

**Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und  
Kommunikation (UVEK)**

**Bundesamt für Strassen (ASTRA)**

# **Bewachsene Oberbauten**

**Superstructures vertes**

**Overgrown flexible pavements**

**Bürkel Baumann Schuler, Ingenieure + Planer AG  
8400 Winterthur**

**Peter Bürkel, dipl. Ing. ETH/SIA  
Martin Stauber, dipl. Ing. ETH/SIA**

**Forschungsauftrag VSS2000/414 (18/00) auf Antrag des  
Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute  
(VSS)**

**September 2003**



## Zusammenfassung

Der Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) hat beschlossen, die Normen über die Ausführung und den Unterhalt von bewachsenen Oberbauten zu überarbeiten. Da seit der letzten Publikation die Bedeutung von durchlässigen und bewachsenen Oberbauten insbesondere im Hinblick auf den quantitativen Gewässerschutz gestiegen ist, ergab sich die Notwendigkeit einer umfassenden Revision.

Die begleitende Expertenkommission 6.01 Unterhalt hat zu Beginn der Überarbeitung beschlossen, dass die neuen Anforderungen in einem Normenpaket "Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr" zu behandeln seien, in dem alle relevanten Aspekte für Güterstrassen und Parkplätze enthalten sein sollen: Nutzungen, Beurteilung und Wahl der Oberbautypen, Bemessung der Oberbauten, Einzelheiten zur Ausführung und zum Unterhalt der Oberbauten, Angaben zur Projektierung von Güterstrassen und Parkplätzen mit durchlässigen und bewachsenen Oberbauten. In einem ersten Schritt, welcher durch die vorliegende Forschungsarbeit abgedeckt wird, werden die Grundlagen für die Beurteilung und die Wahl der Oberbauten sowie die Einzelheiten für die Ausführung und den Unterhalt behandelt.

Die Forschung stützt sich auf Literaturrecherchen, Umfrageergebnisse bei ausführenden Unternehmungen sowie insbesondere auf praxisbezogene Tragfähigkeitsversuche, welche die Forschungsstelle durchgeführt hat.

Als zweckmässig für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr haben sich insbesondere folgende Oberbauten erwiesen:

- Oberbau aus Kiessand II
- Oberbau mit toniger oder Kalkmergel-Deckschicht
- Kiesrasen und Kiesrasen mit Kunststoffgitterrost
- Oberbau mit Rasengitterelementen

Der Entwurf der Norm "Grundlagen" umfasst eine Übersicht über die Oberbauten für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, eine Grobbeurteilung sowie detaillierte Kriterien für die Wahl des Oberbaus bezüglich Nutzung, Wirtschaftlichkeit und Umwelt.

Im Entwurf der Norm "Ausführung und Erhaltung von Oberbauten in ungebundener Bauweise" sind die Bemessung sowie alle notwendigen Einzelheiten zur Ausführung und zum Unterhalt der oben angegebenen Oberbautypen festgehalten.

## Resumé

L'Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS) a décidé de réviser les normes relatives à l'exécution et à l'entretien des surfaces vertes carrossables. Comme depuis leur dernière publication l'importance des superstructures perméables et vertes, en relation avec la protection des eaux, a augmenté, la nécessité de procéder à une révision générale est devenue incontournable.

Dès le début des travaux de révision, la commission d'experts 6.01 "entretien" qui les accompagne a décidé d'aborder les nouvelles exigences dans le cadre d'une série de normes consacrées aux surfaces carrossables pour un trafic réduit ou en stationnement, incluant tous les aspects déterminants pour les routes de desserte rurales, ainsi que les aires de stationnement: types d'utilisations, évaluation et choix des genres de superstructures, de même que leur dimensionnement, spécificités d'exécution et d'entretien des chaussées, indications sur l'établissement des projets de routes rurales et d'aires de stationnement présentant des superstructures perméables et plantées. Une première démarche, en relation avec la réalisation du présent mandat de recherche, consiste à fournir les bases d'évaluation et de choix des superstructures, ainsi que les données sur les particularités d'exécution et d'entretien.

Les travaux de recherche se fondent sur l'étude de la littérature spécialisée, les résultats des sondages auprès d'entrepreneurs disposant d'une expérience dans l'exécution de travaux de ce type, de même que sur les essais de portance en condition réelle effectués par le mandataire de la recherche.

Les superstructures suivantes se sont avérées particulièrement appropriées pour l'exécution de surfaces carrossables destinées à un trafic réduit ou en stationnement:

- superstructure de grave II
- superstructure pourvue d'une couche de surface en gravier argilo-marneux
- gazon-gravier et gazon-gravier avec grilles en matière plastique
- superstructure avec grilles-gazon

Le projet de norme consacrée aux bases comprend une vue d'ensemble des superstructures destinées à un trafic réduit ou en stationnement, une évaluation préalable, ainsi que des critères détaillés pour le choix du genre de superstructure en fonction des facteurs "utilisation", "économie" et "environnement".

Le projet de norme "exécution et conservation des superstructure en construction sans liants" contient les règles de dimensionnement, de même que les données nécessaires à l'exécution et à l'entretien des genres de superstructures mentionnés plus haut.

## Summary

The Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS) decided to revise the standards about execution and maintenance of overgrown flexible pavements. An extensive revision became necessary, because the importance of permeable and overgrown flexible pavements referring to quantitative water protection has increased since the last issue.

The responsible Commission of Experts 6.01 "Maintenance" decided to treat the new requests in a group of standards called "surfaces for sparse traffic and parking", containing all relevant aspects of rural roads and car parks: utilizations, judgement and choice of types of pavements, design thickness, details about execution and maintenance, information about design of rural roads and car parks with permeable and overgrown flexible pavements. The first part of the group of standards, which is covered by the present research work, contains the bases for judgement and choice of pavements as well as details about execution and maintenance.

The research is based on literature, on results of inquiries with executing companies and especially on tests of bearing capacity carried out by the research institution.

The following flexible pavements proved to be functional for surfaces for sparse traffic and parking:

- pavement of well graded gravel and sand with clay
- pavement with surfacing of clay or limestone
- "gravel-lawn" and gravel-lawn with synthetic grate
- pavement with overgrown lattice-elements

The draft of the standard "Bases" contains an overall view of the pavements for surfaces for sparse traffic and parking, a rough judgement as well as detailed criteria to choose the type of pavement, referring to utilization, economic efficiency and environment.

The draft of the standard "Execution and maintenance of pavements in unbound construction" treats the design thickness as well as all details of execution and maintenance of the mentioned types of pavements.



<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangslage	1
1.1.1	Vorbereitung der Forschungsarbeit	1
1.1.2	Fachtechnische Ausgangslage	1
1.2	Zielsetzungen der Forschungsarbeit	2
1.3	Ablauf der Bearbeitung	3
<b>2</b>	<b>Aspekte bewachsener Oberbauten</b>	<b>5</b>
2.1	Grundlagen	5
2.2	Übersicht über die Oberbautypen	5
2.3	Tragfähigkeit und Strapazierfähigkeit der Deckschicht	5
2.3.1	Tragfähigkeit	5
2.3.2	Strapazierfähigkeit	8
2.4	Schäden	9
2.4.1	Anreicherung von Oberbodenmaterial	9
2.4.2	Schwemmschäden	10
2.4.3	Kolmatieren der Oberfläche	10
2.4.4	Setzungen des Untergrundes	10
2.5	Ökologie	10
2.5.1	Flora	10
2.5.2	Fauna	11
2.5.3	Gewässerschutz	11
2.5.4	Landschaftsschutz	11
2.6	Kosten	12
2.6.1	Bau	12
2.6.2	Unterhalt	12
<b>3</b>	<b>Versuche zur Beurteilung von Kiesrasen</b>	<b>15</b>
3.1	Zielsetzungen	15
3.2	Versuchskonzept	15
3.2.1	Massgebende Strassentests	15
3.2.2	Spezielle Aspekte der Versuche	16
3.2.3	Gewähltes Konzept	17
3.3	Anlage	17
3.3.1	Teststrecken	17
3.3.2	Testabschnitte	19
3.3.3	Fahrzeuge	24
3.3.4	Einrichtungen zur Aufnahme des Querprofils	24
3.4	Versuchsbedingungen	25
3.4.1	Äquivalente Verkehrslast	25
3.4.2	Klima	26

---

3.4.3	Versuchsablauf	26
3.5	Auswertung und Resultate	27
3.5.1	Tragfähigkeit	27
3.5.2	Strapazierfähigkeit	29
3.6	Schlussfolgerung	32
3.6.1	Ergebnisse der Untersuchung	32
3.6.2	Erkenntnisse bezüglich des Einsatzes und der Wahl von Kiesrasen	33
<b>4</b>	<b>Aspekte von Oberbauten mit Rasengitterelementen</b>	<b>35</b>
4.1	Grundlagen	35
4.2	Tragfähigkeit	35
4.2.1	Bemessung des Oberbaus	35
4.2.2	Form und Gewicht der Elemente	35
4.2.3	Verbundwirkung	36
4.3	Griffigkeit	36
4.4	Durchlässigkeit und Entwässerung	36
4.5	Einbau der Rasengitterelemente	37
4.5.1	Material und Einbau der Bettung	37
4.5.2	Verlegen der Elemente	37
4.6	Bewuchs	38
4.6.1	Optimierung des Bewuchses	38
4.6.2	Füllmaterial	38
4.6.3	Einfüllen des Pflanzensubstrats	38
4.6.4	Ansaat	38
4.6.5	Düngung	39
4.7	Freigabe zur Benutzung	39
4.8	Kosten	39
<b>5</b>	<b>Normierungskonzept "Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr"</b>	<b>41</b>
5.1	Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr im VSS-Normenwerk	41
5.2	Technische Grundlagen für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr	42
5.3	Abgrenzung zu den Waldstrassen	42
5.3.1	Grundlagen für Waldstrassen	42
5.3.2	Begründung für die Abgrenzung	43
<b>6</b>	<b>Norm Grundlagen</b>	<b>45</b>
6.1	Übersicht	45
6.2	Ziffer 7, Zusammenstellung der Oberbauten	45
6.2.1	Übersicht	45
6.2.2	Nicht behandelte Oberbautypen	45

6.3	Ziffer 8, Grobevaluation des Oberbaus	46
6.4	Ziffer 9, Gewässerschutz	47
6.5	Ziffer 10, Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Nutzung	47
6.6	Ziffer 10, Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Wirtschaftlichkeit	48
6.7	Ziffer 10, Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Umwelt	48
<b>7</b>	<b>Norm Ausführung und Erhaltung von Oberbauten</b>	<b>49</b>
7.1	Übersicht	49
7.2	Abschnitt B, Bemessung der Oberbauten	49
7.2.1	Ziffer 6, Tragfähigkeit des Untergrundes und des Unterbaus	49
7.2.2	Ziffer 7, Vereinfachtes Verfahren zur Oberbaubemessung	49
7.3	Abschnitt C, Oberbauten ohne Deckschicht ohne Bewuchs	49
7.4	Abschnitt D, Oberbauten mit Deckschicht ohne Bewuchs	50
7.5	Abschnitt E, Kiesrasen	50
7.6	Abschnitt F, Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen	50
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>51</b>
<b>Anhang</b>		<b>53</b>
A	Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Grundlagen, Normentwurf	
B	Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Ausführung und Erhaltung von Oberbauten in ungebundener Bauweise, Normentwurf	
C	Umfrage zu Oberbauten mit Rasengitterelementen Umfrage zur Ausführung von Oberbauten mit Rasengitterelementen	



# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

### 1.1.1 Vorbereitung der Forschungsarbeit

Die VSS Fachkommission 274, Unterhalt, hat im Jahre 1997 ihre Subkommission 274.4, Bepflanzung und Fauna, aufgefordert, die Norm SN 640 673a, Bepflanzung, Schotterrassen, Rasengitter- und Rasenverbundsteine, zu überarbeiten. Bei der Vorbereitung der Revision wurde festgestellt, dass eine einfache Überarbeitung nicht möglich ist, da seit der letzten Revision im Jahre 1987 die Bedeutung von bewachsenen und damit durchlässigen Oberbauten u.a. im Hinblick auf den quantitativen Gewässerschutz stark gestiegen ist. Im Rahmen einer Reorganisation der VSS ist die Subkommission 274.4 durch die Expertenkommission 6.01, Unterhalt, abgelöst worden, welche den Auftrag für einen Forschungsauftrag mit dem Schwergewicht der Beschaffung von Unterlagen zum Einsatz, zur Wahl, zur Ausführung und zur Erhaltung von bewachsenen Oberbauten vorbereitete. Im Kreditbegehren wurde auch festgehalten, dass die künftigen Normen über bewachsene Oberbauten ein Element eines koordinierten Normenpaketes über Strassen in ungebundener Bauweise – in der Folge durch die Kommission als "Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr" bezeichnet – sein werden. Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde deshalb zu Handen der begleitenden Expertenkommission ein Konzept für das angegebene Normenpaket bearbeitet.

### 1.1.2 Fachtechnische Ausgangslage

Nachfolgend sind massgebende Auslöser für die Forschungsarbeit zusammengestellt.

#### ◇ Neue Informationsbedürfnisse für die Projektierung

Die aktuellen Anforderungen seitens des Gewässer- und Landschaftsschutzes, sowie auch an als Erholungsräume genutzte Strassen und Plätze, bedingen den Einsatz von möglichst naturnahen Bauweisen. Wie die Praxis zeigt, benötigt insbesondere die Wahl verschiedener Ausführungen transparente technische Grundlagen. Die massgebenden Aspekte sind nachfolgend aufgeführt.

- Der quantitative Gewässerschutz bedingt durchlässige Oberbauten oder eine Entwässerung über das Bankett.
- Der qualitative Gewässerschutz bedingt je nach den örtlichen Verhältnissen eine Behandlung des Strassenabwassers wie z.B. die Versickerung durch einen biologisch aktiven Bodenfilter.
- Wo die örtlichen Verhältnisse es zulassen, bewirken durchlässige Oberbauten den Wegfall eines Entwässerungssystems mit Sammlern und Leitungen, wobei zu berücksichtigen ist, dass vielfach die Entwässerung über das Bankett ebenfalls möglich ist.

◇ Neue Informationsbedürfnisse für die Ausführung und den Unterhalt

Die Vielfalt der Oberbauausführungen ohne "Hartbeläge" bewirkt neue Informationsbedürfnisse bezüglich der Ausführung und des Unterhalts der Oberbauten von untergeordneten Verkehrsflächen. Neben der Effizienz des Unterhalts sind auch Fragen der Ökologie zu behandeln.

◇ Mehrfachnutzung von untergeordneten Strassen

Die untergeordneten Strassen und dabei insbesondere die Güterstrassen werden häufig auch als Wander- und Radwege genutzt. Auch Strassen innerhalb des Siedlungsgebietes übernehmen vielfältige Nutzungen.

◇ Revision von Normen im Zusammenhang mit bewachsenen Oberbauten

Die folgenden Normen des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) und des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins (SIA) müssen revidiert oder in eine neue Normengruppe integriert werden:

- Norm SN 640 673a, Bepflanzung, Schotterrasen, Rasengitter- und Rasenverbundsteine (VSS) [3]
- Norm SN 640 722b, Strassenunterhalt, Unterhalt von Strassen ohne Belag sowie von Böschungen und Felseinschnitten (VSS) [4]
- Norm SN 539 172, Güterwegebau (SIA) [13]

## 1.2 Zielsetzungen der Forschungsarbeit

Im Kreditbegehren wurden die folgenden Zielsetzungen der Forschungsarbeit festgelegt:

Die Forschungsarbeit soll im Wesentlichen Grundlagen für die Projektierung und Ausführung von Strassen und Plätzen mit Oberbauten in ungebundener Bauweise liefern, insbesondere für Oberbauten mit toniger (früher: ton-wasser-gebundener) Deckschicht, für Kies- und Schotterrasen, für wasserdurchlässige Oberbauten mit Rasengitter- und anderen Betonelementen, soweit nicht die Normen über Pflasterungen tangiert werden. Die folgenden Ziele stehen im Vordergrund:

- Beschaffung von Informationen zum Einsatz, zur Wahl und zur Ausführung von ungebundenen und bewachsenen Oberbauten.
- Vorschläge für eine Klassierung von Strassen mit ungebundenen und bewachsenen Oberbauten bezüglich ihrer Charakteristiken und Einsatzbedingungen: Trag- und Strapazierfähigkeit, Befahrbarkeit mit leichten Zweirädern, Bau- und Erhaltungskosten, Möglichkeit des Recyclings, Durchlässigkeit, Wasserspeicherung, Filterwirkung, Kolmatieren, Schwemmschäden, Artenvielfalt der Flora, Einfügung in die Landschaft, Bodenwasserverhältnisse, Unterbau.
- Bereitstellung praxisorientierter Normen zum Einsatz, zur Projektierung, zur Ausführung und zum Unterhalt bewachsener Oberbauten.

Nach Beginn der Bearbeitung der Forschungsarbeit zeigte sich, dass verschiedene Vorarbeiten geleistet werden mussten. So ergab sich die Notwendigkeit zur Schaffung eines umfassenden Konzepts für ein Normenpaket im Bereich der Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr.

### **1.3 Ablauf der Bearbeitung**

Der Ablauf der Bearbeitung ohne Berücksichtigung von Überschneidungen von Aktivitäten ist nachfolgend dargestellt.

- Beschaffung von Informationen in situ über Schotter- und Kiesrasen.
- Beschaffung von Angaben über Rasengitterelemente bei Herstellern und Gartenbauunternehmen sowie Recherchen in der Literatur.
- Bearbeitung eines Konzepts für die Normen im Bereich "Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr".
- Bearbeitung eines Entwurfes der Normen "Grundlagen" und "Ausführung und Erhaltung von Oberbauten in ungebundener Bauweise".



## 2 Aspekte bewachsener Oberbauten

### 2.1 Grundlagen

In der Literatur finden sich Informationen über bewachsene Oberbauten nur partiellweise. Insbesondere fehlen ausser im Fall von Rasengitterelementen unmittelbar auf die Projektierung, die Ausführung und auf die Erhaltung ausgerichtete Informationen. Dies hat im Wesentlichen die folgenden Ursachen:

- Gegenüber unbewachsenen Oberbauten bzw. Belägen ist die Verbreitung von bewachsenen Oberbauten gering.
- Die Charakteristiken von bewachsenen Oberbauten ändern sich im Laufe der Zeit. So findet in den ersten Monaten nach dem Bau ein durch die Durchwurzelung bewirkter rascher Anstieg der Tragfähigkeit statt. Dieser verlangsamt sich, dauert aber vergleichsweise lange an.
- Bewachsene Oberbauten sind in einem sehr hohen Ausmass von den örtlichen Verhältnissen abhängig. Dies betrifft insbesondere die Bodenwasserverhältnisse, die Besonnung oder das Ausmass organischer Ablagerungen.
- Die Ausführung bewachsener Oberbauten weist wesentlich grössere Streuungen auf als diejenigen von konventionellen Oberbauten.

