelastungen am Tragrand und auf das Ballenpolster.

Klauenerkrankungen haben erhebliche wirtschaftliche Auswirkungen. Die Milchleistung kann sich je nach Krankheitsdauer und -bild um bis zu 20 % reduzieren (Herrmann und Wlcek 1996). Der Anteil Klauenerkrankungen an den Abgangsursachen bei Milchkühen nimmt seit Jahren stetig zu und beträgt mittlerweile rund 10 % (Tab. 1). Verbesserungen beim Management und Investitionen in den Bereichen Lauf- und Liegeflächen können sich deshalb rasch bezahlt machen (Stärk 1996).

Tab. 1: Abgangsursachen von Milchkühen

	1985	1990	1995	2000
Unfruchtbarkeit in %	28,4	26,4	21,8	19,6
Eutererkrankungen in %	8,1	12,3	15,3	15,2
<b>Klauenerkrankungen in %</b>	<b>4,5</b>	<b>6,8</b>	<b>8,3</b>	<b>9,4</b>

Quelle: Herrmann 2001.

Der Unterschied zwischen planbefestigten und perforierten Laufflächen bezüglich Klauengesundheit wird oft überschätzt. Während auf perforierten Laufflächen signifikant mehr Sohlenquetschungen und Sohlengeschwüre zu beobachten sind, tritt in Laufställen mit planbefestigten Laufflächen die Ballenhornfäule gehäuft auf (Herrmann und Wlcek 1996). Das Ammoniak der Exkremente macht das Klauenhorn instabil (Mülling 1993). Diese Beobachtungen bestätigen die Forderung nach täglich mehrmaliger effizienter Reinigung von Laufflächen (Steiner und Keck 2000). Bei optimierter Ausführung und entsprechender Reinigung sind planbefestigte und perforierte Laufflächen hinsichtlich Klauengesundheit als gleichwertig einzustufen.

### Klauengerechte Böden anstreben

In Abbildung 2 sind die tragenden Elemente von Sohlen- und Ballenhorn dargestellt. Während das Ballenhorn relativ weich ist und beim Auffussen als Stossdämpfer dient, ist das Wandhorn (Tragrand) fest und trägt letztlich das Tiergewicht. Harte Böden stimulieren das Klauenwachstum; die Abnutzung soll dies ausgleichen. Allerdings fehlt der notwendige Abrieb an der Klauenspitze und im Bereich der Hohlkehlung. Daher ist regelmässige Klauenpflege nötig. Bei verformbaren Belägen kann der Tragrand wie im weichen Naturboden etwas einsinken, extreme Punktbelastungen werden dabei vermindert.

In Abbildung 2 ist die Kontaktfläche der Klauensohle (grau gefärbt) dargestellt. Bei einer nicht verformbaren Lauffläche beträgt diese etwa 75 cm<sup>2</sup> (Lasson und Boxberger 1976). Die hintere Aussenklaue (am häufigsten von Verletzungen und Erkrankungen betroffen) weist bei Milchkühen (grossrahmige Rassen) eine durchschnittliche Sohlenbreite von 46,7 +/- 3,6 mm auf; die Diagonallänge beträgt 119,3 +/- 7,5 mm (Räber 2000). Eine Oberflächenstruktur sollte sich des-

halb an den Klauenmassen und den daraus resultierenden Flächendrücken orientieren. Bei Kühen mit 700 kg Lebendgewicht wechselt die Belastung beim Stehen und Gehen zwischen 175 und 400 kg pro Klauenpaar. Dies entspricht Drücken von bis zu 40 N/cm<sup>2</sup> auf die Sohle und 320 N/cm<sup>2</sup> auf den Tragrand. Beim Aufreiten entstehen sogar doppelte Belastungen (Wandel 1999).

Verschiedene Studien zeigen, wie wichtig eine minimale Rauheit für einen sicheren Auftritt der Klauen sind (De Belie 2002; Albutt 1990). Um punktuelle Überbelas-

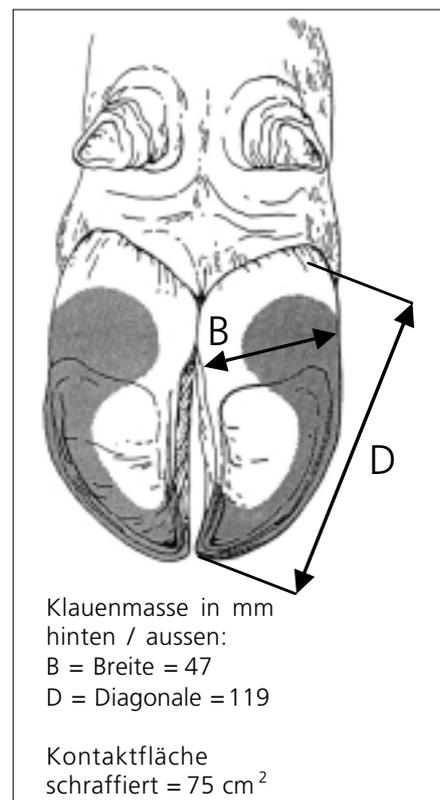


Abb. 2: Die Klauenmasse (Braunvieh, Simmentaler, Fleckvieh, Schwarzfleckvieh) geben Hinweise über die erforderliche Oberflächenstruktur der Lauffläche. (Quellen: J. Herrmann, M. Räber, E. Lasson). Die grau gefärbten Flächen entsprechen den tragenden Teilen von Sohlen- und Ballenhorn.

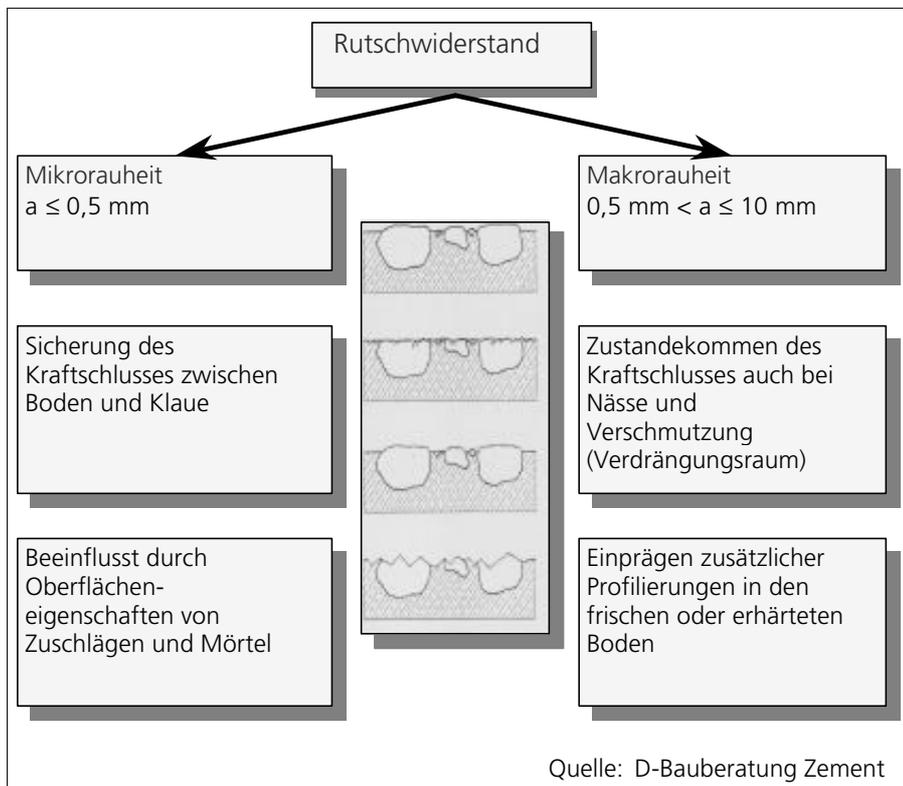


Abb. 3: Während die Mikrorauheit den Kraftschluss zwischen Klaue und sauberem Boden sichert, ermöglicht eine gute Makrorauheit eine bessere Trittsicherheit auch bei verschmutzter Lauffläche.

tungen an der Klauensohle und am Tragrand zu vermeiden, dürfen jedoch keine einzelnen scharfkantigen Teile vorstehen. In Tabelle 2 sind die Anforderungen an Laufflächen zusammengefasst.