Der vorliegende Bericht basiert auf im Literaturverzeichnis aufgeführten Publikationen sowie auf einem von der Forschungsstelle im Auftrag des früheren Amtes für Bundesbauten durchgeführten Versuchsprogramm zur Beurteilung der Trag- und Strapazierfähigkeit von Oberbauten mit Bewuchs [2].

### 2.2 Übersicht über die Oberbautypen

Die in der Schweiz bekannten bewachsenen Oberbautypen sind in der Abbildung 2.1 aufgeführt.

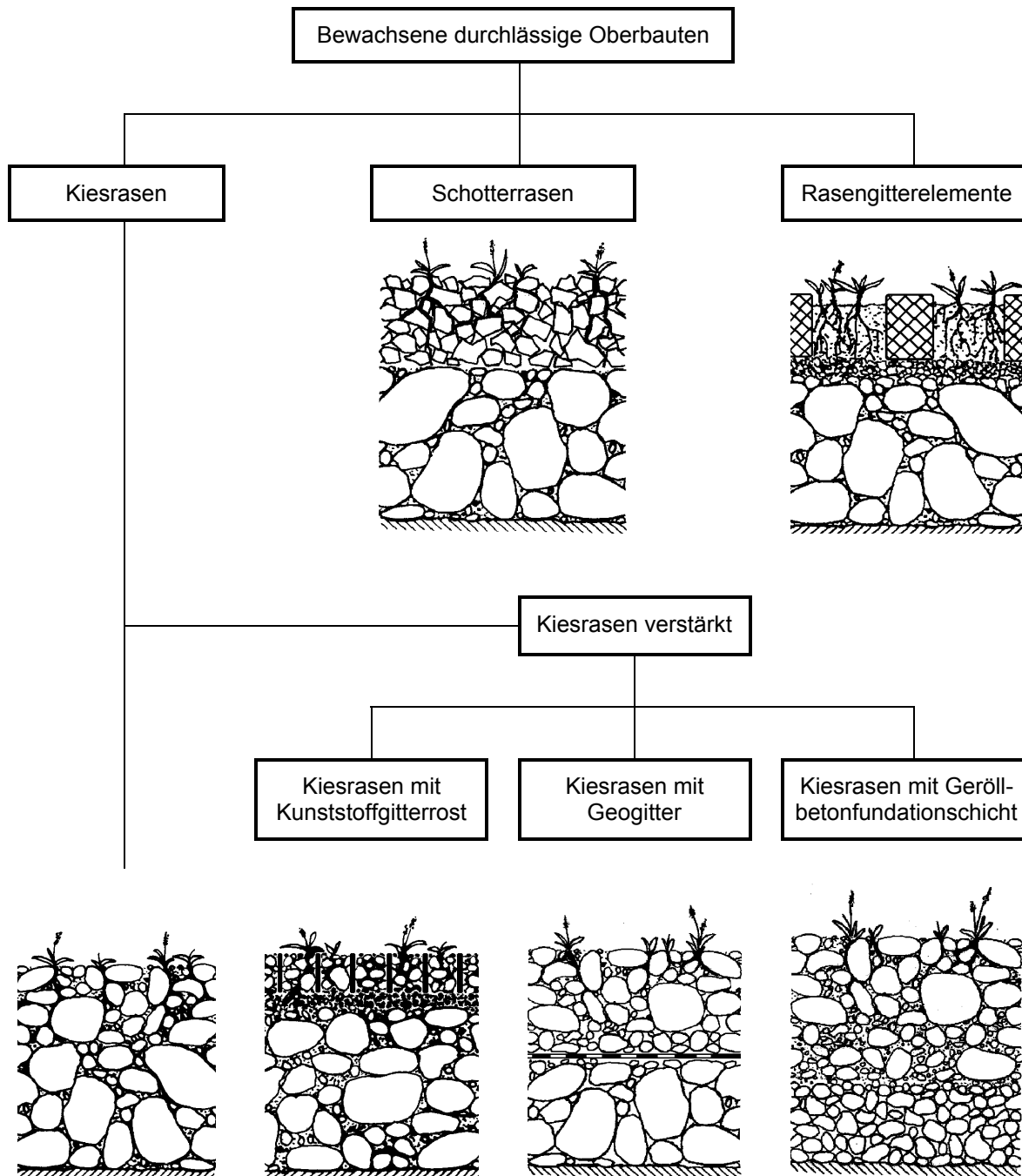
## 1.3 Tragfähigkeit und Strapazierfähigkeit der Deckschicht

### 1.3.1 Tragfähigkeit

#### Technische Grundlagen

◇ SN-Normen zur Bemessung von Oberbauten

Das Normenwerk der VSS enthält die notwendigen Grundlagen zur Bemessung von Oberbauten mit Asphaltbeton- und Betonbelägen [6] [7] [8] [9] und behandelt auch die Befahrbarkeit der Strassenoberfläche. Diese Normen basieren im Wesentlichen auf dem Bericht 7 des AASHO-Strassentests [16].



**Abbildung 2.1** Übersicht über die in der Schweiz bekannten bewachsenen Oberbautypen

Die Anwendung der SN-Normen für bewachsene Oberbauten ist aus den folgenden Gründen nicht ohne weiteres möglich:

- Es fehlt ein Hartbelag, der grössere Spannungen aufnehmen kann.
- Es ist keine wasserdichte Deckschicht vorhanden, die im Fall von grossen Regenmengen das Wasser von der Fundationsschicht fernhält.
- Wegen der allgemein geringeren Tragfähigkeit von bewachsenen Oberbauten hat die Tragfähigkeit des Untergrundes oder des Unterbaus eine grössere Auswirkung als im Fall von konventionellen Strassen.

- Die Durchwurzelung bewirkt eine Bewehrung des gesamten Oberbaus.
- Die Grundsätze der wirtschaftlichen Bemessung sind im Fall von Oberbauten mit Hartbelägen anders als bei Oberbauten ohne Hartbelag. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Instandsetzungsaufwand im letzten Fall sehr viel kleiner und das Niveau der Endbefahrbarkeit wesentlich tiefer ist.

#### ◇ Technische Grundlagen im Waldstrassenbau

Die Bemessung von Waldstrassen gemäss dem Lehrbuch Wald- und Güterstrassen [14] basiert auf den SN-Normen bzw. dem AASHO-Strassentest [16]. Die Bemessungsgrundlagen nach dem angegebenen Lehrbuch haben jedoch kaum Eingang in die Praxis gefunden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass hinsichtlich der Bemessung von Waldstrassen ein praxisorientiertes Wissen vorhanden ist, das auch die örtlichen Gegebenheiten wie Geologie, Wasserhaushalt des Bodens, Leistungsfähigkeit der Entwässerung oder Nutzung der Strasse berücksichtigt.

Grundlagen zur Bemessung finden sich ebenfalls in einer Mitteilung des Österreichischen Instituts für Verkehrswesen über das Langzeitverhalten und die Wirtschaftlichkeit von ländlichen Wegen in ungebundener Bauweise [18]. In diesem Dokument werden praxisorientiert die Grenzen des Einsatzes von Strassen ohne Hartbelag behandelt.

Die Erfahrungen bei der Bemessung von Waldstrassen sind für die Projektierung von Strassen mit einem bewachsenen Oberbau grundsätzlich zu beachten.

#### ◇ Grundlagen für die Bemessung von bewachsenen Oberbauten

In der Norm [3], finden sich bezüglich der Bemessung die folgenden Angaben:

– Schotterrasen	
· Schotter	10 ... 15 cm
· Foundationsschicht, Kiessand II	<u>20 ... 40 cm</u>
Gesamte Oberbaudicke	30 ... 55 cm
– Oberbau mit Rasengitterelementen	
· Rasengitterelement	10 ... 12 cm
· Splitt	2 cm
· Planiekies	4 cm
· Foundationsschicht Kiessand I oder II	<u>30 ... 60 cm</u>
Gesamte Oberbaudicke	46 ... 78 cm

Die Norm liefert lediglich generelle Grundlagen zur Bemessung von bewachsenen Oberbauten. Es fehlen jedoch Angaben über den massgebenden Verkehr und die Fahrzeugkategorien.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass bei Oberbauten ohne Hartbelag Dicken von über 50 cm unwirtschaftlich sind.

## **Bewehrung des Oberbaus mit Geogitter**

Als Bewehrung von Strassenoberbauten werden zur Stabilisierung und Verstärkung Polymer-Gitterstrukturen eingesetzt, welche den formstabilen Geogitter zugeordnet werden. Bewehrungen in Oberbauten sollen eine Ableitung örtlich wirkender Spannungen im Erdbauwerk in weniger beanspruchte Bereiche bewirken. So werden lokale Spannungsspitzen, die sonst zu örtlichen Schäden führen, abgebaut. Für eine optimale Bewehrung sollte ein Geogitter am möglichen Schadenspunkt im Oberbau bei geringer Dehnung die auftretenden Kräfte aufnehmen. Da die eingeleiteten Zugbeanspruchungen im Wesentlichen an den auf den Einleitungsort folgenden Kreuzungspunkten und nur zu einem geringen Teil entlang der Gitterstränge zwischen den Kreuzungspunkten aufgefangen werden, ist die Formstabilität eine wesentliche Eigenschaft. Für eine Bewehrung im Erd- und Wegebau eignen sich deshalb formstabile Geogitter.

## **Bewehrung der oberflächennahen bewachsenen Schicht mit Kunststoffgitterrost**

Der mit Kiessand gefüllte Kunststoffgitterrost ist beim Befahren mit Lastwagen in der Lage, die auftretenden Spannungen in der Deckschicht aufzunehmen. Diese wird damit unabhängig von der Dichte der Durchwurzelung stabilisiert. Der Gitterrost bewirkt auch, dass das Kiessandsubstrat der Deckschicht nicht gestört wird und die Wurzeln nicht beschädigt werden. Die Durchwurzelung und damit die Bewehrung der Fundationsschicht wird dadurch gefördert und erhalten.

## **Verstärkung des Oberbaus mit starrer offenporiger Fundationsschicht**

Unter Berücksichtigung des Spannungsverlaufs in einem Strassenoberbau sind Materialien mit hoher Festigkeit in den obersten Schichten anzuordnen. Trotzdem existieren erfolgreiche Bauweisen, welche diesen Grundsatz nicht konsequent berücksichtigen. Im Fall eines Kiesrasens kann die Wirkung einer starren Unterlage als Verstärkung ohne Versuche nicht abgeschätzt werden. Die Ausführung eines Kiesrasens mit einer Fundationsschicht aus Geröllbeton bewirkt zusätzlich eine bessere Oberbaumentwässerung und gestattet eine Durchwurzelung.

### **1.1.2 Strapazierfähigkeit**

#### **Beziehungen zwischen Trag- und Strapazierfähigkeit**

Im Fall von Strassen mit Hartbelägen können zur Beurteilung der Dauerhaftigkeit die zwei Oberbaucharakteristiken "Tragfähigkeit" und "Verschleissfestigkeit" klar gegeneinander abgegrenzt werden. Die Tragfähigkeit ist mit den Deflektionen bestimmt. Die Verschleissfestigkeit wird durch zahlreiche Charakteristiken der Deckschicht definiert. Im Fall von Oberbauten in ungebundener Bauweise und speziell im Fall von bewachsenen Oberbauten kann nicht von Verschleiss im Sinne von Abrasion gesprochen werden. Die Strapazierfähigkeit von bewachsenen Oberbauten kann nicht von der Tragfähigkeit getrennt werden. Beim Befahren speziell mit schweren Lastfahrzeugen treten Verschiebungen sowohl in oberflächennahen als auch in tieferen Schichten auf. Im Folgenden werden die Störungen der oberflächennahen Schichten von Oberbauten in ungebundener Bauweise als Element der Strapazierfähigkeit behandelt.

## Störungen der oberflächennahen Schichten durch die Fahrzeugräder

Deckschichten ausser Hartbelägen werden durch die Fahrzeugräder je nach Fahrweise mehr oder weniger stark gestört. Die Bedeutung der Auswirkungen auf verschiedene Oberbauten ist nachfolgend dargestellt.

### ◇ Tonige Deckschicht

Die einzelnen Körner der gröberen Fraktionen werden durch den eingelagerten Ton nur schwach gehalten. Einwirkungen auf die Gesteinskörner durch den Verkehr – insbesondere beim Beschleunigen – können ein Herauslösen der Körner und damit einen Schaden an der Deckschicht bewirken.

Im Fall toniger Deckschichten werden die Auswirkungen des Verkehrs in Verbindung mit Wasser, das wegen Unebenheiten der Deckschicht liegen bleibt und die Deckschicht aufweicht, verstärkt.

### ◇ Kiesrasen

Im Fall von Kiesrasen bewirkt die Durchwurzelung eine Bewehrung des Kiessandes der Deck- und der Foundationsschicht. Trotz des allgemein uneinheitlichen Bedeckungsgrades darf dessen stabilisierende Wirkung jedoch nicht unterschätzt werden.

### ◇ Kiesrasen mit Kunststoffgitterrost

Der Kunststoffgitterrost liefert einen nachhaltigen Beitrag zur Stabilisierung des Kiessandes in der oberflächennahen Schicht. Eine Störung durch beschleunigende Fahrzeuge wird damit weitgehend verhindert.

### ◇ Schotterrasen

Schotterrasen erleiden sowohl beim Befahren mit Personenwagen als vor allem auch mit schweren Lastfahrzeugen laufend Schädigungen. Beim Befahren werden die Schotterkörner bewegt und dabei der als Bewehrung dienende Bewuchs zerstört. Um dies zu verhindern, wird der Einsatz von Saatgut mit scherfesten Gräsern empfohlen. Solche stehen jedoch für den Standort "Schotterrasen" nicht zur Verfügung bzw. sind nicht bekannt. Mit zunehmender Durchwurzelung und Zerstörung der Schotterkörner wird der Schotterrasen stabilisiert.

## 1.4 Schäden

### 1.4.1 Anreicherung von Oberbodenmaterial

Alle Typen von bewachsenen Oberbauten werden durch den Eintrag von Oberbodenmaterial sowie durch Laub, welches liegen bleibt und verrottet, geschädigt. Beim Befahren bei Regen bildet sich eine im Laufe der Jahre den Bewuchs behindernde Schmutzschicht. Bewachsene Oberbauten von Strassen und Plätzen mit einem nahen Baumbestand bedingen ein periodisches Entfernen des Laubes.

### 1.4.2 Schwemmschäden

Es ist davon auszugehen, dass bei Kiesrasen die für die Bemessung der Strassenentwässerung massgebenden Starkregen versickern und deshalb nicht oberflächlich abfliessen. Abstellplätze in Gebieten mit günstigen Bodenwasserverhältnissen können allgemein ohne Gefälle ausgeführt werden. Da kaum Strassen mit Kiesrasen in Betrieb sind, fehlen Angaben bezüglich Schwemmschäden bei grossem Längsgefälle.

Bei Rasengitterelementen kann das eingefüllte Gemisch von Kulturerde und Sand so verdichtet sein, dass die Durchlässigkeit nicht gewährleistet ist. Über die Versickerungsleistung und den Einsatz von Rasengitterelementen in Strassen oder Plätzen im Gefälle liegen keine Untersuchungen vor. Es ist davon auszugehen, dass die Füllung auch bei grösseren Längsgefällen nicht ausgeschwemmt werden. Schwemmschäden können an den Rändern auftreten.

### 1.4.3 Kolmatieren der Oberfläche

Alle Arten von bewachsenen Oberbauten sind auf ein Kolmatieren (Verstopfen) der Oberflächen durch Ton und Silt empfindlich. Das Kolmatieren tritt beispielsweise als Folge des Abtropfens von Schmutzwasser von Landwirtschafts- oder Baumaschinen und Baustellenfahrzeugen auf. Die Tonhaut behindert die für den Bewuchs notwendige Lüftung des Oberbaus und stört den Wasserhaushalt. Im Normalbetrieb von Abstellplätzen ist das Kolmatieren kein massgebliches Problem. Geringe Mengen von Ton- und Siltverschmutzungen werden im biologisch aktiven Oberbaumaterial in die "Bodenstruktur" eingebaut.

### 1.4.4 Setzungen des Untergrundes

Kiesrasen sind hinsichtlich Untergrundsetzungen insofern unempfindlich, als eine Aufschichtung mit einem geringeren Aufwand möglich ist. Bei Kiesrasen mit einem Kunststoffgitterrost ist der Aufwand für eine Instandsetzung wesentlich grösser. Bei Rasengitterelementen bedeutet eine Wiederherstellung der Soll-Oberfläche eine vollständige Erneuerung der Deckschicht. Generell sind Setzungen im Zusammenhang mit der Wahl von Oberbauten in ungebundener Bauweise ausser im Fall der Rasengitterelemente ohne erhebliche Bedeutung.

## 1.5 Ökologie

### 1.5.1 Flora

In Bezug auf die Flora ist zwischen bewachsenen Oberbauten zu unterscheiden, welche in der Deckschicht Oberbodenmaterial oder eine Mischung von Sand mit Oberboden aufweisen (Schotterrasen, Rasengitterelemente), und solchen, die mit sauberem Kiessand ausgeführt werden (Kiesrasen, Kiesrasen mit Kunststoffgitterrost). Generell weisen Schotterrasen und Oberbauten mit Rasengitterelementen einen allgemein weniger wertvollen Bewuchs auf. Immerhin wurde bei Untersuchungen [15] auf solchen Oberbauten in Einzelfällen eine beachtliche Artenvielfalt festgestellt.

Kiesrasen weisen nach einer kurzen Anlaufzeit einen je nach Standort unterschiedlichen Trockenrasenbewuchs mit einer erheblichen Artenvielfalt auf. Günstig sind besonnte trockene Standorte. Mit zunehmender Bildung von Oberboden und dem natürlichen Nährstoffeintrag kann die Artenvielfalt abnehmen. Durch einen Ersatz der obersten oberbodenhaltigen Schicht kann der ursprüngliche Zustand wieder hergestellt werden.

### 1.5.2 Fauna

In Bezug auf die Fauna sind die nachfolgend beschriebenen Aspekte von Bedeutung.

- ◇ Trennwirkung von Strassen und Plätzen mit Hartbelag oder mit einer tonigen Deckschicht

Viele Kleintiere können solche Strassen vor allem wegen den ungünstigen klimatischen Bedingungen (Sonneneinstrahlung, hohe Oberflächentemperatur, Trockenheit) nicht überqueren. Die Strasse wird zur Barriere und schränkt den Lebensraum einzelner Tierarten ein. Dies kann eine Verminderung der Artenvielfalt bewirken. Die Trennwirkung wird durch alle Typen von bewachsenen Oberbauten weitgehend behoben.

- ◇ Kiesrasen als Pionierstandort

Kiesrasen sind insbesondere in günstigen Lagen Pionierstandorte mit seltenen Verhältnissen bezüglich Mikroklima, Bodenstruktur und Wasserdynamik. Sie sind damit für die Artenvielfalt der Flora und Fauna vergleichsweise wertvoll. Kiesrasen liefern günstige Voraussetzungen im Hinblick auf die Ansiedlung zahlreicher Tierarten wie beispielsweise Wildbienen.