### Bestimmung der Trittsicherheit

Bei der Diskussion um Laufflächen in Ställen können verschiedene Begriffe in Anlehnung an den Strassenbau wie folgt definiert werden:

- Rauheit (auch Oberflächentextur) Geometrische Gestaltung der Bodenoberfläche, ermöglicht den Kraft-

schluss zwischen Klaue und Bodenoberfläche.

- Rutschwiderstand / Rutschfestigkeit Kombination von Haftung und Reibung, die den Widerstand gegen Ausgleiten auf der Lauffläche bewirken, abhängig vom Bodenzustand (trocken, nass, verschmutzt, gefroren), Oberflächenrauheit, Tiergewicht, Klauengrösse und -zustand.
- Trittsicherheit Beobachtung des Fortbewegungsverhaltens, das sich aus den Boden-Eigenschaften in Verbindung mit subjektiven Empfindungen und Erfahrungen ergibt. Ziel: Sicheres Gehen für Menschen und Tiere.

Tab. 2: Anforderungen an Laufflächen

<p>Anforderungen aus Sicht der Tiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rutschfeste Oberflächenstruktur</li> <li>• ausreichender, aber nicht zu hoher Klauenabrieb</li> <li>• keine scharfen Kanten und Grate</li> <li>• planeben ohne Mulden</li> <li>• wo möglich verformbare Oberfläche</li> <li>• hohe Sauberkeit</li> </ul>	<p>Anforderungen aus verfahrenstechnischer und wirtschaftlicher Sicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reinigungsfreundlich</li> <li>• kostengünstig</li> <li>• dauerhaft</li> </ul>
---	---

Die Rutschfestigkeit von Laufflächen ist nicht nur für die Tiere, sondern auch für die Betreuer wichtig. Ausrutschen auf Stallböden ist bei Tierhaltern ein besonders häufiger Unfall. Wo gleitfördernde Stoffe anfallen, reicht eine ebene, rutschhemmende Oberfläche nicht mehr aus, es muss ein zusätzlicher Verdrängungsraum in Form von Vertiefungen geschaffen werden (Hugi 2000). Während bei den Arbeitsschuhen die profilierte Sohle einen Verdrängungsraum aufweist, ist dies bei den Klauen nicht der Fall. Folglich muss die Trittsicherheit durch die Rauheit der Bodenoberfläche sichergestellt werden. Diese bildet mikroskopisch gesehen eine Kraterlandschaft. Die rutschhemmende Wirkung entsteht durch Spitzen und Täler, die einen Verdrängungsraum für Verschmutzungen bilden. Es wird zwischen den Mikro- und Makrorauheit unterschieden (Abb. 3).

Die Mikrorauheit (Oberflächen-Schärfe) umfasst alle Rauheitselemente mit einer horizontalen Ausdehnung (a) von  $\leq 0,5 \text{ mm}$ , die Makrorauheit solche von  $\geq 0,5 - \text{ca. } 10 \text{ mm}$ . Der mechanische Verschleiss durch Entmistungsgeräte und die ständig vorhandenen Exkremente reduzieren die Mikrorauheit mit fortschreitender Nutzungsdauer. Eine minimale Makrorauheit ist nötig, um auch bei starker Verschmutzung den Kraftschluss zu ermöglichen. Bei Beton wird die Makrorauheit durch zusätzliche Bearbeitungsschritte erreicht: Prägen in den Frischbeton, Fräsen in ausgehärteten Beton.

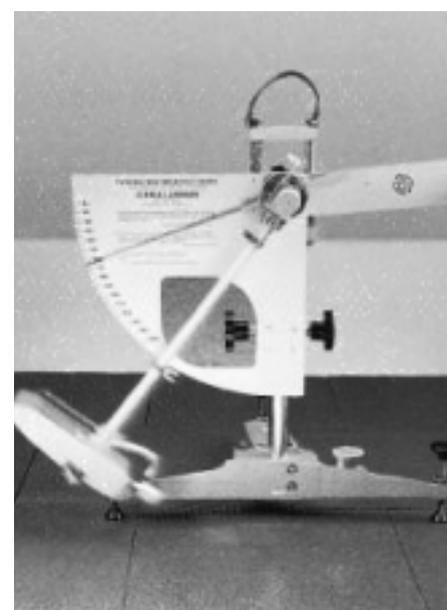


Abb. 4: Mit dem SRT-Messgerät wird die Mikrorauheit einer sauberen und nassen Fläche gemessen.

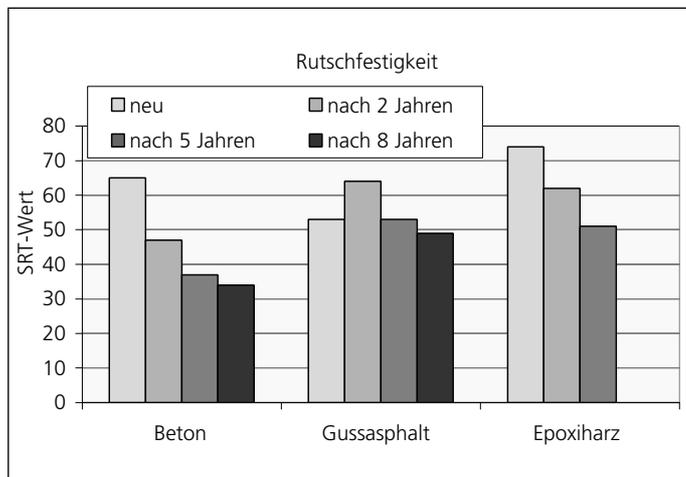


Abb. 5: Abnahme der Rutschfestigkeit bei verschiedenen Laufflächen-Materialien in Abhängigkeit der Nutzungsdauer nach Weber (1985).

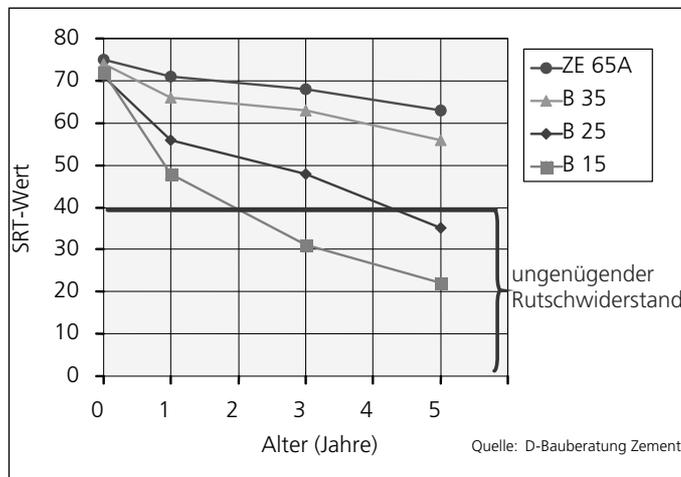


Abb. 6: SRT-Werte in Abhängigkeit der Betonfestigkeitsklasse. Mit zunehmender Verschleissfestigkeit des Betons bleibt die Rutschfestigkeit länger erhalten.

### Messung des Rutschwiderstandes

Ein Verfahren, das Haft- und Reibungswiderstand unter Praxisbedingungen messen kann, existiert bisher nicht. Für Messungen in Ställen eignet sich der für Rauheitsprüfungen im Strassenbau weit verbreitete Skid-Resistance-Tester (SRT). Diese Messung orientiert sich am Gleitvorgang: Ein am Pendelarm befestigter Prüfkörper (Gummi) gleitet über die zu messende Oberfläche (Abb. 4). Der Schleppzeiger des Geräts positioniert sich in Abhängigkeit der Restenergie des Pendels auf der Messskala und gibt die ermittelte Reibungszahl – den SRT-Wert – an. Die Pendelgeschwindigkeit von 2,8 m/s liegt im Bereich der regelmässig auftretenden Ausgleitgeschwindigkeiten von Rindern.

Mit dem SRT-Gerät wird nur der Einfluss des Bodenmaterials auf den Rutschwiderstand gemessen. Der Einfluss von Spalten, Löchern und Schlitzen wird nicht erfasst. Der SRT-Wert beschreibt daher vorrangig die Mikrorauheit.

Tab. 3: Klassierung der SRT-Werte (nach Weber 1985)

SRT-Wert	Rutschfestigkeit der Lauffläche
bis 40	zu glatt
40 – 50	ungenügend
50 – 60	genügend bis gut
60 – 70	gut
70 – 80	sehr gut bis zu rau

Die in Tabelle 3 dargestellte Klassierung der SRT-Werte basiert auf den Angaben von Weber (1985).

Während Gussasphalt über Jahre hinweg eine gute Rutschfestigkeit behält, verändert sich diese bei Beton in Abhängigkeit der Qualität sehr stark (Abb. 5 und 6).

### Ausführung von neuen Laufflächen

#### Generelle bauliche Anforderungen

Um stehende Nässe (Pfützen) zu vermeiden, ist ein minimales Quergefälle von 1 bis 2 % vorteilhaft. Bei Belägen ohne Profilierung, wie beispielsweise Gussasphalt, ist im Hinblick auf die Reinigung Feuchtigkeit erwünscht, mit 1 % Gefälle ist dies noch gegeben. Das Gefälle macht jedoch ein häufiges Reinigen nicht überflüssig (siehe Kapitel Inbetriebnahme und Entmistungstechnik). Je nach Breitschieber-Modell sind entsprechende Führungsschienen, Antriebs- und Steuerungsteile einzubauen.

#### Beton

Die kostengünstigste Lösung, die gleichzeitig auch eigenleistungsfreundlich ist, besteht aus einer einfachen Betonplatte. Damit der Beton die vielfältigen Ansprüche (tragfähig, dauerhaft, rutschfest, leicht zu reinigen) erfüllt, muss er bei der Herstellung und Ausführung hohen Qualitätsanforderungen genügen.

#### Hoher Verschleisswiderstand gefordert

Böden mit hohem Verschleisswiderstand fordern einen Beton mit hoher Festigkeit, der genügend lange nachbehandelt wird. Die Festigkeitsklasse soll mindestens C30/37 (Bezeichnung nach SIA 162.001, entspricht der früheren Bezeichnung B35) betragen. Wegen des geringen Verschleisswiderstands des Zementsteins soll der Zement auf die erforderliche Menge beschränkt werden und es sind möglichst sand- und hohlraumarme Gemische aus verschleissfestem Zuschlag (Kies) zu verwenden (Tab. 4). Die erforderliche Mörtelmenge (Zement-Sand-Gemisch) verringert sich, wenn die Grösse des Zuschlaggrösstkorns zunimmt. In der Regel wird man als Grösstkorn 32 mm wählen.

Der Wasser-Zementfaktor soll so tief wie möglich sein (< 0,5 kg Wasser/kg Zement).

Beim Einbringen sind im Beton etwa 10 % Luft eingeschlossen. Der Beton ist folglich nicht kompakt. Durch Vibrieren soll die Luft verdrängt und der Beton verdichtet werden. Dies darf jedoch nur so lange geschehen, bis eine geschlossene Oberfläche entsteht und keine Luftporen mehr austreten. Zu langes Vibrieren treibt Wasser und Zementleim an die Oberfläche. Dadurch vermindert sich die Festigkeit der Oberfläche drastisch. Die Verschleissfestigkeit von Beton C30/37 (B 35) ist 20 bis 30 % höher als bei einem C20/25 (B 25) (Richter 2001). Eine Betonqualität C30/37 lässt sich nur in einem Betonwerk herstellen. Das Zugeben von Wasser auf der Baustelle ist unbedingt zu vermeiden, es verschlechtert die Betonqualität deutlich.

**Tab. 4: Anforderungen an einen verschleissfesten Beton**

Betonklasse	Mind. C30/37 (B35–25), besser C35/45 (B40–30)
Wasser-Zementfaktor	0,48 (< 0,50) (Verflüssiger verwenden)
Zuschlagmaterial	0–32 mm, falls profiliert wird 0-16 mm im Bereich 3–11 mm Hartgesteinssplitt
Plattendicke	12–20 cm (siehe Tab. 5)
Einbringen	Innerhalb 100 Min. nach der Herstellung, sonst Verzögerer zufügen. Kurz vibrieren.
Nachbehandlung witterungsabhängig	<10 °C trockene Witterung: 8 Tage >10 °C trockene Witterung: 5 Tage

**Tab. 5: Minimale Plattenstärke und empfohlene Armierung bei unterschiedlicher Achsbelastung. Bodenunterlage Geröll bis Frosttiefe. Untergrund tragfähig.**

	Achslast	Minimale Plattenstärke	Armierung längs und quer (Netz)
	kN (t)	cm	mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Tiere / Traktor bis 70 kW	< 30 (3)	12	230
Traktor mit Siloballe	< 50 (5)	15	300
Güllefass/Miststreuer	< 100 (10)	18	350
Lastwagen	> 100 (>10)	20	nach Berechnung

### Erforderliche Dicke der Bodenplatte

Die erforderliche Dicke der Bodenplatte hängt von der Belastung, der Betonfestigkeit und der Tragfähigkeit des Untergrunds ab. Wenn die Bodenplatte nur von Tieren benutzt wird, reicht eine minimale Plattenstärke von 12 cm aus. Soll der Boden befahren werden, ist die Plattenstärke der Achslast anzupassen (Tab. 5). Vorausgesetzt wird ein tragfähiger Untergrund (beispielsweise verdichtetes Wandkies 20 bis 30 cm). Im Randbereich soll die Platte auf einem Frostriegel abgestützt sein.

Im Hinblick auf Rissbreitenbeschränkung ist die Armierung möglichst weit oben (jedoch mindestens 30 mm unter der Oberfläche) zu verlegen.

### Nachbehandlung von Beton

Der Beton benötigt für die Erhärtung und für das Erreichen der geforderten Eigenschaften Zeit und bestimmte Bedingungen. Damit ihm die zum Erhärten erforderliche Feuchtigkeit zur Verfügung steht, ist er ausreichend lange feucht zu halten. Unter normalen Witterungsverhältnissen kann ein frisch eingebrachter Beton pro Stunde mehr als 1 l Wasser durch Verdampfung verlieren. Bei Son-

neneinstrahlung und hohen Luftgeschwindigkeiten kann sich diese Menge vervielfachen. Da die oberen 2 cm lediglich 4 l Wasser pro m<sup>2</sup> enthalten, kann das für die Hydratation notwendige Wasser in kurzer Zeit verschwinden. Die Folgen sind:

- Die feuchten Zementkörner trocknen aus und verlieren ihre Klebewirkung. Sie werden zu inertem Staub. Eine nachträgliche Befeuchtung nützt nichts mehr.

- Starke oberflächliche Rissbildung.
- Verringerung der Betonfestigkeit und des Verschleisswiderstandes.

Sobald der Betonboden abgetrocknet ist und «glänzt», soll er nachbehandelt werden:

Hierzu gibt es folgende Möglichkeiten:

- Abdecken mit einer Plastikfolie.
- Besprühen mit einem Anti-Verdunstungsmittel (Curing-Compound).
- Besprühen mit Wasser. Diese Behandlung ist jedoch nur zu wählen, wenn der Beton flächendeckend besprüht werden kann und dabei keine grossen Temperaturunterschiede zwischen Betonoberfläche und Wasser auftreten.

Die Nachbehandlungsdauer hängt von den Witterungsbedingungen sowie von der Betonzusammensetzung ab (Zementtyp, Wasser-Zementfaktor). Eine Behandlungsdauer von fünf Tagen soll nicht unterschritten werden. Bei niedrigen Temperaturen und tiefen relativen Feuchtigkeiten und/oder starker Sonneneinstrahlung und/oder starker Windeinwirkung soll sie mindestens acht Tage dauern.