Auf humus- und nährstoffarmen Böden wird wenig Biomasse produziert. Die Flächen müssen deshalb nur selten gemäht werden. Dadurch werden vor allem Insekten und ihre Larven geschont [31].

### 1.1.3 Gewässerschutz

#### Retention von Strassenabwasser

Strassen- oder Platzabwasser, welches in bewachsene Oberbauten einsickert, wird nur in den seltensten Fällen direkt ins Grundwasser abgeleitet. In jedem Fall wird das Meteorwasser jedoch zurückgehalten und – sofern überhaupt – verzögert in eine Vorflut eingeleitet.

#### Aufbereitung von Strassenabwasser

Strassen und Plätze, bei denen der Einsatz eines bewachsenen Oberbaus in Frage kommt, weisen bezüglich der Verschmutzung des Meteorwassers allgemein günstige Verhältnisse auf. Die im Vergleich zum bewachsenen Oberboden geringere Filterleistung des humusarmen Kiesrasens ist im Normalfall ohne Bedeutung.

### 1.1.4 Landschaftsschutz

Bewachsene Oberbauten und speziell Kies- und Schotterrasen sind wegen ihrer Farbstruktur und wegen den unscharfen Konturen landschaftsverträglich (siehe Abbildung 2.2).



Abbildung 2.2 Kiesrasen mit unscharfen Konturen

## 1.2 Kosten

### 1.2.1 Bau

Bei den Baukosten ist Folgendes festzustellen:

- Die Kosten eines Oberbaus mit einer tonigen Deckschicht (Aufbau über dem Planum) sind etwa gleich wie die eines Kiesrasens.
- Die Kosten eines Oberbaus mit Rasengitterelementen sind etwa doppelt so hoch wie jene eines Kiesrasens.

Beim Kostenvergleich zwischen Strassen und Plätzen mit durchlässigen und mit dichten Oberbauten ist zu berücksichtigen, dass im Fall dichter Oberbauten erhebliche Kosten für ein Entwässerungssystem einzurechnen sind.

### 1.2.2 Unterhalt

#### Betrieblicher Unterhalt

Der betriebliche Unterhalt im Fall der bewachsenen Oberbauten beschränkt sich mangels eines Entwässerungssystems auf folgende Leistungen:

- ◇ Jährlich 1 bis 2 Schnitte inkl. Abführen des Schnittgutes
- ◇ Entfernen von Laub
- ◇ Entfernen von groben Verschmutzungen (Abfälle wie Kunststoffverpackungen)

Der betriebliche Unterhalt von Kiesrasen ist wegen der Pflege des Bewuchses geringfügig höher als der von tonigen Deckschichten. Er variiert je nach den Anforderungen sowie nach den Standortbedingungen.

### **Baulicher Unterhalt**

Der bauliche Unterhalt ist je nach Oberbausystem unterschiedlich. Kostengrundlagen liegen mangels Praxis nicht vor. Eine Beurteilung ist am ehesten im Vergleich zu den Erstellungskosten möglich. Nachfolgend sind die kostenrelevanten Angaben zum baulichen Unterhalt von verschiedenen Oberbauten zusammengestellt.

◇ Kiesrasen

Nach einigen Jahren auftretende Schadstellen sind mit Kiessand instanzzusetzen. Der Aufwand pro Instandsetzung beträgt wenige Prozente der Erstellungskosten. Er ist jedoch etwas höher als der Unterhalt von Strassen und Plätzen mit tonigen Deckschichten ohne Entwässerungssystem.

◇ Kiesrasen mit Kunststoffgitterrost

Es ist davon auszugehen, dass Plätze mit einem Oberbau mit Kunststoffgitterrost während 10 bis 20 Jahren keinen baulichen Unterhalt benötigen. Eine Instandsetzung der Deckschicht ist jedoch vergleichsweise aufwendig, da die Gitterroste entfernt, allenfalls teilweise ersetzt und neu verlegt werden müssen. Die Kosten einer Instandsetzung werden auf 20 bis 60 % der Erstellungskosten geschätzt.

◇ Tonige Deckschicht

Die Kosten für den baulichen Unterhalt streuen sehr stark, da die akzeptierte Endbefahrbarkeit sehr uneinheitlich festgelegt wird.



## 3 Versuche zur Beurteilung von Kiesrasen

### 3.1 Zielsetzungen

Es wurden verschiedene Typen von Kiesrasen und Referenzoberbauten getestet. Die Zielsetzungen der Versuche beziehen sich im Wesentlichen auf Kiesrasen. Im vorliegenden Bericht sind die Ergebnisse der durchgeführten Fahrversuche nach einer vergleichsweise kurzen Dauer zwischen Ansaat und Überfahrten bis zur definierten "Endbefahrbarkeit" behandelt.

Ziel der Versuche war, die folgenden Fragen im Zusammenhang mit bewachsenen Oberbauten bzw. Kiesrasen zu beantworten:

- In welchem Ausmass vermindert sich die Befahrbarkeit des Oberbaus beim Befahren mit Lastwagen?
- Welche Auswirkungen hat das Fehlen einer wasserdichten Deckschicht auf die Tragfähigkeit des Oberbaus und auf die Strapazierfähigkeit der Deckschicht?
- Welches sind die Einsatzgrenzen bezüglich des Verkehrs?
- Welches sind die Einsatzgrenzen bezüglich den Bodenwasserverhältnissen?
- In welchem Zeitraum entwickelt sich eine Durchwurzelung, die einen massgeblichen Beitrag zur Tragfähigkeit des Oberbaus und zur Strapazierfähigkeit der Deckschicht leistet?
- Wie erhöht sich die Tragfähigkeit langfristig im Zusammenhang mit der Entwicklung der Durchwurzelung?
- Was bewirken spezielle bauliche Massnahmen zur Erhöhung der Tragfähigkeit (Geogitter) oder zur Erhöhung der Tragfähigkeit und der Stabilisierung der Deckschicht (Kunststoffgitterrost)?

### 3.2 Versuchskonzept

#### 3.2.1 Massgebende Strassentests

Die SN-Normen, welche die Dimensionierung von Oberbauten behandeln [6] [7] [8], basieren auf dem AASHO-Strassentest [16]. Dieser umfassende Grossversuch lieferte Angaben über die Entwicklung der Befahrbarkeit unter Verkehr mit Fahrzeugen mit unterschiedlichen Achslasten und beim Einsatz verschiedener Oberbauausführungen. Im Rahmen des AASHO-Strassentests wurde auch die Methode entwickelt, mittels Deflektionsmessungen die Gebrauchsdauer einer Strasse unter einer gegebenen Verkehrsbelastung zu prognostizieren.

### **3.2.2 Spezielle Aspekte der Versuche**

#### **Strapazierfähigkeit der Oberfläche**

Auf Strassen mit einem Hartbelag ist der Verschleiss (Strapazierfähigkeit) im Vergleich zu Oberbauten in ungebundener Bauweise von geringerer Bedeutung. In den Versuchen war es vor allem von Interesse, die Unterschiede zwischen Kiesrasen und tonigen Deckschichten sowie die Wirkung von Rasengitterelementen festzustellen.

#### **Einsatz von bewachsenen Oberbauten auf Plätzen**

Das Befahren von Abstellplätzen erfolgt im Gegensatz zu Strassen "ungeordnet". Die Überfahrten an einer bestimmten Stelle sind nicht kanalisiert, die Häufigkeit damit schwer abschätzbar. Sie kann nur auf Grund des Fahrregimes geschätzt werden. Im übrigen fehlen in Normen und in der Literatur Angaben über die Auswirkungen von langsam fahrenden und von abgestellten schweren Lastfahrzeugen auf den Oberbau.

Im Fall von Plätzen, auf denen Lastwagen – insbesondere teilweise beladene – abgestellt werden, wird allgemein der gleiche Oberbau wie auf Strassen mit einem erheblichen Lastwagenverkehr [1] gewählt. Aus den oben angegebenen Gründen war es unumgänglich, Tests mit einem Befahren von Oberbauten auf einer Strasse und nicht auf einem Platz durchzuführen.

#### **Auswirkungen starker Niederschläge**

In Kiesrasen versickert – ausser nach seltenen Niederschlagsereignissen mit einem grossen Regenvolumen als Folge von lange dauernden Starkregen – alles Regenwasser in den Oberbau. Dies bewirkt speziell im Zeitraum bis zur dichten Durchwurzelung des Oberbaus eine Herabsetzung der Tragfähigkeit. Ein Einbezug dieses Aspektes in den Versuch wurde als wesentlich betrachtet.

#### **Auswirkungen des Bewuchses auf die Tragfähigkeit**

Über den Fortschritt der Durchwurzelung, welche sowohl für die Tragfähigkeit als auch die Strapazierfähigkeit von Bedeutung ist, bestanden vor den Versuchen keine Vorstellungen. In einer Publikation über Rasengittersteine im Güterwegebau [20] finden sich Angaben über die Tragfähigkeitszunahme als Folge der Durchwurzelung.

#### **Auswirkungen des Bewuchses auf die Strapazierfähigkeit**

Vor allem saubere Kiessande werden beim starken Beschleunigen von Personenwagen bis auf eine Tiefe von wenigen cm nachhaltig gestört. Der Bewuchs kann je nach Bedeckungsgrad und Durchwurzelung solche Schäden mindestens teilweise verhindern. Informationen über die Strapazierfähigkeit lieferten Beobachtungen auf Strassenabschnitten ausserhalb der Teststrecke.

### 3.2.3 Gewähltes Konzept

Unter Berücksichtigung der unter Ziffer 2.3 und 3.2.2 behandelten Grundlagen ist das Konzept wie folgt festgelegt worden:

- Der Test wird nicht auf einem Platz durchgeführt, sondern auf einer Strasse mit den üblichen Abmessungen einer einstreifigen für Lastwagenverkehr ausgelegten Strasse gemäss Abbildung 3.1.
- Als Teststrecke wird die Erschliessungsstrasse des Radio Village auf dem Waffenplatz Kloten-Bülach verwendet.
- Als Testfahrzeuge werden zweiachsige Lastwagen eingesetzt.
- Der Versuch bzw. das Befahren mit dem Lastwagen soll im Hinblick auf die Entwicklung des Bewuchses ca. 3 bis 4 Monate nach der Ansaat durchgeführt werden.
- Die Fahrversuche werden nach einer Periode ohne oder nur mit kurzzeitigem Schwachregen sowie nach einer Periode mit einem Regenereignis mit einem grossen Regenvolumen durchgeführt.
- Auf Deflektionsmessungen gemäss [9] [16] wird verzichtet, da Resultate von Vergleichsmessungen nur in einem beschränkten Umfang vorhanden sind [17].
- Die Versuche basieren auf einem Vergleich zwischen den bewachsenen Oberbauten und einem Oberbau mit einer tonigen Deckschicht als Referenzoberbau. Die Tragfähigkeit und die Gebrauchsdauer von Oberbauten mit toniger Deckschicht ist aus der Praxis des Waldstrassenbaus bekannt.



Abbildung 3.1 Lastwagen auf der einstreifigen Versuchsstrecke

## 3.3 Anlage

### 3.3.1 Teststrecken

Als Teststrecke wurde die Erschliessungsstrasse der Ausbildungsanlage "Radio Village" auf dem Waffenplatz Kloten-Bülach gewählt. Sie bildet einen Halbkreis und stösst an beiden Enden an eine waffenplatzinterne Verbindungsstrasse. Zum Befahren der Testabschnitte bildet die Teststrecke zusammen mit der Verbindungsstrasse einen Rundkurs. Die Teststrecke weist die folgenden Charakteristiken auf:

## Geometrie

Die Situation der Rundstrecke mit einer Länge von 700 m findet sich in den Abbildung 3.2 und 3.9. Die sechs Abschnitte mit unterschiedlichen Oberbauten weisen je eine Länge von ca. 70 m auf. Der Kurvenradius beträgt 140 m. In Bezug auf die Einwirkung auf die Strassenoberfläche beim Befahren kann die Linienführung als gerade beurteilt werden. Die Strecke liegt in einer Ebene und weist kein Gefälle und keine Steigungen auf.

## Untergrund

Die Versuchsstrecke liegt in einem Gebiet mit einem tonigen Silt (CL) gemäss USCS bzw. Norm [12]. Das Planum befindet sich im Bereich des verwitterten Unterbodens (B-Horizont). Die angegebenen geologischen bzw. bodentechnischen Verhältnisse sind jedoch nur von beschränkter Bedeutung, da die Versuchsstrecke im Bereich einer Baupiste aus Kiessand angelegt wurde. Die Tragfähigkeit auf UK der Testoberbauten kann deshalb als hoch beurteilt werden. Bezüglich der Untergrundverhältnisse bzw. der Baupiste als Unterbau der Versuchsstrecke ist festzustellen, dass die Untersuchung nicht auf einer Beurteilung der Tragfähigkeit bzw. der erreichbaren äquivalenten Verkehrslast gemäss Norm [8] basiert, sondern dass primär ein Vergleich mit einem Referenzoberbau mit einer tonigen Deckschicht durchgeführt wird.

## Bodenwasserverhältnisse

In der Umgebung der Versuchsstrecke sind keine Staunässen vorhanden. Ein kurzer Abschnitt in der Mitte der Teststrecke war jedoch während des Baus zeitweise eingestaut. Die Ursache für diese Nässe ist jedoch nicht genau bekannt. Es kann sich um eine Mulde auf einer undurchlässigen Unterbodenschicht oder um eine Folge der Sperre längs des Himmelbachs zur Erhaltung des Grundwasseraufstosses beim Goldentor handeln. Bei der Durchführung und Auswertung der Strassentests ist diese Inhomogenität in der Teststrecke berücksichtigt worden.

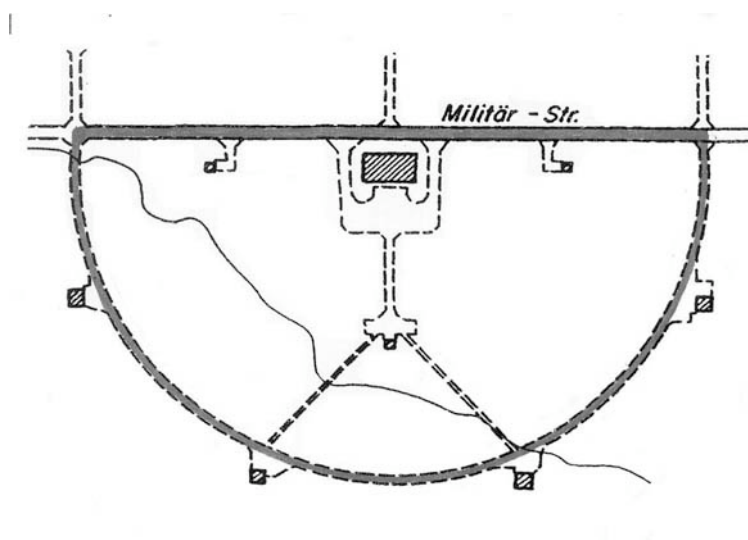


Abbildung 3.2 Teststrecke und Militärstrasse als Rundkurs



**Abbildung 3.3** Einbau der Fundationschicht auf der Teststrecke

### 3.3.2 Testabschnitte

#### Evaluation der zu testenden Oberbauten

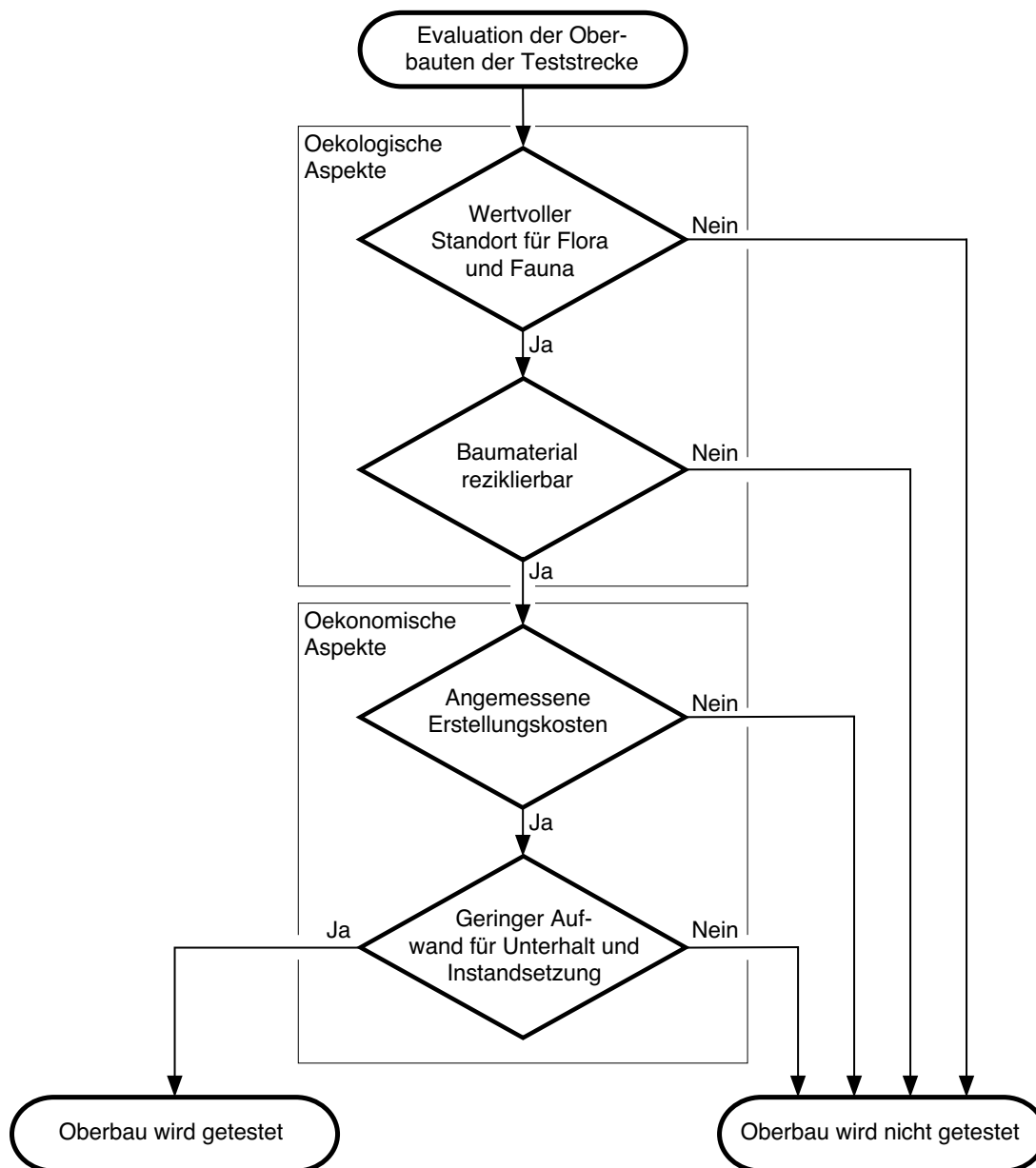
In der Abbildung 3.4 findet sich das Entscheidungsdiagramm zur Evaluation der zu testenden Oberbauten. Dieses enthält die für die Evaluation massgebenden Kriterien.