### Vergütung der frischen Betonoberfläche

Die frische Betonoberfläche kann im Hinblick auf die Verschleiss- und Rutschfestigkeit durch Einarbeiten von Hartstoffen vergütet werden. Dabei sind gebrochene Hartstoffe mit der Körnung 0,4 bis 1,6 mm einzusetzen. Die Menge sollte 3 kg pro m<sup>2</sup> nicht überschreiten, damit der Klauenabrieb nicht zu hoch wird. Eine andere Variante, welche die Rutschfestigkeit verbessert, besteht aus dem

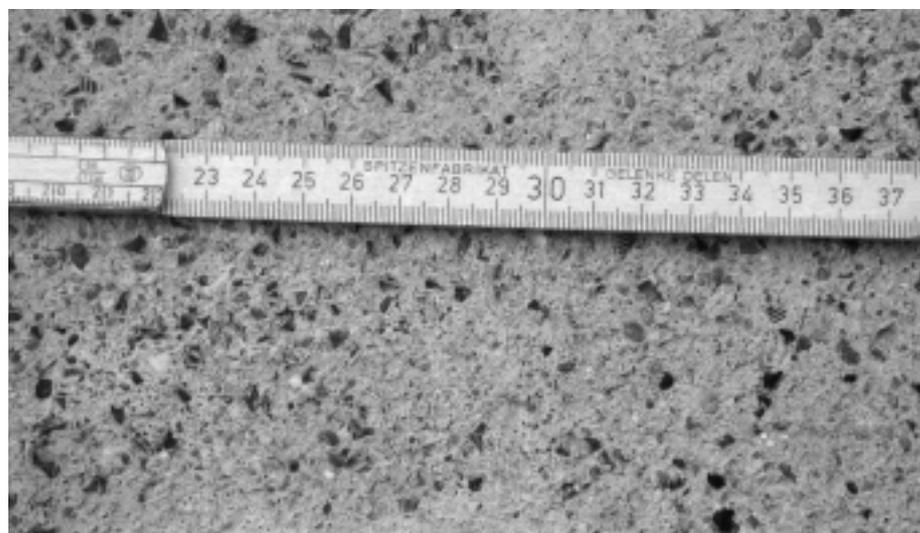


Abb. 7: In die oberste Betonschicht eingearbeitetes Gummigranulat: Um den Verschleiss zu mindern, muss die Entmistungstechnik schonend einsetzbar sein.



Abb. 8: Der Zeitpunkt für das Profilieren von Frischbeton wird mit der Fingerprobe bestimmt. Je nach Anliefer- und Einbringbedingungen kann dies stark variieren.

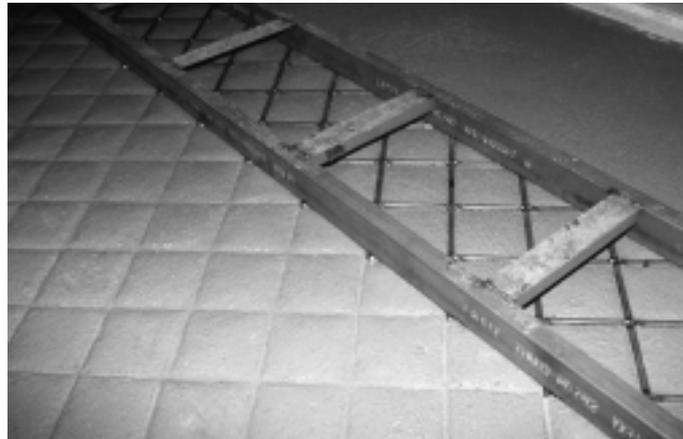


Abb. 9: Eine offene Stempelkonstruktion ermöglicht die Kontrolle beim Eindrücken und ein präzises Ansetzen an die bereits profilierte Fläche.

Einarbeiten von Gummigranulat in die Oberfläche in einer Menge von zirka 2 bis 2,5 kg pro m<sup>2</sup> (Abb. 7). Beim Aufbringen eines Überzugs von 4 cm Dicke werden 5 bis 5,5 kg Granulat pro m<sup>2</sup> empfohlen. Wegen der Haftung zwischen dem Beton und dem Gummi darf kein wieder verwertetes Gummigranulat, sondern nur neues verwendet werden. Neue Beläge mit Gummigranulat weisen in gereinigtem Zustand eine gute Rutschfestigkeit auf. Um den Verschleiss zu mindern, sollte die Entmistungstechnik schonend arbeiten (etwas Abstand zwischen Boden und Schieberklappen).

### Oberflächenprofilierung

Verschiedene Untersuchungen bearbeiten die Frage der Rauheit und den Effekt von Profilierungen bei Betonflächen auf das Laufverhalten und die Trittsicherheit für Rindvieh (Dooren 2001; Swierstra et al. 1998; Dumelow et al. 1989; Vokey 2001; De Belie 2002). Da beim Beton die Mikrorauheit häufig rasch abnimmt und mit starken Verschmutzungen zu rechnen ist, soll die Rutschfestigkeit mit einer hohen und dauerhaften Makrorauheit mittels Profilierung verbessert werden. Im Vergleich zu unbearbeiteten Flächen verbessern unterschiedliche Profilierungen das Laufverhalten in ähnlichem Ausmass. Bezüglich Ausrutschen unterscheiden sich die verschiedenen Ausführungen jedoch erheblich. Die Profilierung muss so ausgelegt sein, dass die Klauen in allen Richtungen Halt finden. Rinder rutschen insbesondere mit den Vorderfüssen häufig auch in seitlicher Richtung aus (Albutt 1989).

Aus bisherigen Untersuchungen geht hervor, dass sich das Hexagon sowie

quadratische Muster für Kühe am besten eignen würden. Das Hexagonmuster erfordert jedoch aufwändige Werkzeuge und das Quadratmuster schafft mit vielen Entmistungsschiebern Probleme. Daher ergibt sich in den meisten Fällen der Einbau des Rautenmusters.

Der Abstand der Rillen soll beim Profilieren in Frischbeton zirka 15 cm betragen, damit ein genügend grosser Anteil ebener Auftrittsflächen verbleibt. Die Rillbreite soll bei allen Profilen zirka 10 mm betragen, es genügt jedoch eine minimale Tiefe von 5 mm. Für das Profilieren mit der Stempel- und Walztechnik eignen sich runde Stäbe.



Abb. 10: Das Profilieren muss mit der gleichen Geschwindigkeit wie das vorgängige Betonieren erfolgen. Dank dem Auflager (Schalung und/oder Führungsschiene) kann die Walze während der Wartezeiten auf der Fläche verbleiben.

### Das Betonieren auf das Profilieren ausrichten

Die FAT hat mit Betonierversuchen ein optimiertes Vorgehen beim Profilieren von Frischbeton erarbeitet. Dabei wird das Profil in den frisch abbindenden Beton eingedrückt. Bei Korngrösse 0 bis 32 entstehen durch das Eindrücken des Profils Löcher in der Betonoberfläche, daher eignet sich die Korngrösse 0 bis 16 besser. Der Beton soll wo möglich nur abgezogen werden; intensives Talochieren ergibt eine zu starke Glättung.

Der ideale Zeitpunkt des Profilierens wird mit der Fingerprobe bestimmt: Der Beton muss mit dem Aushärten beginnen (Abb. 8). Je nach Temperatur und Anlieferbedingungen kann dies eine halbe bis zwei Stunden nach Einbringen des Betons sein. Wird zu früh profiliert, ist der Beton noch zu plastisch und es ergeben sich gewölbte Zwischenflächen. Ist der Beton zu stark erhärtet, vermindert sich lediglich die Profiltiefe, was weniger gravierend ist. Für das Profilieren stehen verschiedene Techniken zur Verfügung:

### Profilieren mit Stempel oder Walze

Zum Stempeln wird ein Gitter, eine Platte oder ein Brett mit entsprechendem Profil in den Frischbeton gedrückt. Das Gerät muss so konstruiert sein, dass ein regelmässiges Profilieren möglich wird (Sicht auf die Raute und/oder Markierungen, Abb. 9). Eine möglichst leichte Konstruktion erleichtert die Stempelarbeit. Damit der Beton nicht am Stempel haftet, ist ein vorgängiges Einölen erforderlich.

Für grössere Flächen wie ganze Laufgänge und Laufhöfe bewährt sich die Walztechnik. Eine Stahlwalze mit einem



Abb. 11: Die Stahlwalze für das Profilieren muss einen grossen Durchmesser aufweisen; mit 60 cm lässt sie sich von zwei Personen recht gut vorwärts bewegen.