- ◇ Schotterrasen gemäss der Norm [3] wird im Hinblick auf die Flora als weniger wertvoll beurteilt. Im Übrigen bestehen beim Befahren mit Lastwagen auch Bedenken bezüglich der Strapazierfähigkeit. Das Befahren mit Lastwagen bewirkt Verschiebungen der Schotterstücke und eine Schädigung des Bewuchses.
- ◇ Rasengitterelemente werden unter Berücksichtigung der Kosten und des Aufwandes für eine Instandsetzung ausgeschieden. Grundsätzlich scheint es möglich, mit einer Änderung der in der Norm [3] festgelegten Ausführung die ökologische Bedeutung als Standort für die Flora und Fauna zu erhöhen.
- ◇ Es sind international weitere Ausführungen von bewachsenen Oberbauten bekannt (Schutz der Oberfläche mit Drahtnetzen usw.). Keines dieser Systeme weist jedoch so bedeutsame Vorteile auf, dass ein Einbezug in die Evaluation als notwendig beurteilt worden wäre.

Die Evaluation nach dem Schema gemäss Abbildung 3.4 hat folgendes Resultat bezüglich den zu testenden Oberbauten ergeben:

- Kiesrasen (KR)
- Kiesrasen mit Geogitter (KR mit Geogitter)
- Kiesrasen mit Geröllbeton-Fundationschicht (KR mit Geröllbeton)
- Kiesrasen mit Kunststoffgitterrost (KR mit Gitterrost)

Die zu untersuchenden Kiesrasen sind in der Tabelle 3.1 im Detail beschrieben.



**Abbildung 3.4** Entscheidungsdiagramm zur Evaluation der zu testenden bewachsenen Oberbauten

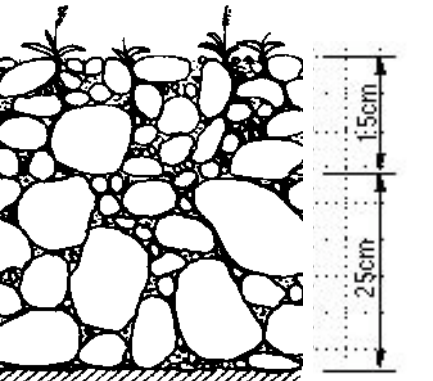
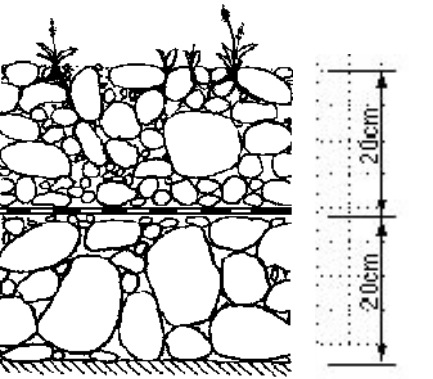
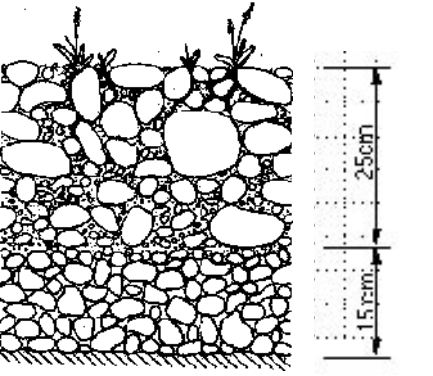
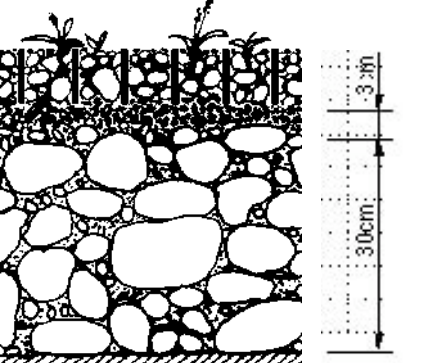
### Aufbau der Kiesrasen

#### ◇ Oberfläche und Bewuchs

Die Oberfläche und der Bewuchs präsentierten sich vor Versuchsbeginn relativ einheitlich. Aufnahmen des Zustandes vor dem Befahren finden sich in der Abbildung 3.8 und unter Ziffer 3.5.2. Nachfolgend sind die wesentlichen Charakteristiken beschrieben.

- Die Oberfläche ist im Wesentlichen mit derjenigen einer geschlossenen Planie einer Fundationsschicht aus Kiessand I identisch.
- Einzelne grössere Flächen wiesen keine geschlossene sondern eine rollige Oberfläche auf. Die betreffenden Abschnitte wurden von einer weiteren Beurteilung ausgeschlossen.

- Der Bedeckungsgrad des Bewuchses ist vergleichsweise licht und die Halme sind dünn und kurz.
- Die Durchwurzelung durch einzelne Pflanzen ist unter Berücksichtigung des spärlichen Bewuchses bereits unerwartet dicht (siehe Abbildungen 3.5 und 3.6).

<p><b>Kiesrasen (KR)</b></p> <p>Der Kiesrasen besteht ausschliesslich aus Kiessand I, der wie im Fall einer Fundationsschicht eingebracht und verdichtet wird.</p>		<p>Deckschicht Kiessand I 0-63, verdichtet</p> <p>Tragschicht Kiessand I 0-80</p>
<p><b>Kiesrasen mit Geogitter (KR mit Geogitter)</b></p> <p>Diese verstärkte Ausführung des Kiesrasens ist mit einem formstabilen Geogitter "Tensar SS 3" verstärkt.</p>		<p>Deckschicht Kiessand I 0-63, verdichtet</p> <p>Formstabiles Geogitter</p> <p>Tragschicht Kiessand I 0-80</p>
<p><b>Kiesrasen mit Geröllbeton-Fundationsschicht (KR mit Geröllbeton)</b></p> <p>Die Geröllbeton-Fundationsschicht dient als feste Unterlage der Deckschicht aus Kiessand und als Drainage des Oberbaus.</p>		<p>Deckschicht Kiessand I 0-63, verdichtet</p> <p>Tragschicht Geröllbeton, 16-32 PC 100 kg/m<sup>3</sup></p>
<p><b>Kiesrasen mit Kunststoffgitterrost (KR mit Gitterrost)</b></p> <p>Der eingebaute Gitterrost "Ra-Wa-Top" stabilisiert das Deckschichtmaterial.</p>		<p>Kunststoffgitterrost mit Kiessand I 0-30 gefüllt</p> <p>Planie Splitt 3-6</p> <p>Tragschicht Kiessand I 0-80</p>

**Tabelle 3.1** Beschreibung der untersuchten Kiesrasen

#### ◇ Ausführung der Ansaat

Es wurde eine Trockensaat ohne Aufbringen einer Mulchschicht ausgeführt. Als Startdüngung verbunden mit einem Klebemittel wurde das Produkt Grami-Fix aufgebracht.

#### ◇ Saatgut

Das nachfolgend aufgeführte Saatgut besteht aus Grassamen für Wiesen und aus speziell stressresistenten Gräsern, welche gegenüber dem Wechsel Trockenheit und Nässe resistent sind:

– Festuca ovina	Schafschwingel	10 %
– Festuca rubra commutata	Rotschwingel horstbildend	15 %
– Festuca rubra rubra	Rotschwingel ausläufertreibend	15 %
– Cynosurus cristatus	Kammgras	10 %
– Poa pratensis	Wiesenrispe	20 %
– Poa compressa	Platthalmrispe	15 %
– Agrostis alba	Fioringras	15 %



**Abbildung 3.5** Grasbüschel ca. 3 Monate nach der Ansaat



**Abbildung 3.6** Grasbüschel mit dichtem Wurzelwerk

### Referenzabschnitt

Für den Referenzabschnitt wurde aus den folgenden Gründen ein Oberbau mit toniger Deckschicht gemäss Abbildung 3.7 gewählt:

- Strassen mit Oberbauten mit toniger Deckschicht sind sehr verbreitet – speziell im Fall von Wald- und Güterstrassen. Es besteht eine jahrelange Erfahrung hinsichtlich der Tragfähigkeit und der äquivalenten Verkehrslast zwischen Erstellung und dem Erreichen der Endbefahrbarkeit.

- Im Zusammenhang mit dem Waldstrassenbau wurden über die Tragfähigkeit von Oberbauten mit tonigen Deckschichten Forschungsarbeiten durchgeführt [19].
- Oberbauten mit tonigen Deckschichten für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr sind eine Alternative zu bewachsenen Oberbauten.

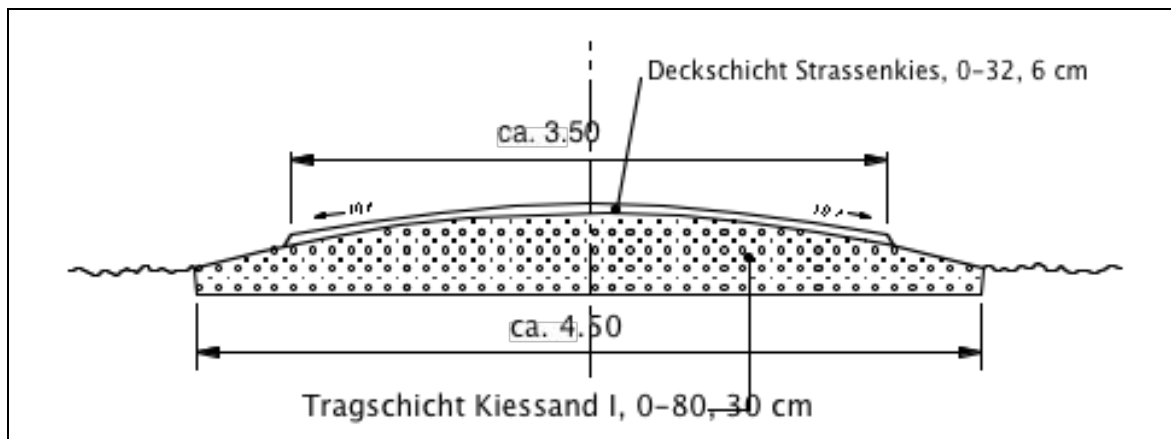


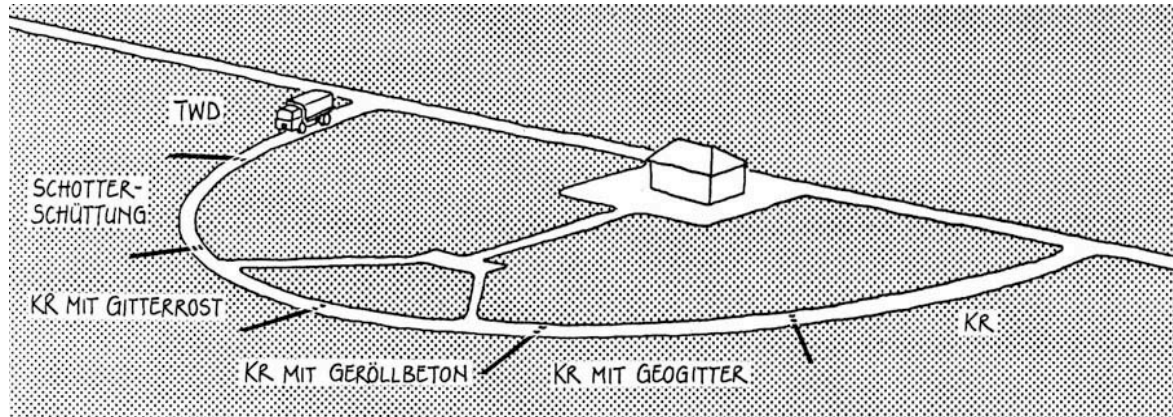
Abbildung 3.7 Referenzabschnitt Oberbau mit toniger Deckschicht



Abbildung 3.8 Bewuchs auf den Versuchsabschnitten vor den Überfahrten mit dem Lastwagen

### Anordnung der Testabschnitte

Die Anordnung der Testabschnitte auf der Versuchsstrecke ist in der Abbildung 3.9 dargestellt.



**Abbildung 3.9** Teststrecke mit den zu testenden Oberbauten

### 3.3.3 Fahrzeuge

Die folgenden Fahrzeuge standen zur Verfügung:

- ◇ Erste Überfahrten  
Saurer 6 DM, Leergewicht 10 t, Ladung 5 t.  
Achslasten mit Lastäquivalenzfaktor 1,6.

	Vorderachse	Hinterachse
Last	6,4 t	8,6 t
Bereifung	einfach	einfach

**Tabelle 3.2** Daten des Fahrzeugs für die ersten Überfahrten

- ◇ Zweite Überfahrten  
Mercedes 1838, Leergewicht 10,4 t, Ladung 13,2 t.  
Achslasten mit Lastäquivalenzfaktor 10,3.

	Vorderachse	Hinterachse
Last	7,9 t	13,7 t
Bereifung	einfach	doppelt

**Tabelle 3.3** Daten des Fahrzeugs für die zweiten Überfahrten

### 3.3.4 Einrichtungen zur Aufnahme des Querprofils

Die Einrichtung bestand aus zwei Messböcken und einer Latte, von welcher aus die Fahrbahnfläche gemessen wurde. Für jedes Teilstück wurde eine Messstelle an einer repräsentativen Stelle festgelegt. In diesem Querschnitt (Abbildung 3.10) durfte der Oberbau nicht von angrenzenden Teilstücken mit einer massgeblich grösseren oder geringeren Tragfähigkeit oder von einer visuell erkennbar fehlerhaft eingebauten Deckschicht beeinflusst werden.

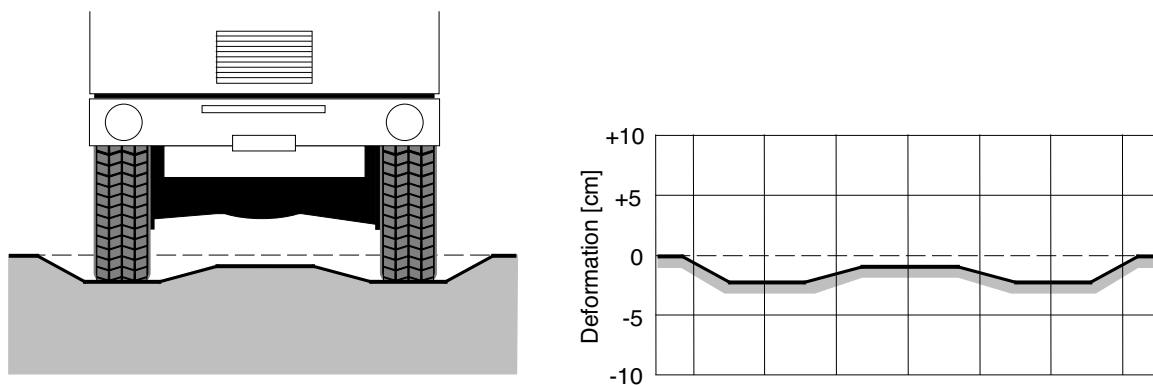


Abbildung 3.10 Messung der Deformationen im Querprofil

## 3.4 Versuchsbedingungen

### 3.4.1 Äquivalente Verkehrslast

Das Versuchskonzept ging davon aus, dass primär ein Vergleich mit einem Referenzoberbau mit einem bekannten Verhalten angestellt wird. Im Weiteren hatte sich die Verkehrslast im Bereich bis zum Erreichen eines praxiskonformen Endbefahrbarkeitswertes zu bewegen. Im Folgenden wird die Endbefahrbarkeit und die Verkehrslast behandelt.

#### ◇ Endbefahrbarkeit

Die Befahrbarkeitskriterien gemäss der Norm [7] sind für Strassen mit bewachsenen Oberbauten oder mit tonigen Deckschichten nicht massgebend. Angaben über Bestandes- und Zustandsmerkmale (Befahrbarkeit) finden sich in [18]. In dieser deutschen Untersuchung werden für landwirtschaftliche Fahrzeuge Spurrinnen von 10 bis 15 cm Tiefe als akzeptabel beurteilt. Allgemein soll der Strassenzustand ein problemloses Befahren mit Personenwagen gewährleisten. Deshalb sollte eine Spurrinentiefe von ca. 5 cm nicht überschritten werden. Im Hinblick auf den Erhaltungsaufwand können für bewachsene Oberbauten grössere Unebenheiten als im Fall von Oberbauten mit tonigen Deckschichten zugelassen werden. Auf bewachsenen Oberbauten versickert das Niederschlagswasser, während sich auf tonigen Deckschichten Pfützen bilden, welche ein Aufweichen der tonigen Schicht bewirken.

#### ◇ Lastwagenverkehr auf Strassen

Grundlagen zur äquivalenten Verkehrslast finden sich in den SN-Normen [6] [8] sowie in der Literatur [16]. Auf der Basis des ersten Versuches mit Überfahrten bei trockenem Klima wurde die gesamte äquivalente Verkehrslast mit 800 (2 × 400) Überfahrten mit der Einheitsachslast von 8,16 t festgelegt. Diese Verkehrslast kann als massgebend für eine Strasse mit einem sporadischen Lastwagenverkehr angenommen werden.

#### ◇ Lastwagenverkehr auf Plätzen

Abstellplätze für LW ohne Hartbelag mit abgegrenzten Parkfeldern und Fahrgassen sind selten. Auf solchen Abstellplätzen wird nicht kanalisiert sondern frei gefahren. Dadurch wird die Häufigkeit einer Überfahrt einer bestimmten Stelle des Platzes massiv herabgesetzt. Die Einwirkungen von Lastwagen sind deshalb auf

Abstellplätzen im Vergleich zu Strassen geringer. Der Versuch mit 800 Überfahrten mit der Einheitsachslast von 8,16 t auf der Teststrecke kann als massgebliche Belastung von Abstellplätzen mit einem sporadischen Befahren mit Lastwagen betrachtet werden.

#### ◇ Personenwagenverkehr

Sowohl im Fall von bewachsenen Oberbauten als auch von Strassen und Plätzen mit tonigen Deckschichten haben hinsichtlich der Tragfähigkeit Personenwagen in Anbetracht ihrer kleinen äquivalenten Achslast keine relevante Bedeutung. Eine massgebliche Bedeutung hat jedoch der Personenwagenverkehr hinsichtlich der Strapazierfähigkeit der Deckschicht. Oberflächenschäden wegen des Personenwagenverkehrs sind im Wesentlichen die Folge vermeidbarer Fahrmanöver mit grossen Beschleunigungen. Der Umfang der Schäden hängt weitgehend von der Dichte des Bewuchses und dabei insbesondere der Durchwurzelung ab.

### 3.4.2 Klima

Die Tests wurden in Zeitabschnitten ohne und mit erheblichen Niederschlägen durchgeführt.

#### ◇ Erster Versuch am 9. und 10. September 1996

Der Tag des Versuches und die Tage davor waren ohne Niederschläge.

#### ◇ Zweiter Versuch am 27. und 28. November 1996

Die Niederschläge im Zeitraum dieses Versuches sind in der Tabelle 3.4 zusammengestellt. Die gemessenen täglichen Niederschläge sind keine Spitzenwerte. Sie können für eine Durchnässung des Oberbaus jedoch als erheblich bezeichnet werden. Stehendes Wasser wurde auf keinem Testabschnitt festgestellt.