Durchmesser von 60 cm lässt sich auch bei grösseren Breiten von Hand vorwärtsbewegen (Abb. 11). Um Unebenheiten zu vermeiden, wird die Walze seitlich auf der Schalung und/oder dem Führungsprofil des Breitschiebers abgestützt (Abb. 10). Dadurch ist eine regelmässige Eindringtiefe des Profils sichergestellt und die Walze kann während der Wartezeiten auf der Fläche verbleiben. Vor dem Wal-

zen kann eine Abdeckfolie (0,007 mm) aufgelegt werden. Stärkere Folien (zum Beispiel handelsübliche Baufolie mit 0,05 mm) sind zu wenig dehnbar und verschlechtern den Profilquerschnitt. Die Abdeckfolie vermindert das Festkleben von Beton an der Walze, glättet die Übergänge der Rillen und verhindert anschliessend ein zu rasches Austrocknen der Oberfläche.



Abb. 12: Ein fachgerecht hergestellter Besenstrich ergibt anfänglich eine gute Oberflächenrauheit. Weil die Rillierung nur im Bereich der Zementschlemme erfolgt, ist die Verschleissfestigkeit jedoch gering.

Um Frischbeton erfolgreich zu profilieren lohnt es sich, ausserhalb der Laufflächen vorgängig ein Muster anzufertigen.

### Beim Besenstrich Haltbarkeit verbessern

Ein fachmännisch aufgebrachter Besenstrich (Abb. 12) ergibt ebenfalls eine rutschfeste Oberfläche. In der Vergangenheit war jedoch der Verschleiss bei den feinen Rillen zu gross und somit der Rauheitseffekt schon nach wenigen Jahren zunichte. Mit einer hohen Betonfestigkeit und optimalem Einbringen kann aus heutiger Sicht die Standzeit etwas erhöht werden. Damit die Rillen regelmässig und genügend tief (zirka 2 mm) werden, ist die Verwendung eines Stahlbesens erforderlich.

### Betonelemente, Stallbodenplatten und Verbundsteine

Im Zusammenhang mit der Emissionsminderung werden insbesondere in Holland und Dänemark vorfabrizierte Betonelemente (Abb. 13) eingesetzt und über Kanälen verlegt. Durch die standardisierte Fertigung ist eine homogene und sehr hohe Betonqualität erreichbar. Die Profilierung kann optimal eingebracht werden. Weitere Vorteile sind ein regelmässiges Gefälle und eine perfekte Ebenheit. Stallbodenplatten (beispielsweise Stallit) haben grundsätzlich die gleichen Vorteile wie Betonelemente. Verschiedene herkömmliche Platten weisen jedoch eine geringe Verschleissfestigkeit auf.

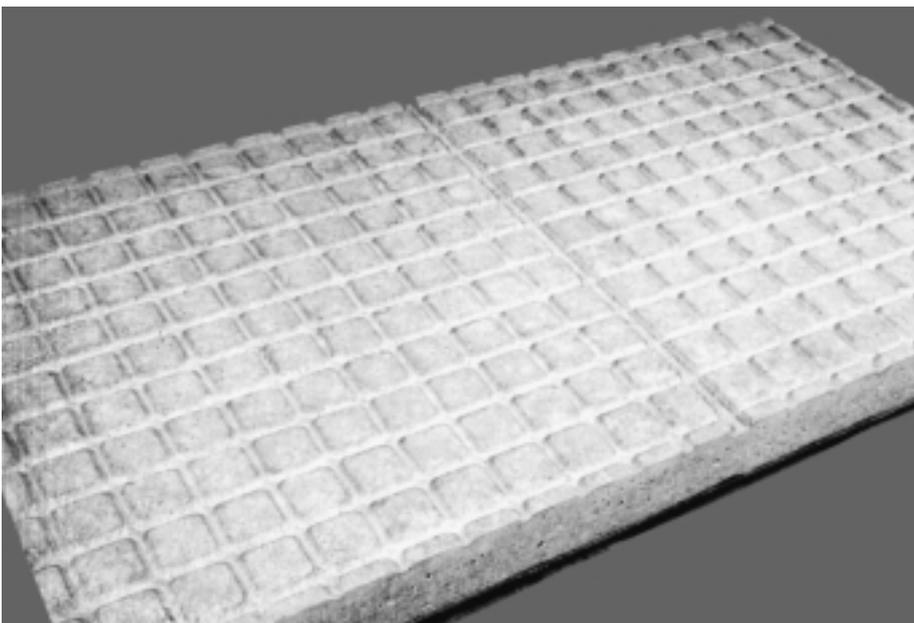


Abb. 13: Bei vorfabrizierten Betonelementen kann die Profilierung optimal eingebracht sowie eine homogene Betonqualität und Ebenheit erzielt werden (Beispiel-Produkt: Plusvloer (NL)).

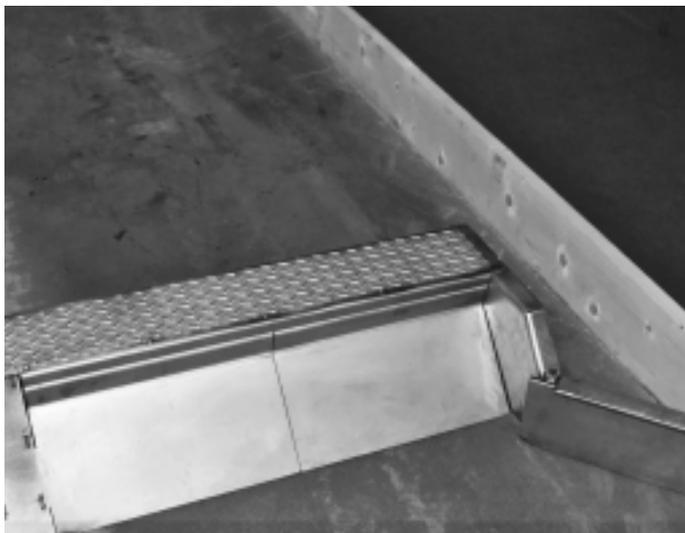


Abb. 14: Laufflächen mit geringer Rauheit erfordern eine besonders effiziente Reinigungstechnik. Schieber mit Einzelklappen haben sich auf Gussasphalt bewährt. Die Flächen müssen dazu feucht sein.

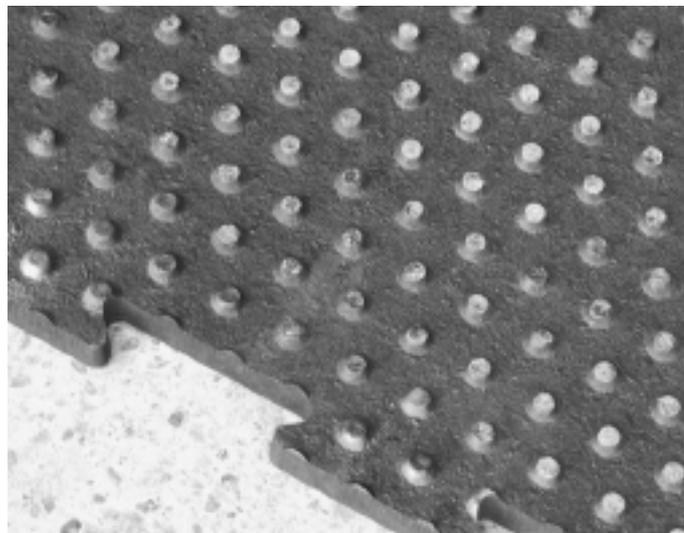


Abb. 15: Die Verformbarkeit von Gummilaufflächen wird durch Noppen auf der Unterseite erreicht.

Schwierigkeiten können sich zudem durch eine ungenügend angepasste Entmistungstechnik ergeben. Das Verlegen in Mörtel verursacht einen hohen Arbeitsaufwand.

Werden kleine Verbundsteine eingesetzt, wird damit die Trittsicherheit durch das enge Fugenraster verbessert (zum Beispiel S-Form oder 10x10 cm). Die Oberfläche der Steine weist jedoch eine geringe Rauheit auf und die Fugen ergeben keinen genügenden Verdrängungsraum für starke Verschmutzungen, wie sie an Fressplätzen zu erwarten sind.

Die Gewässerschutzbestimmungen und deren Auswirkungen auf den Einbau von Elementen, Platten und Verbundsteinen sind frühzeitig zu klären.