21.11.96	22.11.96	23.11.96	24.11.96	25.11.96	26.11.96	27.11.96	28.11.96
5,8 mm	0,0 mm	4,7 mm	0,0 mm	4,1 mm	5,0 mm	6,3 mm	1,7 mm

**Tabelle 3.4** Tägliche Niederschlagsmengen im Zeitraum der Versuche (Messstelle Flughafen)

### 3.4.3 Versuchsablauf

Die massgebenden Daten des Versuchsablaufs sind nachfolgend zusammengestellt.

#### ◇ Vorbereiten und Erstellen der Teststrecke

Ende September 1995      Abschluss der Bauarbeiten Teststrecke

Anfang Oktober 1995      Ansaat der Kiesrasen

Anfang Mai 1996          Nachverdichten und ergänzende Ansaat

Eine Ansaat eines Kiesrasen im Oktober ist wegen des Klimas kritisch. Ein massgeblicher Bewuchs ist bis im Frühjahr 1996 nicht aufgetreten. In Bezug auf die Erhöhung der Tragfähigkeit durch die Durchwurzelung ist festzustellen, dass als massgebender Zeitpunkt der Ansaat Anfang Mai 1996 angenommen wurde.

#### ◇ Befahren der Teststrecke

9./10. September 1996      Befahren der Strecke bei trockener Witterung

27./28. November 1996      Befahren der Strecke nach Tagen mit Niederschlägen

## 3.5 Auswertung und Resultate

### 3.5.1 Tragfähigkeit

#### Resultate

Die ausgewerteten Messungen der Deformationen sind in der Tabellen 3.5 und 3.6 zusammengestellt.

	<p>Deformationen in der Fahrspur 3,0 cm</p> <p>Verdrückung gross</p>
	<p>Deformationen in der Fahrspur 2,8 cm</p> <p>Verdrückung zwischen den Fahrspuren gering</p> <p>Verstärkung geringe Wirkung</p>
	<p>Deformationen in der Fahrspur 3,0 cm</p> <p>Verdrückung zwischen den Fahrspuren gering</p> <p>Verstärkung geringe Wirkung</p>
	<p>Deformationen in der Fahrspur 1,3 cm</p> <p>Verdrückung zwischen den Fahrspuren gering</p> <p>Verstärkung grosse Wirkung</p>

Legende:

1 Nach 400 Überfahrten mit Einheitsachslast 8,16 t bei trockener Witterung

2 Nach weiteren 400 Überfahrten mit Einheitsachslasten 8,16 t nach Tagen mit Niederschlägen

**Tabelle 3.5** Deformationen auf Kiesrasen

	<p>Deformationen in der Fahrspur: 7,5 cm</p> <p>Verdrückung zwischen den Fahrspuren: gross</p>
	<p>Deformationen in der Fahrspur: 1,0 cm</p> <p>Verdrückung zwischen den Fahrspuren: gering</p>

Legende:

1 Nach 400 Überfahrten mit Einheitsachslast 8,16 t bei trockener Witterung

2 Nach weiteren 400 Überfahrten mit Einheitsachslasten 8,16 t nach Tagen mit Niederschlägen

**Tabelle 3.6** Deformationen auf Referenzoberbauten

## Diskussion der Resultate

### ◇ Kiesrasen

- Die Tragfähigkeit des Kiesrasens mit einer Deformation von 3 cm in der Fahrspur bei einer äquivalenten Verkehrslast von 800 Einheitsachslasten gemäss Norm [6] ist für einen von Lastwagen befahrenen Abstellplatz angemessen. Ein Einsatz auf einer Strasse mit einem beschränkten Lastwagenverkehr ist möglich. Bei der Beurteilung der aufgetretenen Verminderung der Befahrbarkeit sind die folgenden von der wirklichen Nutzung abweichenden ungünstigeren Testbedingungen zu berücksichtigen:
  - Der Bewuchs hat sich beim Test bezüglich seiner Funktion als Bewehrung noch weit vom Endstadium befunden.
  - Beim Einsatz in der Praxis erstreckt sich das Befahren über mehrere Jahre. Der Bewuchs hat somit Gelegenheit, sich nach Einwirkungen zu erholen.
  - Ein Platz wird beim Betrieb nie derart konzentriert befahren.
- In Bezug auf die Tragfähigkeit weist der Kiesrasen für ein Befahren mit Personenwagen und leichten Lastfahrzeugen eine lange Gebrauchsdauer auf.
- Im Vergleich mit einem Oberbau mit toniger Deckschicht weist der Kiesrasen eine geringere Tragfähigkeit auf. In Anbetracht einer kostengünstigen Instandsetzung des Kiesrasens darf dieser Vorteil der tonigen Deckschicht nicht überbewertet werden.
- Nach einer "Primärdeformation" nimmt die Deformation pro Überfahrt erheblich ab. So zeigte sich beim Befahren in der Phase 400 bis 800 äquivalente Verkehrslasten nur eine geringe Zunahme der Deformationen in den Fahrspuren. Der gleiche Effekt wurde auch im Fall der tonigen Deckschicht festgestellt.

- Der Versuch hat keine Hinweise gegeben, dass massgebliche Regenfälle die Tragfähigkeit negativ beeinflussen.
- ◇ Kiesrasen mit Geogitter
  - Der Kiesrasen mit Geogitter hat sich im wesentlichen identisch wie der Kiesrasen verhalten.
  - Die Verstärkung durch das Geogitter hat jedoch im Fall einer Endbefahrbarkeit mit einer Fahrspurtiefe von über 5 cm eine Verdrückung nach oben in der Fahrbahnmitte nachhaltig vermindert.
- ◇ Kiesrasen mit Geröllbeton
  - Der Kiesrasen mit einer Foundationsschicht aus Geröllbeton hat sich im wesentlichen identisch wie der Kiesrasen verhalten.
  - Bezüglich einer Eignung für eine Strasse mit einer Endbefahrbarkeits-Deformation von über 5 cm ist der Kiesrasen mit Geröllbeton günstiger, da wie beim Kiesrasen mit Geogitter die Verdrückung gegen die Strassenmitte erheblich geringer ist.
- ◇ Kiesrasen mit Gitterrost
  - Die Tragfähigkeit ist wesentlich grösser als diejenige des Kiesrasens und etwa identisch mit der des Referenzoberbaus mit einer tonigen Deckschicht.
  - Eine Deformation in den Fahrspuren von 1,5 cm wird bei einer äquivalenten Verkehrslast von ca. 2'000 Einheitsachslasten erreicht.
  - Verdrückungen gegen die Strassenmitte treten nicht auf.
- ◇ Schotterschüttung
  - Die Deformation in der Fahrspur von 7,5 cm bei einer äquivalenten Verkehrslast von 800 Einheitsachslasten ist sehr gross. Die erwartete Wirkung des Verteilens der Schotterkörner ist nur beschränkt eingetreten.
  - Während den Überfahrten konnten starke Bewegungen der Schotterkörner festgestellt werden.
- ◇ Referenzoberbau mit toniger Deckschicht

Die Tragfähigkeit des Oberbaus mit toniger Deckschicht ist mit einer Deformation in den Fahrspuren von 1 cm bei einer äquivalenten Verkehrslast von 800 Einheitsachslasten von allen am Versuch einbezogenen Oberbausystemen am grössten.

### 3.5.2 Strapazierfähigkeit

#### Grundlagen der Beurteilung

Die Beurteilung basiert auf den Versuchen mit Befahren mit Lastwagen. Die folgenden Charakteristiken der Schadensbilder wurden berücksichtigt:

- ◇ Geschlossenheit der Oberfläche

Die nachfolgend angegebenen Zustände wurden unterschieden:

  - Geschlossene Oberfläche
  - Geschlossene Oberfläche mit losen Steinen
  - Flächen mit rolligem Kiessandmaterial
- ◇ Dichte und Zustand der Pflanzen

## Resultate

Die Beurteilungen zur Strapazierfähigkeit der Kiesrasen sind in den Tabellen 3.7 und 3.8 zusammengestellt.

◇ Kiesrasen, Kiesrasen mit Geogitter sowie Kiesrasen mit Geröllbeton

Die drei Ausführungen von Kiesrasen verhalten sich hinsichtlich der Strapazierfähigkeit identisch.

	<p><b>Kiesrasen vor dem Befahren</b></p> <p>Bewuchs mit ca. 500 bis 1000 Pflanzen/m<sup>2</sup> in den Fahrspuren</p> <p>Oberfläche geschlossen, wenige lose Steine</p>
	<p><b>Kiesrasen nach ca. 250 Überfahrten mit Einheitsachslast</b></p> <p>Bewuchs mit ca. 200 bis 500 Pflanzen/m<sup>2</sup> in den Fahrspuren</p> <p>Niedergedrückte Grashalme</p> <p>Oberfläche geschlossen, wenige lose Steine</p>
	<p><b>Kiesrasen nach ca. 400 Überfahrten mit Einheitsachslast</b></p> <p>Bewuchs mit ca. 0 bis 300 Pflanzen/m<sup>2</sup> in den Fahrspuren</p> <p>Rolliges Material beidseits der Fahrspur</p>
	<p><b>Kiesrasen ca. 2 Monate nach den 400 Überfahrten mit Einheitsachslast</b></p> <p>Bewuchs teilweise regeneriert</p>

**Tabelle 3.7** Beurteilung von Kiesrasen, Kiesrasen mit Geogitter und Kiesrasen mit Geröllbeton

## ◇ Kiesrasen mit Gitterrost

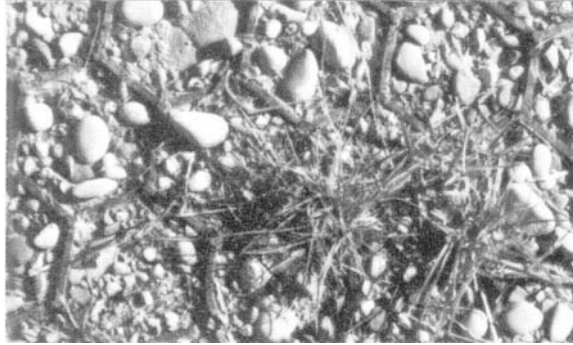
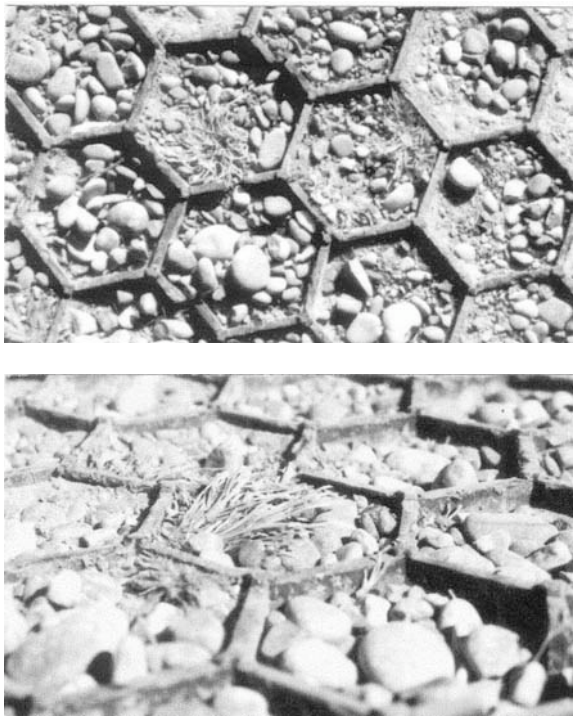
	<p><b>Kiesrasen mit Gitterrost vor dem Befahren</b></p> <p>Bewuchs mit ca. 200 bis 500 Pflanzen/m<sup>2</sup> in den Fahrspuren</p> <p>Niedergedrückte Grashalme</p> <p>Oberfläche geschlossen, keine rolligen Stellen</p>
	<p><b>Kiesrasen mit Gitterrost nach ca. 400 Überfahrten mit Einheitsachslast</b></p> <p>Bewuchs mit ca. 200 bis 500 Pflanzen/m<sup>2</sup> in den Fahrspuren</p> <p>Oberfläche wie bei Versuchsbeginn</p> <p>Über die Kiessandfüllung unterschiedlich stark vorstehender Kunststoffgitterrost</p>

Tabelle 3.8 Beurteilung von Kiesrasen mit Gitterrost

**Diskussion der Resultate**

## ◇ Kiesrasen

- Bei den Versuchen mit Lastwagen ist die bei Versuchsbeginn geschlossene Kiessandoberfläche mit wenigen losen Steinen nachhaltig gestört worden. Örtlich sind Bereiche mit rolligem Material entstanden. Es ist davon auszugehen, dass sich im Fall einer fehlenden Kanalisierung bzw. beim Befahren offener Abstellflächen dieses bezüglich der Strapazierfähigkeit ungünstige Schadensbild nicht eingestellt hätte. Dies gilt auch bei einer grösseren Verkehrslast.
- Bei den Versuchen wurden etwa zwei Drittel der sichtbaren Pflanzenteile gänzlich zerstört. Dabei sind die für die Stabilisierung der "Deckschicht" massgebenden Wurzeln im Kiesrasen verblieben. Nach den Versuchen hat eine Regeneration des Bewuchses stattgefunden. Es kann angenommen werden, dass im Fall einer identischen Verkehrslast jedoch einer normalen Gebrauchsdauer der Bewuchs wegen den Regenerationsphasen weitgehend erhalten geblieben wäre.

- Schäden als Folge eines grossen Schlupfes der Räder von Personenwagen bei Schnellstarts oder beim kräftigen Bremsen sind generell eher selten. Ihre längerfristigen Auswirkungen auf die Strapazierfähigkeit sind schwierig abzuschätzen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass auch die von Personenwagen verursachten Oberflächenschäden sich – ausser in besonderen Fällen – wieder stabilisieren.

#### ◇ Kiesrasen mit Kunststoffgitterrost

Der Bewuchs wurde durch den Lastwagenverkehr nicht nachhaltig zerstört. Das Schadensbild zeigt am Ende des Versuchs einen erheblichen Anteil an niedergedrückten Halmen, die jedoch rasch regenerieren.

## 3.6 Schlussfolgerung

### 3.6.1 Ergebnisse der Untersuchung

Unter Ziffer 3.1 sind die im Rahmen der Untersuchung zu beantwortenden und Kiesrasen betreffenden Fragen zusammengestellt. Einzelne Fragen konnten aus Resultaten der "Strassenversuche" und andere aus Literaturrecherchen oder der Praxis der Forschungsstelle beantwortet werden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich primär auf Kiesrasen ohne Verstärkungen. In Fällen mit Modifikationen wird auf diese hingewiesen.

#### ◇ Herabsetzung der Befahrbarkeit als Folge des Befahrens mit Lastwagen

Für ein Befahren mit Personen- und leichten Lastwagen weist der Kiesrasen eine lange Gebrauchsdauer auf. Beim Befahren mit einer äquivalenten Verkehrslast von 800 Einheitsachslasten von 8,16 t im Test entstand eine Deformation in der Fahrspur von 3 cm. Die Endbefahrbarkeit ist damit nicht erreicht. Im Fall von Abstellplätzen ohne festgelegte Parkierungsordnung, auf welchen der Verkehr nicht in Fahrgassen kanalisiert wird, und mit einer sporadischen Belegung durch Lastwagen ist eine lange Gebrauchsdauer gewährleistet.

#### ◇ Beziehungen zwischen der Tragfähigkeit des Oberbaus und der Strapazierfähigkeit der Deckschicht

Im Fall des Kiesrasens können die Charakteristiken Tragfähigkeit und Strapazierfähigkeit nicht klar gegeneinander abgegrenzt werden. Sowohl der Bewuchs als auch das Korngefüge sind ein Element der Trag- und Strapazierfähigkeit. Beim Kiesrasen mit einem Kunststoffgitterrost ist wie im Fall von Hartbelägen im Wesentlichen nur die Deckschicht für die Strapazierfähigkeit verantwortlich.

#### ◇ Auswirkung des Fehlens einer wasserdichten Deckschicht

Es wurden Versuche mit einem Befahren mit Lastwagen nach einer Regenperiode durchgeführt. Die Versuche haben kein Indiz dafür geliefert, dass das Fehlen einer wasserdichten Deckschicht die Trag- oder die Strapazierfähigkeit herabsetzt.

#### ◇ Einsatzgrenzen bezüglich des Verkehrs

Kiesrasen können grundsätzlich auf allen Strassen und Plätzen eingesetzt werden, die auch mit einer tonigen Deckschicht ausgeführt würden. Im Fall von Strassen mit Kiesrasen ist jedoch die Gebrauchsdauer kürzer. Beim Einsatz von Kiesrasen mit Kunststoffgitterrosten ist die Tragfähigkeit und die Strapazierfähigkeit etwa gleich wie im Fall von tonigen Deckschichten.

◇ Entwicklung des Bewuchses in der Startphase

In einem Zeitraum von sechs Monaten etabliert sich ein Bewuchs, der einen massgeblichen Beitrag zur Tragfähigkeit und zur Strapazierfähigkeit leistet.

◇ Entwicklung der Tragfähigkeit durch den Bewuchs

Beim durchgeführten Versuch wurde die Teststrecke zweimal kurz hintereinander befahren. Informationen zum Regenerationsverhalten der Bewehrungswirkung konnten deshalb nicht gesammelt werden.

### 3.6.2 Erkenntnisse bezüglich des Einsatzes und der Wahl von Kiesrasen

Für den Einsatz und die Wahl von Kiesrasen gelten die folgenden Grundsätze:

- ◇ Bewachsene Oberbauten sind im Vergleich zu Strassen und Plätzen mit einer tonigen Deckschicht bezüglich Erstellungskosten und Erhaltungsaufwand ungünstiger. Speziell im Fall von Abstellplätzen gilt dies jedoch nur, wenn die Bauweise mit toniger Deckschicht kein Entwässerungssystem mit Einlaufschächten und Ableitungen benötigt.
- ◇ Die Verstärkung von Kiesrasen mit Geogitter oder einer Verstärkungsschicht über dem Planum bringt bezüglich Trag- und Strapazierfähigkeit keine massgebliche Verbesserung.
- ◇ Der Einsatz von Kiesrasen ist beim Zusammentreffen der folgenden Randbedingungen vorzusehen:
  - Die Bodenwasserverhältnisse sind günstig.
  - Die äquivalente Verkehrslast bzw. der Lastwagenverkehr ist speziell im Fall von Strassen eher gering.
  - Die Abstellfläche oder die Strasse darf keine Barriere für die Fauna darstellen.
  - Geringe Erstellungskosten und ein angemessener Erhaltungsaufwand werden angestrebt.
  - Die Belichtung bzw. Besonnung für den Pflanzenbewuchs ist angemessen.
- ◇ Der Einsatz von Kiesrasen mit einem Kunststoffgitterrost ist in den folgenden Fällen sinnvoll:
  - Die Benützer verursachen erwartungsgemäss Schäden durch zu starkes Beschleunigen.
  - Die Bodenwasserverhältnisse sind günstig.
  - Die äquivalente Verkehrslast bzw. der Lastwagenverkehr lässt den Einsatz eines Kiesrasens nicht zu.
  - Die Wirkung als homogene grüne Rasenfläche hat eine massgebliche Bedeutung.
  - Die Abstellfläche oder Strasse soll keine Barriere für die Fauna darstellen.
  - Die im Vergleich zu einer tonigen Deckschicht wesentlich höheren Kosten für den Bau und die Erhaltung sind akzeptabel.
  - Fahrmanöver mit grossem Lenkeinschlag kommen häufig vor.



## 4 Aspekte von Oberbauten mit Rasengitterelementen

### 4.1 Grundlagen

In der Literatur und in den Herstellerunterlagen finden sich Informationen über Rasengitterelemente allgemein unter dem Begriff "Pflasterdecke" oder "Spurwege". Eine breitere praxisorientierte Behandlung massgebender Aspekte von Rasengitterelementen finden sich in den Publikationen [15] [20] [23] [24]. Zudem wurde im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeit eine Umfrage bei mehreren Elementherstellern und Gartenbauunternehmen durchgeführt, welche im Anhang dokumentiert ist.

### 4.2 Tragfähigkeit

#### 4.2.1 Bemessung des Oberbaus

Die Bemessung von Oberbauten mit Rasengitterelementen wurde an Hand von mehreren Quellen ermittelt:

- Gültige VSS-Norm über Rasengitterelemente [3]
- Angaben aus in- und ausländischen Publikationen
- Praktische Erfahrungen von Elementherstellern und Gartenbauerunternehmen aus den Umfragen
- Extrapolation aus den Fahrversuchen mit Kiesrasen (vgl. Abschnitt 3)

Ein zweckmässiger Aufbau eines Oberbaus mit Rasengitterelementen sieht wie folgt aus:

· Rasengitterelemente	
gefüllt mit Sand/Oberboden-Mischung	8 ... 12 cm
· Einbettung aus Splitt 3/6	1 ... 3 cm
· Planie aus Kiessand 0/30	3 ... 5 cm
· Fundationsschicht aus Kiessand I 0/80	<u>21 ... 42 cm</u>
Gesamte Oberbaudicke	33 ... 62 cm

#### 4.2.2 Form und Gewicht der Elemente

Rasengitterelemente sollten im Hinblick auf den Bewuchs möglichst grosse Hohlräume aufweisen und in der Vertikalen durchlässig sein. Daneben sind für die maschinelle Herstellung weitere Anforderungen bezüglich Form und Mindestmasse der Struktur zu erfüllen. Zur Beziehung zwischen der Tragfähigkeit der Elemente und den konstruktiven Charakteristiken liegen keine Untersuchungen vor. Ebenso fehlen Testbedingungen. Basierend auf der Umfrage bei Herstellern sowie den genannten Publikationen kann Folgendes festgestellt werden:

- Der schwächste Betonquerschnitt hat mindestens 4 cm zu betragen. Im Übrigen sollen die Betonquerschnitte möglichst ausgeglichen sein.
- Für Strassen oder Parkplätze, die von Lastwagen oder vielen Personenwagen befahren werden, sind Elemente mit einem Gewicht von mindestens 140 kg/m<sup>2</sup> vorzusehen.

- Einzelne gebrochene Rasengitterelemente haben keine massgebliche Verminderung der Tragfähigkeit des Oberbaus zur Folge.

Bei der Befragung der Hersteller von Rasengitterelementen werden Hinweise zu massgebenden Normen, jedoch keine Angaben zu den Anforderungen an den Beton geliefert.

#### 4.2.3 Verbundwirkung

Die Umfrage bei Herstellern lieferte keine Angaben zur Verbundwirkung. Bei Verbund- und Betonpflastersteinen wird eine Verbundwirkung allgemein mit dem Fugenverfüllmaterial und in besonderen Fällen mit Nocken erreicht. Bei Rasengitterelementen fehlt wegen den speziellen Anforderungen an die Form (durchlässiger Querschnitt, grosser Hohlraum für Pflanzensubstrat, Begehkomfort usw.) in vielen Fällen eine geschlossene Fugenfläche. Damit ist eine Fugenverfüllung mit Sand oder Splitt ausgeschlossen. Einzelne Produkte weisen Nocken auf. Es fehlen jedoch Angaben zu deren Auswirkungen auf die Tragfähigkeit.

### 4.3 Griffigkeit

Die Recherchen haben ergeben, dass die Griffigkeit von Rasengitterelementen durch niedergedrücktes Gras stark vermindert werden kann. Dies ist jedoch nur bei Strassen mit grossem Gefälle und wenig Verkehr von erheblicher Bedeutung. In solchen Fällen sind Rasengitterelemente periodisch zu mähen, oder die Betonoberflächen sporadisch zu reinigen.

### 4.4 Durchlässigkeit und Entwässerung

Oberbauten mit Rasengitterelementen sind im Normalfall so durchlässig, dass sie Starkregen gemäss der Norm [10] in den Untergrund oder in drainierende Schichten abzuleiten vermögen. In folgenden Fällen ist die Durchlässigkeit eingeschränkt:

- Gefrorener Boden
- Fehlender Bewuchs z.B. als Folge von durch den Verkehr verdrücktem Bodenmaterial
- Kolmatisierte Füllung durch eingetragenes Bodenmaterial oder von Fahrzeugen abgetropfte tonig-siltige Suspension
- Unzureichende Durchlässigkeit des Untergrundes oder der seitlich anstossenden Bodenschichten

Die Frage nach der Notwendigkeit eines Gefälles (Quergefälle bei Strassen) hat gezeigt, dass in Anbetracht der sehr unterschiedlichen Bedingungen eine Unsicherheit besteht. Es sind die folgenden sehr weit auseinander liegenden Meinungen vertreten worden:

- Generell kein Gefälle notwendig
- Generell kein Gefälle, jedoch 1,5% von Vorteil
- Generell kein Gefälle, ausser im Falle einer Nutzung bei gefrorenem Boden

- Quergefälle von 3% gemäss der Norm [5]

Unter Berücksichtigung der oben angegebenen Einschränkungen kann analog zum Fall des Kiesrasens die Oberfläche in der Regel ohne Gefälle ausgeführt werden.

Die Umfrage zeigt die Bedeutung einer klaren Regelung der Gefällsverhältnisse. Diese erfolgt in den Normen "Projektierung von Güterstrassen" und "Projektierung von Parkplätzen", welche Bestandteil des im Abschnitt 5 beschriebenen Normenkonzeptes sind.

## **4.5 Einbau der Rasengitterelemente**

### **4.5.1 Material und Einbau der Bettung**

Anlässlich der Umfrage sind zum Bettungsmaterial folgende Angaben eingegangen:

- Brechsand 0/6 oder 0/8 mm
- Splitt 3/6 mm
- Mischung von 20% Sand 0/8 mm und 80% Splitt 4/6 mm

Zur Beurteilung des Bettungsmaterials liegen keine Untersuchungen vor. Es kann auch nicht auf die Norm [11] hingewiesen werden, wo unter Einbettung über die Materialwahl nichts ausgesagt wird.

Gemäss der Erhebung ist eine Verdichtung der Bettung nicht notwendig. Von einem Hersteller wird ein Abwalzen empfohlen. Die oben erwähnte Norm [11] äussert sich nicht zum Verdichten.

### **4.5.2 Verlegen der Elemente**

Die Angaben der Befragten wiesen wesentliche Unterschiede auf. Sie sind nachfolgend zusammengestellt:

- Verlegen ohne Klopfen oder Vibrieren
- Abrütteln/Vibrieren
- Abrütteln mit Walze mit Gummirollen oder Plattenvibrator mit "Plattenschutz"

Bautechnisch gesehen scheint das auch im Fall von Betonpflastersteinen häufig ausgeführte Abrütteln eine für die Ebenheit und die Tragfähigkeit zweckmässige Massnahme.

## 4.6 Bewuchs

### 4.6.1 Optimierung des Bewuchses

Untersuchungen zur Optimierung des Bewuchses auf Oberbauten mit Rasengitterelementen fehlen. Die Verhältnisse bezüglich des Wasser- und Lufthaushaltes sowie bezüglich der thermischen Bedingungen sind wahrscheinlich ähnlich wie bei den Kiesrasen. Als Bodensubstrat werden jedoch im Gegensatz zu den Kiesrasen Mischungen von Oberboden und Sand eingesetzt. Die Bauweise hat in der Folge nicht zu einem Trockenrasenbewuchs geführt. Es wurde jedoch in den meisten Fällen ein guter Bedeckungsgrad und in einzelnen Fällen eine erhebliche Artenvielfalt erzielt [15].

### 4.6.2 Füllmaterial

In allen Fällen wird eine Mischung von Sand 0/3 mm und Oberboden vorgeschlagen. Das Mischungsverhältnis schwankt zwischen einem Anteil Oberboden von 25% bis 90% mit vielen Zwischenstufen. Mangels Informationen über den jeweils aufgenommenen Bewuchs ist eine Beurteilung schwierig. Unter Berücksichtigung der Erfahrungen mit Kiesrasen und der Besichtigung zahlreicher Flächen mit Rasengitterelementen ist die Forschungsstelle der Auffassung, dass eine eher oberbodenarme Mischung erfolgreich ist. Im Hinblick auf einen stressresistenten und pflegeleichten Belag wurde in die Norm eine Mischung von Oberboden/Sand von 25%/75% aufgenommen.

### 4.6.3 Einfüllen des Pflanzensubstrats

Die Umfrage hat bezüglich Füllhöhe unterschiedliche Resultate ergeben. Mehrheitlich wird die Meinung vertreten, dass sich das aufgefüllte Gemisch von Oberboden und Sand setzt, und dass deshalb auf OK Rasengitterelement aufgefüllt werden soll. Gemäss einem Hersteller soll jedoch auf eine Höhe von 2 cm unter OK Element aufgefüllt werden.

Die Forschungsstelle hat bei Rasenflächen beispielsweise in Banketten und Mittelstreifen grosse Hebungen festgestellt. Das Gleiche wurde auch bei Parkplätzen mit Rasengitterelementen beobachtet. Die Anhebung hat eine Verdrückung des Substrates durch die Fahrzeuge bewirkt und den Bewuchs nachhaltig gestört. Es wird deshalb empfohlen, das Substrat nur bis auf 2 cm unter OK Element aufzufüllen.

Das Füllmaterial wird lose eingefüllt und darf nicht verdichtet werden. Da ein späteres Entfernen von Füllmaterial nur mit einem sehr grossen Aufwand möglich ist, muss die festgelegte Einfüllhöhe von 2 cm unter OK Element genau eingehalten werden.

### 4.6.4 Ansaat

In Anbetracht des Umstandes, dass die Füllung der Hohlräume mit einer Mischung von Oberboden und Sand erfolgt, ist unklar, ob eine Kiesrasenmischung standortgerecht ist.

#### 4.6.5 Düngung

Die Befragung hat ergeben, dass eine Startdüngung von 15 bis 30 g/m<sup>2</sup> ausgebracht werden soll. Von den Gartenbaufirmen wird eine Nachdüngung bzw. eine spätere Pflegedüngung als notwendig beurteilt. Eine Unternehmung weist darauf hin, dass im Fall einer "Schotterrasenmischung" auf eine Nachdüngung verzichtet werden kann.

#### 4.7 Freigabe zur Benutzung

Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Tragfähigkeit liegen nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese relevant ist, jedoch in Anbetracht der eher kargen Standortbedingungen langsam vor sich geht und mehrere Monate dauert. In der Publikation [20] wird hinsichtlich der Freigabe nach dem Bauende festgestellt, dass die Strasse gesperrt bleiben muss, bis der Bewuchs genügend kräftig ist, d.h. nach ca. zweimaligem Mähen, und dass erst nach ca. eineinhalb Jahren mit schweren Lastfahrzeugen befahren werden darf.

#### 4.8 Kosten

Die Kosten von Oberbauten in ungebundener Bauweise streuen vergleichsweise stark. Im Folgenden sind die Beziehungen zwischen verschiedenen Bauweisen basierend auf den Unterlagen [20] [24] miteinander verglichen. Die Kosten von Oberbauten mit Rasengitterelementen sind:

- etwa gleich hoch wie von Kiesrasen mit Gitterrosten
- etwas höher als von Heissmischtragschichten
- etwa doppelt so hoch wie von tonigen Deckschichten oder Kiesrasen



## 5 Normierungskonzept "Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr"

### 5.1 Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr im VSS-Normenwerk

Die Stellung der VSS-Normen "Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr" innerhalb des Normenwerks des VSS ist in der Abbildung 5.1 dargestellt. Sie ist wie folgt charakterisiert:

- Die technischen Grundlagen für die Projektierung, Ausführung und Erhaltung von Strassen haben im Bereich Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr die Bedeutung von wissenschaftlichen Grundlagen. Sie sind in Anbetracht abweichender betrieblicher Anforderungen und Bauweisen sowie unterschiedlicher Schwerpunkte im Bereich Erhaltung nicht unmittelbar auf Verkehrsflächen für geringen oder ruhenden Verkehr anwendbar.
- Wegen den oben angegebenen Charakteristiken und den vielfach besonderen Adressaten (Strassenfachleute, Architekten, Agronomen, Landschaftsarchitekten, Gärtner usw.) wurde für die Normen Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr eine "Insellösung" gewählt. Dies bedeutet, dass im Wesentlichen alle Informationen für die Projektierung, Ausführung und Erhaltung von Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr in den vier Normen enthalten sind.

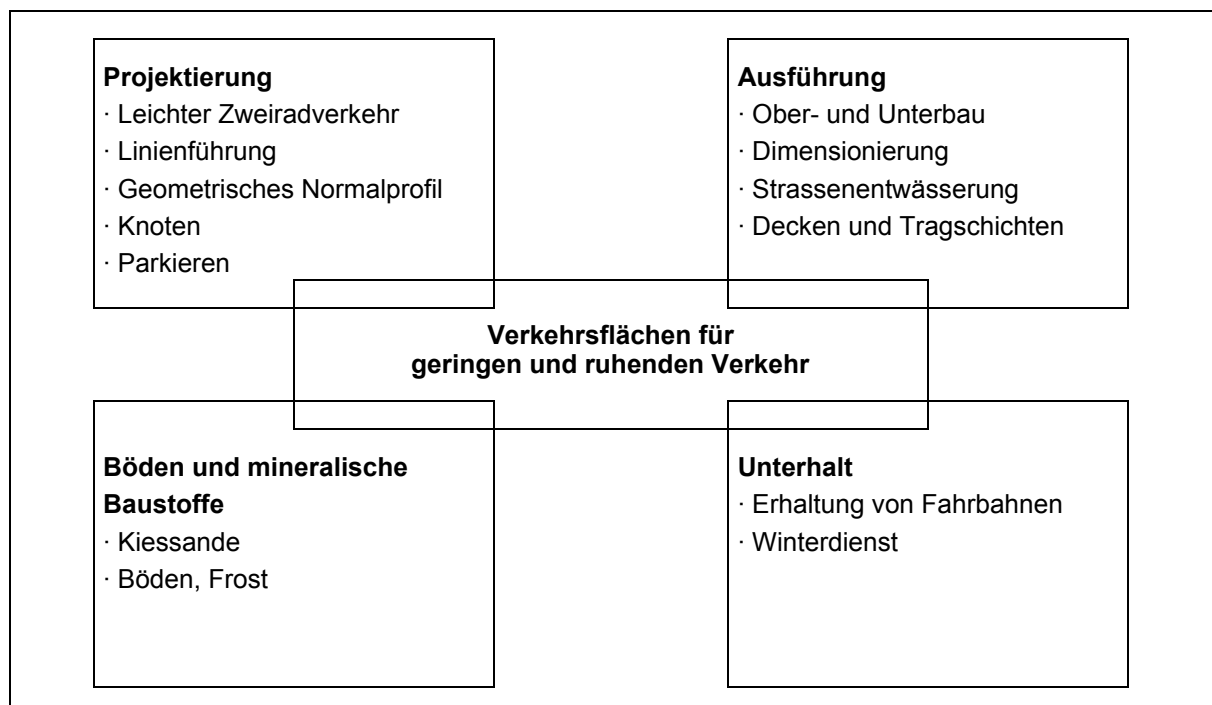


Abbildung 5.1 Normen "Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr" im VSS-Normenwerk

## 5.2 Technische Grundlagen für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr

Eine Übersicht zur Gültigkeit von Normen und Richtlinien vor und nach der Herausgabe der VSS-Normen im Bereich von Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr findet sich in der Tabelle 5.1.

Bereich	Technische Grundlagen vor der Herausgabe der Normen Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr	Technische Grundlagen nach der Herausgabe der Normen Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr	
		Normen SN	Sonstige technische Grundlagen
Grundlagen, Wahl und Beurteilung von Oberbauten	Keine	Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Grundlagen	
Projektierung von Güterstrassen	SIA 172, Güterwegebau Kuonen, Wald- und Güterstrassen Ausländische Richtlinien	Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Projektierung von Güterstrassen	Kuonen, Wald- und Güterstrassen Ausländische Richtlinien
Projektierung von Parkplätzen	Keine	Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Projektierung von Parkplätzen	
Ausführung und Erhaltung von Oberbauten	SN 640 673a, Schotterrasen, Rasengitter- und Rasenverbundsteine SN 640 722, Unterhalt von Strassen ohne Belag	Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Ausführung und Erhaltung von Oberbauten	

**Tabelle 5.1** Übersicht über die technischen Grundlagen im Bereich von Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr

## 5.3 Abgrenzung zu den Waldstrassen

### 5.3.1 Grundlagen für Waldstrassen

Waldstrassen gehören wie die Güterstrassen zu den Verkehrsflächen mit geringem Verkehr. Wegen der vielfältigen Nutzung, der starken Beanspruchung durch forstwirtschaftliche Arbeiten (z.B. Holzrücken) und ihrer Führung vielfach in schwierigem Gelände stehen im Bereich Waldstrassen die folgenden speziellen technischen Grundlagen zur Verfügung:

- Merkblätter über den Bau und Unterhalt von Wald- und Güterstrassen der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für forstlichen Strassenbau

Das Dossier enthält eine umfassende Darstellung des Waldstrassenbaus. Es wurde jedoch in den letzten Jahren nicht mehr nachgeführt.

- V. Kuonen, Wald- und Güterstrassen, Planung - Projektierung - Bau [14]  
Das Fachbuch orientiert sich weitgehend an den Normen der VSS. Es behandelt den Waldstrassenbau eher "theoretisch" und sehr detailliert. Es hat deshalb kaum Eingang in die Praxis gefunden.

### **5.3.2 Begründung für die Abgrenzung**

Der Waldstrassenbau wurde aus den folgenden Gründen nicht in die Normen Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr übernommen:

- Es liegen ausreichend aktuelle technische Grundlagen vor.
- Für den Waldstrassenbau besteht ein Bedürfnis nach erheblich mehr Informationen als die Normen für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr beinhalten müssen.
- Der Adressatenkreis ist sehr begrenzt.
- Der Waldstrassenbau wird in der Schweiz nur noch in einem geringen Ausmass betrieben.
- Die Unterhaltsphilosophie verändert sich in Richtung "kein Unterhalt".