## Gussasphalt und Walzasphalt

Gussasphalt besteht wie Beton aus mineralischen Zuschlagstoffen und einem Bindemittel (Bitumen anstelle von Zement). Der Bitumengehalt ist so zu bemessen, dass die Hohlräume voll ausgefüllt sind oder ein kleiner Bindemittelüberschuss besteht. Gussasphalt ist damit wasserdicht und tausalzbeständig. Die Zuschlagstoffe bestehen aus gebrochenen Materialien. Der Unterbau muss eben ausgeführt sein, da mit Gussasphalt nur sehr kleine Ebenheits- und Gefällskorrekturen vorgenommen werden können. Zwischen Unterbau und Gussasphalt wird eine Trennschicht, zum Beispiel bituminiertes Glasvlies, eingelegt.

Gussasphalt wird mit einer Temperatur von zirka 230 °C fließend eingebracht. Das Einhalten der Temperatur auf der Baustelle ist entscheidend für die Qualität und Haltbarkeit. Die beauftragte Firma muss über ausreichende Erfahrungen bei Laufflächen in Ställen verfügen und einen fachgerechten Einbau garantieren.

Für Laufflächen ist in der Regel eine Schichtdicke von 30 bis 35 mm einzubauen. Vor dem Erkalten wird eine Schicht Seesand aufgestreut und einta Lochiert. Die Rutschfestigkeit ist nur im sauberen und feuchten Zustand gegeben. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Reinigungstechnik (Abb. 14). Gussasphalt eignet sich wegen der Witterungseinflüsse (Austrocknen, Frost) nicht für Aussenbereiche.

Beim Walzasphalt fehlen zur Zeit breitere Erfahrungen in Ställen. Der Bitumengehalt (sollte über 6 % liegen) und die Verdichtung beeinflussen die Dauerhaftigkeit. Deshalb ist beim Einbau auf eine hohe Verdichtung zu achten, um den Hohlraumanteil möglichst gering zu halten. Bezüglich Rutschfestigkeit ist Walzasphalt ähnlich wie Gussasphalt einzustufen.

## Beschichtungen mit Harz-Sandgemisch

Beschichtungen mit Epoxidharz/Sand werden vermehrt in Melkständen, vereinzelt auch in Warteräumen und Laufgängen eingebaut. Bezüglich Reinigungsqualität stellen sie hohe Ansprüche, da sie nur wenig Verdrängungsraum für Ver-



Abb. 16: Langsame Gangart und verkürzte Schritte mit gesenktem Kopf sind typische Anzeichen für glitschige Laufflächen.

Tab. 6: Kostenvergleich von verschiedenen Bodenvarianten

Zins	3,5%				
Bauteuerung	2,0%				
Gesamtkosten nach 15 Jahren unter Berücksichtigung der Bauteuerung und der Verzinsung des investierten Kapitals					
		Materialkosten	Unternehmerpreise eingebaut	Sanierung	Gesamtkosten nach 15 Jahren
		Fr/m <sup>2</sup>	Fr/m <sup>2</sup>		Fr/m <sup>2</sup>
12 cm Beton B40/30 WD, 0-32 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit wenn möglich Hartgesteinsplitte, Besenstrich	40	67	Aufrauen nach 6, 9, 12 Jahren	116
12 cm Beton B40/30 WD, 0-16 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit wenn möglich Hartgesteinsplitte, Profilierung	43	71	Aufrauen nach 6, 9, 12 Jahren	121
3 cm Gussasphalt 12 cm Beton B30/20, 0-32 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit Gussasphalt-Überzug 30 mm	94	118	Keine Sanierung vorgesehen	159
4 cm Merostep-Überzug 12 cm Beton B30/20, 0-32 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit Merostep-Überzug 40 mm	55	101	Ohne allfällige Sanierungen Dauerhaftigkeit unbekannt	136
12 cm B40/30 WD + Gummi 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit Gummigranulat eintalochiert	50	78	Ohne allfällige Sanierungen Dauerhaftigkeit unbekannt	105
3 mm Epoxi-Harz 12 cm Beton B35/25, 0-32 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit Epoxi-Harz-Beschichtung (nicht in Laufgängen mit Schieber)	84	128	Keine Sanierung vorgesehen	172
2 mm PUR 12 cm Beton B35/25, 0-32 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit Polyurethan-Beschichtung (nicht in Laufgängen mit Schieber)	62	105	Keine Sanierung vorgesehen	141
12 cm Plusvloer profiliert 5 cm recycl.Beton 150 20 cm Wandkies verdichtet	Vorgefertigte profilierte Betonplatten (Plusvloer) mit Kitfugen	96	141	Dichtigkeit und Dauerhaftigkeit unbekannt	190
12 cm Plusvloer profiliert 12 cm Beton B35/25 WD, 0-32 20 cm Wandkies verdichtet	Vorgefertigte profilierte Betonplatten (Plusvloer) auf Betonboden	106	144	Dauerhaftigkeit unbekannt	194
Gummimatte 12 cm Beton B35/25 WD, 0-32 20 cm Wandkies verdichtet	Betonboden mit Gummimatte (unten Noppenprofil)	113	145	Lebensdauer Matte nach Firma: 15 Jahre	196

schmutzungen aufweisen. Ihr typisches Einsatzgebiet sind deshalb Bereiche wie Melkstand und Stallgänge in Anbindeställen, sofern diese ebenfalls täglich mit Wasser intensiv gereinigt werden. Sandgemische mit einer Körnung < 1 mm ergeben schon bei geringer Verschmutzung eine ungenügende Trittsicherheit. Deshalb sollte zumindest ein Teil der Sandmischung mit einer Korngrösse von 0,5 bis 1,6 mm eingesetzt werden.

Der Einsatz von solchen Beschichtungen für Laufflächen mit mechanischer Entmistungstechnik ist aus Verschleissgründen problematisch.

### Verformbare Laufflächen aus Gummi

Gummilaufflächen sollen der Forderung nach einer verformbaren Auftrettsfläche für das Rindvieh entgegenkommen. Untersuchungen auf Spaltenböden mit Gummiaufgabe zeigen positive Auswirkungen auf das Lauf- und Komfortverhalten sowie auf die Klauengesundheit von Milchkühen (Benz 2001). Um die geforderte Trittsicherheit zu erreichen, müssen die Klauen in die Gummimatten einsinken. Bei den heute angebotenen Produkten ist dies nur mit entsprechend ausgeformten Noppen auf der Unterseite

erreichbar (Abb. 15). Das Erhöhen der Makrorauheit durch entsprechende Oberflächengestaltung ist nur begrenzt möglich, weil dadurch die Stabilität und die Reinigungsfreundlichkeit eingeschränkt werden. Gummimatten und Bahnen müssen gut mit dem Unterbau verbunden sein, um ein Aufstülpen oder Beschädigungen durch die Entmistungstechnik zu vermeiden.

Gummilaufflächen sind eine neue Entwicklung, deren Haltbarkeit sich zur Zeit noch nicht abschliessend beurteilen lässt.

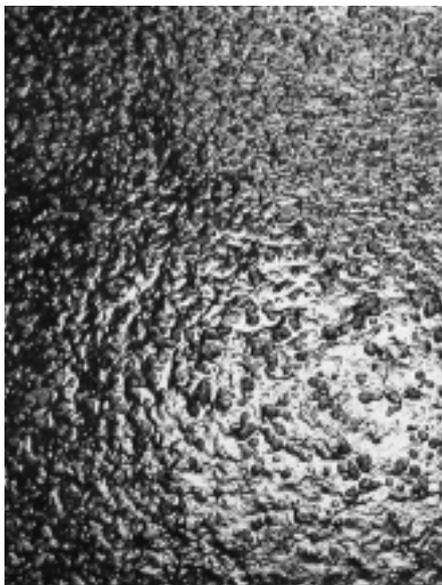


Abb. 17: Dieser Gussasphalt-Belag weist eine zu hohe Rauheit auf und führt somit zu starkem Klauenabrieb.

### Kostenvergleich von verschiedenen Bodenvarianten

Der Kostenvergleich (Tab. 6) von verschiedenen Neubauvarianten zeigt, dass sowohl die Neubaukosten als auch die Gesamtkosten sehr stark variieren. Die Gesamtkosten beziehen sich auf Abschreibung, Verzinsung (3,5%) und allfällige Reparaturarbeiten während der ganzen Gebrauchsperiode. Für alle Varianten wurde die gleiche Lebensdauer von 15 Jahren angenommen. Diese Annahme beruht für einzelne Beläge (Merostep, Epoxiharz, PUR, Gummimatten) auf Angaben des Herstellers und konnte wegen fehlender Erfahrung in der Praxis nicht überprüft werden. Deshalb sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren. Bei den Varianten «Beton Besenstrich» und «Beton profiliert» findet nach 6, 9 und 12 Jahren jeweils ein mechanisches Aufrauchen statt. Diese Varianten sind trotz erhöhter Betonqualität (B40/30) und periodischem Aufrauchen kostengünstig.