## 6 Norm Grundlagen

### 6.1 Übersicht

Die Norm enthält die Grundlagen zu den Normen im Bereich der Projektierung, Ausführung und Erhaltung von Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr. Sie gibt einen Überblick über die Oberbauten und enthält Kriterien zur Wahl des Oberbaus. Ein Entwurf der Norm ist im Anhang enthalten.

### 6.2 Ziffer 7, Zusammenstellung der Oberbauten

#### 6.2.1 Übersicht

Im Fall von Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr kann vielfach nicht zwischen Deck- und Foundationsschicht unterschieden werden. Ein Oberbau aus Kiessand II beispielsweise ist ein homogener Körper. Bei bewachsenen Oberbauten ist die Durchwurzelung als Bewehrung ein massgebendes Element mit einer Wirkung sowohl für die Trag- als auch für die Strapazierfähigkeit. In den Normen für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr wird die Bezeichnung Deckschicht bei Oberbauten mit tonigen und Kalkmergel-Deckschichten sowie mit oberflächennahen Verstärkungen wie Gitterrost oder Rasengitterelemente benützt. Unter der Bezeichnung Belag wird ein Asphaltbeton- oder Betonbelag verstanden.

#### 6.2.2 Nicht behandelte Oberbautypen

Die folgenden Oberbauausführungen werden in den Normen für Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr nicht behandelt.

##### ◇ Schotterrasen

Die Ausführung von Schotterrasen ist in der Norm [3] beschrieben. Auf der Grundlage dieser Norm sind in der Schweiz einige Parkplätze erstellt worden. Die Forschungsstelle hat im Rahmen eines Mandats des früheren Amtes für Bundesbauten die Eignung von Schotterrasen untersucht. Die massgebenden Erkenntnisse sind nachfolgend zusammengestellt:

- Beim Befahren mit Motorfahrzeugen werden die oberflächennahen Schotterstücke bewegt. Dadurch wird der Bewuchs nachhaltig beschädigt. Die vielfach geäußerte Forderung nach abscherresistenten Pflanzen kann nicht erfüllt werden, da solche für einen Einsatz in Schotterrasen nicht bekannt sind.
- Die Artenvielfalt der Flora ist wegen der Füllung der Hohlräume in der Schotterschüttung mit Oberboden allgemein gering.
- Der Bedeckungsgrad variiert stark. In Randpartien kann sich vergleichsweise rasch eine "Fettwiese" entwickeln.

◇ Kiesrasen mit Geogitter

Die Eignung von Geogittern wurde im Rahmen eines Tragfähigkeitsversuches untersucht [2]; dabei zeigte sich eine geringe Wirkung. Es ist denkbar, dass durch eine spezielle Anordnung von Geogittern eine Tragfähigkeitszunahme gegenüber einem konventionellen Kiesrasen erreicht werden kann. Die Wirtschaftlichkeit einer solchen Bauweise ist vermutlich nicht gegeben.

◇ Pflästerungen

Die Übergänge zwischen Pflästerungen und Deckschichten mit Rasengitterelementen sind fließend. Es werden heute Pflästerungen mit "Rasenfugen" angeboten. Weil bei solchen Deckschichten die Charakteristiken von Pflästerungen dominieren, wird für deren Ausführung auf die Norm [11] verwiesen.

### 4.3 Ziffer 8, Grobevaluation des Oberbaus

Die Grobevaluation des Oberbaus auf Grund der örtlichen Verhältnisse umfasst die folgenden Kriterien:

◇ Entwässerung

Die Wahl und Bemessung von Strassenoberbauten basiert allgemein auf den Charakteristiken des Verkehrs, des Bodens, des Flurabstandes des Grundwasserspiegels sowie der Frostverhältnisse. Die massgebenden Grundlagen finden sich im VSS-Normenwerk. Untersuchungen in situ an Güterstrassen mit Asphaltbetondeckungen und mit tonigen Deckschichten (ungebundene Bauweise) haben gezeigt, dass im Fall untergeordneter Strassen der Oberbautyp primär auf die Entwässerung der Strasse bzw. die Bodenwasserverhältnisse ausgerichtet werden muss. Die in der Forschungsarbeit als massgebend bezeichneten örtlichen Situationen sind in der Tabelle enthalten.

◇ Boden

Auf sauren Böden sind Oberbauten mit Kalkmergel-Deckschicht nicht geeignet, weil sie den pH-Wert erhöhen und ungünstige Auswirkungen auf die Flora angrenzender bewachsener Flächen haben können.

◇ Längsgefälle

Im Fall von Oberbauten aus Kiessand II, mit einer tonigen oder Kalkmergel-Deckschicht basieren die Beurteilungen auf Recherchen bei Eigentümern von Waldstrassen. Die Erfahrung der befragten Personen waren allerdings unterschiedlich. Der kritische Einsatz von ungebundenen Oberbauten ist neben dem Längsgefälle auch von den folgenden Charakteristiken abhängig:

- Quergefälle (Dachgefälle mit Quergefälle am Fahrbahnrand bis 10%)
- Abstände und Unterhalt der Querrinnen
- Art des Deckschichtmaterials

◇ Besonnung von bewachsenen Oberbauten

Bei bewachsenen Oberbauten kommt der Besonnung eine massgebende Bedeutung zu. Eine mangelnde Besonnung wirkt sich ungünstig auf den Bewuchs aus:

- Langsamer Aufwuchs und geringe Bedeckung in schattigen Lagen (Waldstrassen)
- Zu starkes Wachstum und rasche Humusbildung in Lagen mit hoher Feuchtigkeit

◇ Winterdienst

Oberbauten in ungebundener Bauweise sind für Strassen und Plätze, auf denen Schwarzräumung notwendig ist, nicht geeignet, weil das Auftaumittel im Oberbau und im Bankett versickert. Bei Weissräumung muss die Höhe des Pfluges so eingestellt werden, dass die Strassen- oder Platzoberfläche nicht beschädigt wird.

#### 4.4 Ziffer 9, Gewässerschutz

Der Inhalt dieses Abschnittes stützt sich auf die BUWAL-Wegleitung "Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen" [26]. Das Versickern von Strassenabwasser von Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr durch den Oberbau oder über das Bankett ist der Normalfall. Im Hinblick auf den Gewässerschutz ist eine Alternative lediglich im Fall von Plätzen mit grossem Verkehrsaufkommen in Grundwasserschutz zonen zu prüfen. Es ist jedoch festzustellen, dass die Filterwirkung bezüglich wassergefährdender Stoffe von "durchlässigen Oberbauten" nicht bekannt und wahrscheinlich eher gering ist. Beim Entwässern einer dichten Oberfläche – dazu gehören auch Oberbauten mit toniger oder Kalkmergel-Deckschicht – über das Bankett ins bewachsene Gelände ist die Behandlung des Strassenabwassers in der Regel gewährleistet.

#### 4.5 Ziffer 10, Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Nutzung

◇ Verkehrsbelastung

Die positive Beurteilung der Oberbauten aus Kiessand II, mit einer tonigen oder Kalkmergel-Deckschicht basiert auf dem Umstand, dass eine Instandsetzung mit einem geringen Aufwand möglich ist. Im Fall von Kiesrasen ist die wenig aufwändige Instandsetzung ebenfalls möglich. Kiesrasen sind jedoch empfindlich auf schnelles Manövrieren von Personenwagen.

Die negative Beurteilung aller bewachsenen Oberbauten im Fall von Parkplätzen mit dauernder Belegung ergibt sich als Folge der fehlenden oder ungenügenden Belichtung und Beregnung.

◇ Spezielle Nutzung

Kiesrasen reagieren extrem empfindlich auf Verschmutzung. Bereits eine von einem Fahrzeug abtropfende Tonsuspension kann eine lokale Störung des Bewuchses als Folge des Kolmatierens bewirken.

Der Bewuchs in den Rasengitterelementen ist ebenfalls empfindlich gegenüber tonigen Verschmutzungen. Die Trag- und Strapazierfähigkeit wird jedoch weniger stark vermindert als bei Kiesrasen.

Bewachsene Oberbauten sind gegenüber organischen Verschmutzungen ausser Laub wenig empfindlich. Sie sind in der Lage, die Verschmutzung in Oberbodenmaterial umzuwandeln.

#### **4.6 Ziffer 11, Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Wirtschaftlichkeit**

##### ◇ Ausführung

Oberbauten in ungebundener Bauweise sind kostengünstig. Die Dauer vom Bau bis zur Inbetriebnahme beträgt allerdings einige Monate, da bei unbewachsenen Oberbauten eine chemische Verfestigung und bei bewachsenen Oberbauten eine Verfestigung durch die Pflanzenwurzeln stattfindet. Diese Prozesse benötigen eine gewisse Zeit.

##### ◇ Erhaltung

Oberbauten in ungebundener Bauweise erleiden zwar öfter Schäden als Hartbeläge, können aber mit sehr geringem Aufwand lokal instandgesetzt werden. Etwas aufwändiger ist die Instandsetzung bei Rasengitterelementen und Kiesrasen mit Gitterrost.

##### ◇ Rückbau

Oberbauten in ungebundener Bauweise sind sehr einfach rückzubauen. Auch kann das Material in der Regel ohne Aufbereitung wieder verwendet werden. Dies gilt allerdings nicht für Rasengitterelemente und Kunststoffgitterroste.

#### **4.7 Ziffer 11, Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Umwelt**

##### ◇ Fauna und Flora

Sehr günstig für eine artenreiche Flora sind magere bewachsene Oberbauten wie Kiesrasen. Geeignet für eine vielfältige Fauna sind bewachsene Oberbauten sowie ungebundene Deckschichten mit bewachsenem Mittelstreifen oder Spurtstrassen.

##### ◇ Einpassung in die Landschaft

Günstig sind bewachsene Oberbauten, ungünstig sind Kalkmergel-Deckschichten wegen ihrer Helligkeit und Hartbeläge wegen des geraden Fahrbahnrandes. Asphaltbetonbeläge wirken trotz der häufig verwendeten Bezeichnung "Schwarzbeläge" als helles Band in der Landschaft.

## **7 Norm Ausführung und Erhaltung von Oberbauten**

### **7.1 Übersicht**

Die Norm enthält ein Verfahren zur Bemessung sowie detaillierte Angaben zur Ausführung, zur Erhaltung und zum Rückbau aller in der Norm Grundlagen enthaltenen Oberbauten. Ein Entwurf der Norm ist im Anhang enthalten.

### **7.2 Abschnitt B, Bemessung der Oberbauten**

Da die Verkehrsbelastungen von Güterstrassen und Parkplätzen in der Regel im Bereich der tiefsten Tragfähigkeitsklasse gemäss der Normen [6] [8] liegen, kommt ein vereinfachtes Verfahren für die Bemessung zur Anwendung. Somit können Güterstrassen und Parkplätze bemessen werden, ohne die VSS-Normen zur Bemessung benützen zu müssen.

#### **7.2.1 Ziffer 6, Tragfähigkeit des Untergrundes und des Unterbaus**

Die Tragfähigkeit des Untergrundes wird in drei Stufen eingeteilt, welche mittels geotechnischer und geologischer Bezeichnung sowie der Anzahl der möglichen Überfahrten mit schweren Lastfahrzeugen, bis das Planum nicht mehr befahrbar ist, beurteilt werden. Dies ermöglicht eine einfache Bestimmung der Tragfähigkeit.

#### **7.2.2 Ziffer 7, Vereinfachtes Verfahren zur Oberbaubemessung**

Die Bemessung hängt für die verschiedenen Oberbauten je von der oben genannten Tragfähigkeit des Untergrundes sowie von der Verkehrsbelastung ab. Für Güterstrassen und Parkplätze wurden je zwei Belastungsklassen festgelegt.

Die Schichtdicken ergeben sich aus den gültigen VSS-Normen [3] [6] [8], den Fahrversuchen über verschiedene Oberbautypen [2] sowie den Umfragen bei Betonelementherstellern und Gartenbauunternehmen.

### **7.3 Abschnitt C, Oberbauten ohne Deckschicht ohne Bewuchs**

In diese Kategorie fällt der einschichtige Oberbau aus Kiessand II. Alle relevanten Angaben zur Ausführung, zur Erhaltung und zum Rückbau sind in den beiden Tabellen enthalten.

Zur Ausführung ist besonders zu erwähnen, dass der Oberbau während des ersten Monats nach der Bauvollendung nur für Fussgänger freigegeben werden darf, weil eine langsame chemische Verfestigung stattfindet.

Zum betrieblichen Unterhalt ist zu bemerken, dass abgelagertes Oberbodenmaterial die Tragfähigkeit vermindert. Eine regelmässige Kontrolle, Entfernung von Laub und Oberbodenmaterial sowie die lokale Instandsetzung von kleinen Schäden sind für eine lange Lebensdauer notwendig.

## 7.4 Abschnitt D, Oberbauten mit Deckschicht ohne Bewuchs

In diese Kategorie fallen die zweischichtigen Oberbauten mit toniger oder Kalkmergel-Deckschicht. Alle relevanten Angaben zur Ausführung – insbesondere die Kornverteilung für die Deckschicht –, zur Erhaltung und zum Rückbau sind in den drei Tabellen enthalten.

Zur Ausführung und zum betrieblichen Unterhalt gelten die selben Bemerkungen wie unter Ziffer 7.3.

Der Oberbau mit toniger Deckschicht – auch ton-wasser-gebundene Deckschicht genannt – ist eine in der Schweiz sehr verbreitete Bauweise für Güter- und Waldstrassen sowie Plätze. Es besteht deshalb ein grosser Erfahrungsschatz bezüglich Trag- und Strapazierfähigkeit, Schadenbilder, Unterhaltsmassnahmen und Kosten. Dieser Oberbautyp diente auch als Referenz für die Fahrversuche [2].

## 7.5 Abschnitt E, Kiesrasen

Ein unverstärkter Kiesrasen ist ein einschichtiger Oberbau mit Bewuchs. Ist er an der Oberfläche mit einem Kunststoffgitterrost verstärkt, so bildet dieser zusammen mit dem eingefüllten Kiessand und dem Bewuchs eine Art Deckschicht, welche die Tragfähigkeit und die Verschleissfestigkeit im Vergleich zum unverstärkten Kiesrasen verbessert. Alle relevanten Angaben zur Ausführung – insbesondere die Samenmischung –, zur Erhaltung und zum Rückbau sind in den vier Tabellen enthalten.

Zur Ausführung ist besonders zu erwähnen, dass der Oberbau nicht mit Oberbodenmaterial angereichert werden darf, da sonst die Tragfähigkeit vermindert wird. Damit der Bewuchs gut gedeiht, ist lediglich eine Startdüngung und eine Mulchschicht aufzubringen. Zudem darf der Oberbau während zwei bis drei Monaten nach der Bauvollendung nur für Fussgänger freigegeben werden, weil eine langsame Verfestigung durch die Pflanzenwurzeln stattfindet.

Damit möglichst wenig Oberbodenmaterial angereichert wird, ist eine regelmässige Reinigung notwendig. Bei jährlichem Grasschnitt ist zudem das Schnittgut abzuführen.

Kiesrasen sind eine verbesserte Variante der relativ weit verbreiteten Schotterrasen. Leider haben sie sich aber noch nicht durchsetzen können.

## 7.6 Abschnitt F, Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen

Dies sind zweischichtige Oberbauten mit Bewuchs. Die Rasengitterelemente bilden zusammen mit der eingefüllten Oberboden/Sand-Mischung und dem Bewuchs eine Art Deckschicht, welche eine gute Tragfähigkeit und Verschleissfestigkeit bewirkt. Alle relevanten Angaben zur Ausführung, zur Erhaltung und zum Rückbau sind in den zwei Tabellen enthalten.

Zur Ausführung ist zu erwähnen, dass der Oberbau während zwei Monaten nach der Bauvollendung nur für Fussgänger freigegeben werden darf, weil eine langsame Verfestigung durch die Pflanzenwurzeln stattfindet.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Amt für Bundesbauten, Baukreis 5, Richtlinien für Tiefbauten, Bern, 1997
- [2] Amt für Bundesbauten, Baukreis 5, Trag- und Strapazierfähigkeit von Strassen und Plätzen mit bewachsenen Oberbauten, Versuchsbericht und Beurteilung von Oberbauausführungen, Bern/Winterthur, 1997
- [3] Norm SN 640 673a, Bepflanzung, Schotterrasen, Rasengitter- und Rasenverbundsteine, VSS, Zürich, 1987
- [4] Norm SN 640 722b, Strassenunterhalt, Unterhalt von Strassen ohne Belag sowie von Böschungen und Felseinschnitten, VSS, Zürich, 1991
- [5] Norm SN 640 120, Linienführung, Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefällsänderung, VSS, Zürich, 1995
- [6] Norm SN 640 320a, Dimensionierung, Äquivalente Verkehrslast, VSS, Zürich, 2000
- [7] Norm SN 640 321, Dimensionierung, Befahrbarkeit der Strassenoberfläche, VSS, Zürich, 1971
- [8] Norm SN 640 324a, Dimensionierung, Strassenoberbau, VSS, Zürich, 1997
- [9] Norm SN 640 330, Deflektionen, Allgemeines, VSS, Zürich, 1975
- [10] Norm SN 640 350, Oberflächenentwässerung von Strassen, Regenintensitäten, VSS, Zürich, 2000
- [11] Norm SN 640 485b, Naturstein-Pflasterungen, Konzeption, Dimensionierung, Anforderungen, Ausführung, VSS, Zürich, 1996
- [12] Norm SN 670 010b, Bodenkennziffern, VSS, Zürich, 1999
- [13] Norm SN 539 172, Güterwegebau, SIA, Zürich, 1974
- [14] Kuonen V., Wald- und Güterstrassen, Planung, Projektierung, Bau, Pfaffhausen, 1983
- [15] Bundesamt für Umweltschutz, Bau durchlässiger und bewachsener Plätze, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 50, Bern, 1986
- [16] Balduzzi Dr. F., Der AASHO-Strassentest, Dokumente und Auswertung, Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau 64/1964
- [17] Schaer M., Balduzzi F., Organic soil stabilization for runway and safety areas, Institut für Geotechnik, ETH Zürich, 1990
- [18] Schmuck A., Langzeitverhalten und Wirtschaftlichkeit von ländlichen Wegen in ungebundener Bauweise, Mitteilungen des Instituts für Verkehrswesen, Heft 28, Universität für Bodenkultur, Wien, 1995
- [19] Burlet E., Dimensionierung und Verstärkung von Strassen mit geringem Verkehr und flexiblem Oberbau, Diss. ETH Nr. 6711, Zürich, 1980
- [20] Hutzli P., Rasengittersteine im Güterwegbau, Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 4/1986
- [21] Boss Ch., Salm Ch., Unterhalt von Güter- und Waldwegen, Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik 1/1987
- [22] Baumann W., Pestalozzi Ch., Kiesrasen, Beispiel eines durchlässigen Belags, Strasse und Verkehr 3/1990