### Sanierung von Laufflächen

#### Wann muss saniert werden?

Die Messung des Rutschwiderstandes gibt nur teilweise Auskunft über die Trittsicherheit von Laufflächen. Noch entscheidender sind das Tierverhalten und die Tiergesundheit als Indikatoren für eine erforderliche Sanierung. Um einen objektiven Vergleich zu erhalten, müssen Tiere auf Betrieben mit guten Voraussetzungen (Weidehaltung, hohe Trittsicherheit im Stall, gute Klauengesundheit) einbezogen werden.

Grundsätzlich tritt die Kuh mit dem Hinterfuss nahe beim Abdruck des Vorderfusses auf. Die Schrittlängen erreichen durchschnittlich 80 cm. Auf glitschigen Flächen sind oft verkürzte Schritte und langsame Gangart zu beobachten (Abb. 16). Zügiges Gehen mit erhobenem Kopf ist ein Zeichen für eine trittsichere Lauffläche.

Auch schlecht ausgeprägtes Brunstverhalten ist ein Indikator für mangelnde Trittsicherheit. Einen weiteren Hinweis liefert das Komfortverhalten: beispielsweise das Lecken an der Schwanzwurzel setzt eine hohe Trittsicherheit voraus. Zu hoher Klauenabrieb kann zu Lahmheiten und entsprechenden Behandlungen führen. Vor allem bei älteren Gussasphalt-Belägen kommen solche Situationen vor (Abb. 17). Ein erfahrener Klauenpfleger oder der Tierarzt können durch eine vergleichende Beurteilung einen aussergewöhnlichen Abrieb feststellen. Die Ursachen dafür können neben den Laufflächen im Stall auch bei Weidewegen und Laufhöfen liegen.

**Verschiedene Sanierungsvarianten möglich**

In Tabelle 7 sind die wichtigsten Sanierungsvarianten im Vergleich gegenübergestellt. Genauere Informationen zu Belägen und Beschichtungen wie Gussasphalt, Epoxiharz/Sand und Gummi finden sich unter den vorangegangenen Kapiteln. Im Bereich Beton ist das Aufbringen eines Überzugs (B 45) möglich. Nach gründlicher Reinigung und dem Aufrauchen ist eine Haftbrücke erforderlich. Zur Vergütung der Oberfläche des Überzugs kommen wiederum die Varianten Hartstoffe, Gummigranulat und Besenstrich in Frage. Die beim Beton erwähnten Nachteile sind auch beim Überzug vorhanden. Durch das Aufbringen von Belägen erhöht sich das Laufflächen-Niveau um mindestens 3 cm. Daher sind die baulichen Konsequenzen vorgängig abzuklären. Dazu gehören unter anderem das Einhalten der minimalen Fressplatzhöhe,

die Entwässerung und Anpassungen für die Entmistungstechnik.

Aus Kostengründen oder wegen der erwähnten baulichen Konsequenzen fällt die Wahl häufig auf das Aufrauchen der bestehenden Betonfläche.

### Chemisches Aufrauchen

Durch das chemische Aufrauchen kann bei Betonflächen die Mikrorauheit verbessert werden. Eine fehlende Makrorauheit lässt sich damit aber nicht herstellen. Es lassen sich lediglich feine Schichten von Kalkstein entfernen. Dazu hat sich das folgende Vorgehen bewährt: Zuerst werden die sauberen Flächen mit einem alkalischen Reinigungsmittel behandelt und mit dem Hochdruckreiniger abgespritzt. Ein saures Reinigungsmittel löst dann die anorganischen Rückstände (Kalk usw.).

Das mehrmalige Behandeln mit Säure erhöht den Effekt wesentlich (von Beschwitz 2002).

Es können Reinigungsmittel für die Milchhygiene eingesetzt werden. Diese Mittel sind wenig korrosiv und leicht abbaubar. Bei der Säure hat sich insbesondere Phosphorsäure bewährt. Es sind in jedem Falle die Anwendungsvorschriften einzuhalten.

Das chemische Aufrauchen hat je nach Wasserhärte des Betriebs und der Nutzung der Flächen eine Haltbarkeit von wenigen Monaten bis zu einem Jahr.



Abb. 18: Durch ganzflächiges Aufrauchen wird eine feinraue Oberfläche erreicht. Die rutschhemmende Wirkung ist je nach Betonqualität und mechanischer Beanspruchung maximal zwei bis drei Jahre gegeben.

**Tab. 7: Übersicht Sanierung von Laufflächen in Rindviehställen**

	Kunstharzbeschichtung (nur Melkstand, Stallgänge)	Hartbetonüberzug	Gussasphalt	Verformbare Gummimatten	Aufrauen/Fräsen
<b>Bauliche Konsequenzen</b>	Schichtdicke 2–3mm; ebene Unterlage erforderlich	Schichtdicke 30–40 mm; kleine Unebenheiten korrigierbar; Anpassungen Entmistungsanlage	Schichtdicke zirka 30 mm; Gefälle max. 5%; ebene Unterlage erforderlich; Anpassungen Entmistungsanlage	Matte zirka 20 mm; ebene Unterlage erforderlich Anpassungen Entmistungsanlage	Überzüge nur leicht aufrauen; Fräsen in Beton: 2–3mm tief; Armierungsüberdeckung beachten
<b>Reinigung, Vorbereitung</b>	HD-Reinigung eventuell Entfettung / Aufrauen	HD-Reinigung; eventuell Aufrauen	HD-Reinigung	HD-Reinigung	HD-Reinigung
<b>Bearbeitungsschritte</b>	– Haftgrund auftragen – Deckschicht auftragen – Sanden mit Quarzsand	Haftung mit dem Beton sicherstellen (Aufrauen) – Überzug mit zirka 60 kg/m <sup>3</sup> Quarzsand gebrochen oder – Überzug mit zirka 100 kg/m <sup>3</sup> Gummigranulat	– Trennlage auslegen – Gussasphalt – Sanden mit Seesand – Fugen schliessen	Einzelmatte mit Spezialschrauben verschrauben	– Aufrauen/Fräsen – Reinigen
<b>Dauer Sanierung</b>	Aushärten 3–5 Tage	Aushärten mind. 10 Tage	Aushärten 2–3 Stunden	Sofort begehbar	Sofort begehbar
<b>Kosten (Arbeit + Material)</b>	50–70 Fr./m <sup>2</sup>	30–40 Fr./m <sup>2</sup>	50–60 Fr./m <sup>2</sup>	80–85 Fr./m <sup>2</sup>	15–20 Fr./m <sup>2</sup>
<b>Eigenleistungen</b>	Einbau in Eigenleistung möglich, aber nicht empfehlenswert (Garantiefrage)	Vorbereitungsarbeiten	Vorbereitungsarbeiten	Vorbereitung und Montage gemäss Anleitung	Vorbereitungsarbeiten, meist Leihmaschinen erhältlich; Entfernung des Fräsgutes
<b>Eignung Aussenbereich</b>	Ungeeignet; Bildung von Schmierschichten; häufige, intensive Reinigung erforderlich; Klimaeinflüsse können Standzeit reduzieren	Mit Einschränkungen; Schmierschichten; häufige, intensive Reinigung erforderlich	Ungeeignet; Schmierschichten; optimale Trittsicherheit nur in sauberem und feuchtem Zustand	Mit Einschränkungen; Schmierschichten	Gut; bei genügender Grobrauheit wird Einfluss von Schmierschichten kleiner
<b>Standdauer</b>	5–10 Jahre	> 10 Jahre	> 10 Jahre	> 10 Jahre (laut Firma)	3–5 Jahre (abhängig von Betonqualität)

## Mechanisches Aufrauen

Um die glatte Sinterschicht zu entfernen, ist ein ganzflächiges Aufrauen erforderlich. Dazu können leichtere Aufrauheräte von örtlichen Baufirmen gemietet werden (Abb. 18). Ein ähnliches Ergebnis lässt sich mit Sand- oder Kugelstrahlen erreichen. Bei diesen Verfahren ist jedoch die Arbeitsleistung bei gleicher Wirkung wesentlich geringer. Die Haltbarkeit des mechanischen Aufrauhs ist etwas besser als bei der chemischen Variante – aber auch hier ist mit einer Wiederholung schon nach zwei bis drei Jahren zu rechnen.

Um die Haltbarkeit zu verlängern, werden Laufflächen vermehrt mit Rillen versehen. Für diese Arbeit sind ebenfalls handgeführte und damit wendige Geräte einsetzbar. Das Rillenprofil muss den Klauen eine ebene Auftrettsfläche ohne scharfe Kanten und Grate bieten. Obwohl die Meissel eine rundliche Form aufweisen, führt eine Bearbeitung von mehr als 3 mm Tiefe beim Beton zu scharfkantigen Ausbrechungen. Klauen-

untersuchungen haben gezeigt, dass dadurch Ausfransungen an den Klauensohlen und ein starker Abrieb an den Tragrändern entstehen. Die eingeschlagenen Rillen sollten deshalb maximal

2 bis 3 mm tief und zirka 12 mm breit sein; ihr Abstand soll mindestens 10 mm betragen. Tiefere Bearbeitungen gefährden häufig die minimale Überdeckung der Armierung (mindestens 30 mm).



*Abb. 19: Häufiges, effizientes Reinigen der Laufflächen verbessert die Trittsicherheit und die Klauengesundheit. Der Faltschieber eignet sich mit seinen kleinen Baumassen besonders gut.*

Nach der Bearbeitung muss das Ausbruchmaterial sauber entfernt werden, um Klauenverletzungen zu vermeiden. Zu solchen Rillierungen fehlen zurzeit noch die Erfahrungen bezüglich Klauengesundheit und Haltbarkeit.

## Inbetriebnahme und Entmistungstechnik

### Vorbereitung des Stallbezugs

Vor der Inbetriebnahme von Laufflächen müssen diese auf vorstehende Kanten und Grate überprüft werden. Bei Profilierungen in Frischbeton ohne Folienauflage ist es angezeigt, einen Beton- oder Stahlblock über die Fläche zu ziehen, um vorstehende Teile auszubrechen. Eine intensive Reinigung ist in jedem Fall erforderlich.

Vor dem Einzug mit den Tieren sind die Laufflächen mit Wasser zu befeuchten. Das Beziehen von neuen Laufflächen soll wenn immer möglich während der Weidesaison geschehen. Die anfänglich hohe Belastung der Klauen wird dadurch gemindert. Neue Tiere sollten auf der Weide in die Herde eingegliedert werden.

### Voraussetzungen für eine gute Reinigungsqualität

Gute Klauengesundheit und Stallhygiene setzen häufiges Entmisten voraus. Je nach Flächenangebot ist dies täglich vier bis sechs Mal nötig. Mit einer mobilen Entmistungstechnik ist dies kaum mehr möglich. Dazu sind fest installierte Entmistungsanlagen erforderlich. Eine Ausnahme ergibt sich bei anfriertem Mist. Hier ist es sinnvoll, auf das Entmisten gänzlich zu verzichten, bis eine vollständige Reinigung wieder möglich ist. Verschleisskanten an den Schieberklappen, die eine geringere Härte als die Lauffläche aufweisen, oder ein geringer Abstand zwischen Schieberkanten und Laufgangoberfläche reduzieren den Verschleiss des Belags. Schieberklappen sind regelmässig nachzustellen bzw. rechtzeitig zu ersetzen. Laufflächen mit minimaler Rauheit (wenig Verdrängungsraum für Verschmutzungen) setzen eine besonders effiziente Reinigung voraus. Darunter fällt unter anderem Gussasphalt. Solche Böden müssen täglich

angefeuchtet werden, damit sich keine Schmierschichten bilden. Unabhängig von der Ausführungsart sind die Laufflächen regelmässig intensiv zu reinigen (Hochdruckreiniger). Mit dieser Massnahme wird die Wirkung der Oberflächenrauheit immer wieder erneuert.

## Schlussfolgerungen

Die tiergerechte Gestaltung von Laufflächen erhält zukünftig mehr Bedeutung. Weniger Klauenerkrankungen sowie mehr Komfort beim Stehen und Gehen sind gefordert. Dazu muss die Oberfläche der Böden konsequent auf die Anforderungen der Klauen ausgerichtet sein. Eine minimale Mikrorauheit ist für einen sicheren Auftritt nötig. Die anfängliche Rauheit geht bei herkömmlichen Betonböden schnell verloren. Eine höhere Betonfestigkeit, entsprechende Zuschlagstoffe und eine genügend lange Nachbehandlung können mit wenig Mehrkosten die Verschleissfestigkeit des Betons wesentlich erhöhen.

Die starken Verschmutzungen erfordern eine genügende Makrorauheit (Grobrauhheit) als Verdrängungsraum. Dies lässt sich durch Profilieren von Frischbeton, Fräsen von Rillen in bestehende Böden oder Verlegen von vorgefertigten profilierten Betonelementen erreichen.

Ein Kostenvergleich zeigt grosse Unterschiede zwischen den Ausführungsvarianten. Die Angaben sind vorsichtig zu interpretieren, da bei neueren Belägen die Dauerhaftigkeit noch unbekannt ist. Zur Sanierung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Während bei Betonböden das Aufrauen kostengünstig möglich ist, müssen schadhafte Gussasphalt-Beläge ersetzt werden.

Weitere Varianten sind verformbare Gummimatten und Überzüge mit Gummigranulat oder Hartstoffen. Die Sauberkeit der Laufflächen beeinflusst massgebend die Rutschfestigkeit. Deshalb soll die Entmistungstechnik auf den Belag abgestimmt und täglich mehrmals entmistet werden.

## Literatur

Albutt R.W. und Dumelow, J. et. al., 1990. Slip-resistance of solid floors in cattle buildings.

Benz B., 2002. Gestaltung der Lauffläche für Milchvieh.

De Belie und Nele, 2002. Effect of surface roughness on pressure distributions in the foot-to-ground contact area for cattle.

Dooren H.J.C., van Smolders E.A.A. und Blanken K., 2001. Effect of grooving of a solid concrete floor on slip incidence and walking behaviour of dairy cattle.

Hermann H.J. und Wlcek S., 1996. Planbefestigte Laufflächen – Stand der Diskussion, ALB-Fachtagung, Stuttgart-Hohenheim.

Hermann J. und Müller K., 2001. Anforderungen an Stallfussböden in der Rinderhaltung, S.11.

Hugi M., 2000. Anforderungen an Bodenbeläge, S.1.

Lasson E. und Boxberger J., 1976. Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen.

Mülling C., 1993. Struktur, Verhornung und Hornqualität in Ballen, Sohle und weisser Linie der Rinderklaue und ihre Bedeutung für Klauenerkrankungen.

Räber M. E., 2000. Das Ballenpolster beim Rind.

Richter T., 2001. Trittsicherheit von Stallfussböden aus Beton, BfL 3 / 2001, S. 14.

Stärk K.D.C. et al., 1996. Häufigkeit und Kosten von Gesundheitsproblemen bei Schweizer Milchkühen und deren Kälbern (1993–1994).

Steiner B. und Keck M., 2000. Stationäre Entmistungsanlagen in der Rinder- und Schweinehaltung, FAT-Berichte Nr. 542.

Swierstra D. und Braam C.R., 1998. Characteristics of floors in cattle houses with respect to animal and environmental demands, IMAG-DLO.

Vokey F.J. et al., 2001. Effects of Alley and Stall Surfaces on Indices of Claw and Leg Health in Dairy Cattle Housed in a Free-Stall Barn, Journal of Dairy Science Vol. 84, No 12, 2001.

Von Beschwitz E., 2002. Einfluss von Wasser und Säurebehandlung auf die Rutschfestigkeit von Laufflächen in Milchviehställen.

Wandel H., 1999. Laufflächen für Milchvieh – Anforderung, Auswahl, Erneuerungen, ALB-Fachtagung, Stuttgart-Hohenheim.

Weber R., 1985. Trittsicherheit von Stallbodenbelägen, FAT-Berichte Nr. 280.