- [23] Bollinger F., Müller U., Ländlicher Wegebau: alternative Möglichkeiten zur Befestigung der Oberfläche in steilen Lagen, Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik 6/1990
- [24] Stockmann W., Spurwegebau, Bilanz einer Umfrage, Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik, 5/1994
- [25] Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft, Handbuch Bodenschutz beim Bauen, Bern, 1996
- [26] Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft, Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Bern, 2002
- [27] Geiger W., Dreiseitl H., Neue Wege für das Regenwasser, Handbuch zum Rückhalt und zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten, Verlag Oldenbourg, München, 1995
- [28] Schweizerische Bundesbahnen, Grünflächen für Bahnanlagen, Handbuch für die Projektierung, Bern, 1994
- [29] Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, Lehmann J., Dietl W., Bosshard A., Ansaat von blumenreichen Heuwiesen, FAP Zürich-Reckenholz, ETH Zürich, Merkblatt 13, Zürich, 1995
- [30] Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Strassenbau, Unkrautbekämpfung an Strassen, Bern, 1995
- [31] Bundesanstalt für Strassenwesen (D), Pflegewirkungen auf Tiere und Pflanzen am Strassenrand, Verkehrstechnik, Heft V 30, Bergisch Gladbach, 1997

## Anhang

- A Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Grundlagen, Normentwurf
  
- B Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Ausführung und Erhaltung von Oberbauten in ungebundener Bauweise, Normentwurf
  
- C Umfrage zu Oberbauten mit Rasengitterelementen  
Umfrage zur Ausführung von Oberbauten mit Rasengitterelementen



**Bundesamt für Strassen**

**Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute  
Fachkommission FK 6, Umwelt und Unterhalt  
Expertenkommission EK 6.01, Unterhalt**

## **Anhang A:**

# **Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr**

## **Grundlagen**

## **Normentwurf**

Winterthur, 3. September 2003

***bürkel baumann schuler***

# Inhaltsverzeichnis

Seite

<b>A. Allgemeines .....</b>	<b>1</b>
1. Geltungsbereich .....	1
2. Gegenstand .....	1
3. Zweck .....	1
4. Begriffe .....	1
5. Übersicht über die Normen zu Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr .....	1
<b>B. Projektierung und Wahl des Oberbaus .....</b>	<b>2</b>
6. Vorgehen bei der Projektierung .....	2
7. Zusammenstellung der Oberbauten .....	3
Übersicht .....	3
Nicht behandelte Oberbautypen .....	3
8. Grobevaluation des Oberbaus .....	5
9. Gewässerschutz .....	5
Zulässigkeit der Versickerung .....	5
Reinigungswirkung der Oberbauten .....	6
10. Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Nutzung .....	6
11. Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Wirtschaftlichkeit .....	7
12. Beurteilung von Oberbauten bezüglich der Umwelt .....	8
<b>C. Spezielle Aspekte der Projektierung .....</b>	<b>9</b>
13. Spurstrassen .....	9
Einsatz .....	9
Beurteilung .....	9
Bauweisen .....	9
14. Übergänge zwischen verschiedenen Oberbauten .....	9
15. Asphaltbetonbeläge .....	9
16. Recycling-Material in Oberbauten .....	10
<b>D. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>10</b>

## A. Allgemeines

### 1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Verkehrsflächen – Strassen, Wege und Plätze – mit geringem Verkehr innerhalb und ausserhalb des Siedlungsgebietes. Für verschiedene Nutzungen gelten weitere technische Grundlagen, insbesondere für Güterstrassen und Waldstrassen [12] [13] [14] sowie für Wanderwege [15].

### 2. Gegenstand

Diese Norm enthält die Grundlagen zu den Normen im Bereich der Projektierung, Ausführung und Erhaltung von Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr. Sie gibt einen Überblick über die Oberbauten und enthält Kriterien zur Wahl des Oberbaus.

### 3. Zweck

Die Norm bezweckt wirtschaftliche, unterhaltsfreundliche und umweltschonende Projektierung, Bau und Erhaltung von Strassen mit geringen Verkehr und von Parkplätzen. Ergänzende Bestimmungen für die Praxis sind in den Normen [6] [7] [8] enthalten.

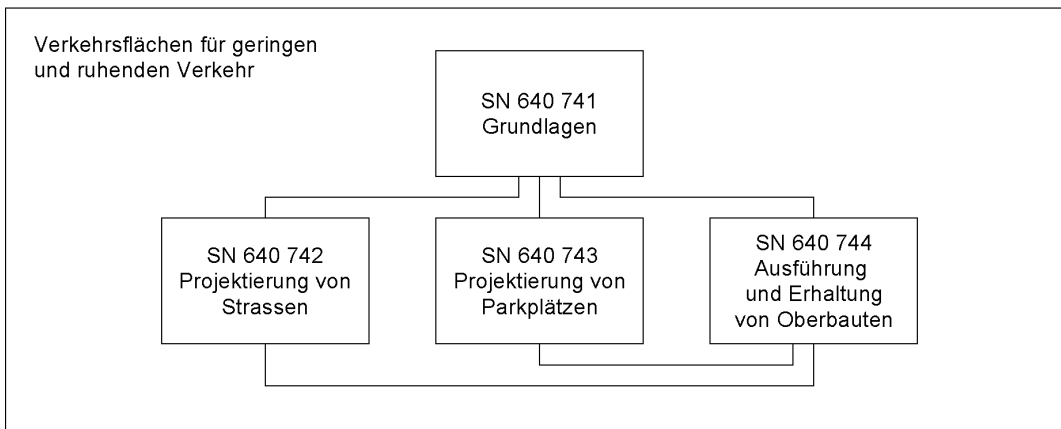
### 4. Begriffe

- ◇ **Strasse mit geringem Verkehr**  
Strasse mit Verkehrsmengen schwerer Lastfahrzeuge im unteren Bereich der Verkehrslastklasse T1 nach der Norm [2]. Im Siedlungsgebiet sind dies Erschliessungsstrassen und Grundstückzufahrten gemäss der Norm [1], ausserhalb des Siedlungsgebietes Güterstrassen oder Waldstrassen.
- ◇ **Schweres Lastfahrzeug (SLF)**  
Fahrzeug mit einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 3,5 t. Die Anzahl schwerer Lastfahrzeuge kann durch die Erhebung der Anzahl Fahrzeuge mit einer Länge grösser als 6.00 m geschätzt werden.
- ◇ **Güterstrasse**  
Strasse mit geringem Verkehr in Gebieten mit landwirtschaftlicher Nutzung.
- ◇ **Spurstrasse**  
Strasse mit erhöhter Tragfähigkeit im Bereich der Fahrzeugräder (Fahrspuren).
- ◇ **Deckschicht**  
Oberste Schicht des Oberbaus, die wasserdurchlässig sein kann und vorgefabrizierte Elemente wie Gitterroste und Betonelemente enthalten kann.
- ◇ **Belag**  
Sammelbegriff für Asphaltbetonbeläge nach Norm [3] und Betonbeläge nach Norm [4].

### 5. Übersicht über die Normen zu Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr

Die Beziehungen zu anderen Normen sind in der Abbildung 1 dargestellt. Ein Typisieren gemäss Norm [1] und eine typenorientierte Behandlung der Strassen mit geringem Verkehr

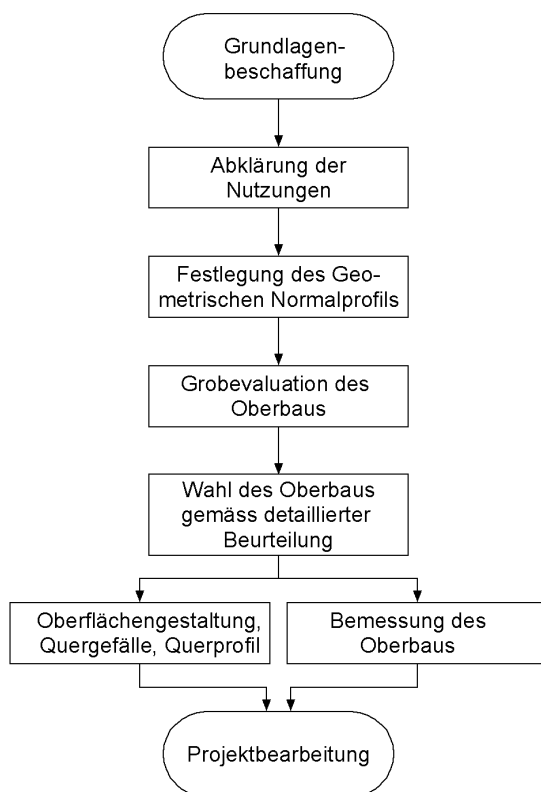
ist wegen der Vielfalt der Nutzungen und den Einsatzbedingungen nur sehr beschränkt möglich.



**Abbildung 1** Beziehungen der Normen zu Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr

## B. Projektierung und Wahl des Oberbaus

### 6. Vorgehen bei der Projektierung



**Abbildung 2** Vorgehen bei der Projektierung

Bei der Projektierung von Strassen mit geringem Verkehr beeinflusst die Wahl des Oberbaus sowohl die Geometrie als auch die baulichen Elemente der Strasse wie insbesondere die Entwässerung. Dies gilt grundsätzlich auch für Parkplätze. Das Vorgehen bei der Projektierung ist in der Abbildung 2 dargestellt.

## 7. Zusammenstellung der Oberbauten

### Übersicht

Die Strassen für geringen Verkehr sowie die Parkplätze sollen aus wirtschaftlichen Gründen, wegen der Einpassung in die Landschaft und aus Umweltschutzgründen grundsätzlich in ungebundener Bauweise erstellt werden. Eine Übersicht über die Oberbauten in ungebundener Bauweise findet sich in der Tabelle 1 und eine Kurzbeschreibung in der Tabelle 2.

**Tabelle 1** Übersicht über die Oberbauten in ungebundener Bauweise

Oberbauten in ungebundener Bauweise	Oberbauten ohne Bewuchs*	Oberbauten ohne Deckschicht	Oberbau aus Kiessand II
		Oberbauten mit Deckschicht	Oberbau mit toniger Deckschicht
			Oberbau mit Kalkmergel-Deckschicht
	Oberbauten mit Bewuchs*	Oberbauten ohne Deckschicht	Kiesrasen
		Oberbauten mit Deckschicht	Kiesrasen mit Gitterrost
			Oberbau mit Rasengitterelementen

\* Der Bewuchs ist ein Initialbewuchs auf Grund einer Ansaat bei der Erstellung.

### Nicht behandelte Oberbautypen

Folgende Oberbauten in ungebundener Bauweise werden hier nicht behandelt:

#### ◇ Schotterrasen

Diese bestehen aus einer Kiessand-Foundationsschicht und einer bewachsenen Deckschicht aus Schotter und Oberbodenmaterial. Beim Befahren werden die Schotterstücke der Deckschicht bewegt und der Bewuchs beschädigt. Deshalb findet an häufig befahrenen Stellen keine Befestigung durch die Pflanzenwurzeln statt. Der Schotterrasen hat sich nicht bewährt.

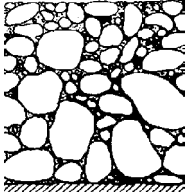
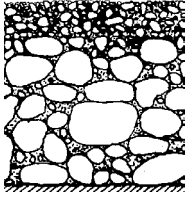
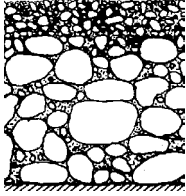
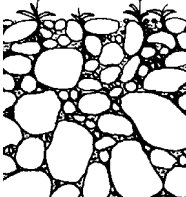
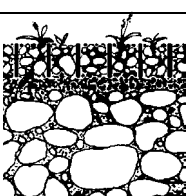
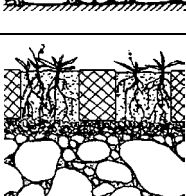
#### ◇ Kiesrasen mit Geogitter

Tragfähigkeitsversuche haben ergeben, dass die Deformationen in der gleichen Grössenordnung liegen wie bei unverstärkten Kiesrasen.

#### ◇ Pflästerungen

Diese werden in der Norm [5] behandelt.

**Tabelle 2** Kurzbeschreibungen der Oberbauten in ungebundener Bauweise

Bezeichnung	Aufbau	Beschreibung
Oberbau aus Kiessand II		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dichte nicht versickerungsfähige Oberfläche</li> <li>- Einschichtiger Oberbau aus Kiessand mit erhöhtem Feinanteil</li> </ul>
Oberbau mit toniger Deckschicht		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dichte nicht versickerungsfähige Oberfläche</li> <li>- Deckschicht aus Kiessand 0/20 oder 0/25 mit erhöhtem Feinanteil</li> <li>- Fundationsschicht aus Kiessand 0/80</li> </ul>
Oberbau mit Deckschicht aus Kalkmergel		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dichte nicht versickerungsfähige Oberfläche</li> <li>- Deckschicht aus gebrochenem Kalkmergel 0/20 oder 0/25 mit erhöhtem Feinanteil</li> <li>- Fundationsschicht aus Kiessand 0/80</li> </ul>
Kiesrasen		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versickerungsfähige Oberfläche</li> <li>- Einschichtiger Oberbau aus Kiessand mit Bewuchs</li> </ul>
Kiesrasen mit Gitterrost		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versickerungsfähige Oberfläche</li> <li>- Deckschicht aus Kunststoffgitterrost gefüllt mit Kiessand und mit Bewuchs</li> <li>- Fundationsschicht aus Kiessand</li> </ul>
Oberbau mit Rasengitterelementen		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versickerungsfähige Oberfläche</li> <li>- Deckschicht aus Betonelementen gefüllt mit Oberboden/ Sand-Mischung und mit Bewuchs</li> <li>- Fundationsschicht aus Kiessand</li> </ul>

## 8. Grobevaluation des Oberbaus

In der Tabelle 3 finden sich die Grundlagen für eine Grobevaluation des Oberbautyps. Die Grobevaluation umfasst diejenigen Entscheidungskriterien, welche bei der Wahl zwingend zu beachten sind. Zusätzliche Aspekte der Wirtschaftlichkeit und der Umwelt werden hier nicht berücksichtigt.

**Tabelle 3** Grobevaluation des Oberbaus auf Grund der gegebenen Verhältnisse

Einsatzkriterien	Oberbautypen	Belag <sup>1)</sup>	Kiessand II	Tonige Deck-schicht	Kalkmer-gel-Deck-schicht	Kiesrasen	Kiesrasen mit Gitterrost	Rasengitterelemente
<b>Entwässerung</b> Ungünstige Situation: - Nasser Untergrund - Hanglage, geringe Längsneigung, keine hangseitige Entwässerung - Senke ohne ausreichende Entwässerung oder Drainage		+	-	-	-	-	+	+
<b>Boden</b> Gebiet mit saurem Boden <sup>2)</sup>		+	+	+	+/-	+	+	+
<b>Längsgefälle</b> Mittel (5...12 %) Gross (über 12 %)		+	+	+	+	-	+	+
<b>Besonnung</b> Geringe Besonnung		+	+	+	+	-	-	+/-
<b>Winterdienst</b> Schwarzräumung notwendig Weissräumung genügend		+	-	-	-	-	-	-
		+	+	+	+	+	+	+

Legende: + Einsatz zulässig – Einsatz unzulässig

<sup>1)</sup> Definition gemäss Ziffer 4

<sup>2)</sup> Oberbauten mit Kalkmergel-Deckschicht verändern auf sauren Böden deren chemische Zusammensetzung (Erhöhung des pH-Werts) mit in speziellen Fällen ungünstigen Auswirkungen auf die Flora

## 9. Gewässerschutz

### Zulässigkeit der Versickerung

Gemäss dem Gewässerschutzgesetz (GSchG Art. 7) ist unverschmutztes Abwasser von Strassen und Plätzen versickern zu lassen. Erlauben die örtlichen Verhältnisse dies nicht, so kann es mit Bewilligung der zuständigen Behörde in ein oberirdisches Gewässer geleitet werden. Verschmutztes Abwasser ist zu behandeln.

Im Fall von Güterstrassen und in der Regel auch von Parkplätzen ist die Grundwasserbelastung durch das Abwasser gering. Die Wegleitung [16] hält fest, in welchen Fällen das Strassen- und Platzabwasser als unverschmutzt gilt.

Kriterien für die Zulässigkeit der Versickerung und Massnahmen zur Abwasserbeseitigung sind für Strassen in der Norm [6] und für Parkplätze in der Norm [7] beschrieben.

### Reinigungswirkung der Oberbauten

Die Reinigungs- oder Filterwirkung der verschiedenen Oberbauten und Bankette ist wie folgt zu beurteilen:

- Keine: Versickerung in nicht bewachsene, durchlässige Oberbauten
- Gering: Versickerung in bewachsene Oberbauten wie Kiesrasen, Oberbauten mit Rasengitterelementen usw.
- Gross: Entwässerung über dichte Deckschichten wie Kiessand II, tonige Deckschicht usw. in ein bewachsenes Bankett mit Oberbodenmaterial

### 10. Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Nutzung

Die detaillierten Grundlagen zur Beurteilung finden sich in der Tabelle 4.

**Tabelle 4** Beurteilung von Oberbauten bezüglich der Nutzung

Oberbautypen	Belag	Kiessand II	Tonige Deckschicht	Kalkmergel-Deckschicht	Kiesrasen	Kiesrasen mit Gitterrost	Rasengitterelemente
<b>Einsatzkriterien</b>							
<b>Verkehrsbelastung</b>							
Strasse mit sehr wenig SLF <sup>1)</sup>	+	+	+	+	o	+	+
Strasse mit wenig SLF <sup>2)</sup>	+	+	+	+	–	o	o
Parkplatz für PW	+	+	+	+	+	+	+
Parkplatz für PW und SLF <sup>3)</sup>	+	+	+	+	+	+	+
Parkplatz mit dauernder Belegung	+	+	+	+	–	–	–
<b>Spezielle Nutzungen</b>							
Ackerbaugelände <sup>4)</sup>	+	+	+	+	–	–	+
Leichter Zweiradverkehr	+	o	+	+	o	o	–
Leichte Zweiräder mit schmalen Reifen	+	–	o	o	–	–	–
Rollschuhverkehr	+	–	–	–	–	–	–
Fussverkehr	+	+	+	+	+	o	o

Legende: + geeignet o beschränkt geeignet – ungeeignet SLF = Schwere Lastfahrzeuge

<sup>1)</sup> Weniger als 1 SLF pro Tag <sup>2)</sup> 1 bis 10 SLF pro Tag <sup>3)</sup> 1 bis 3 SLF pro Tag und Fahrgasse

<sup>4)</sup> Beschädigung durch wendende Traktoren und starke Verschmutzung durch Oberbodenmaterial

11. Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Wirtschaftlichkeit

Oberbauten in ungebundener Bauweise sind kostengünstig bei der Ausführung, Erhaltung und beim Rückbau. Andererseits ist die Streuung der Qualität und die Schadenanfälligkeit grösser. Nach der Fertigstellung muss in der Regel einige Zeit bis zur Benutzung verstreichen. Die detaillierten Grundlagen zur Beurteilung sind in der Tabelle 5 enthalten.

**Tabelle 5** Beurteilung von Oberbauten bezüglich der Wirtschaftlichkeit in Ausführung, Erhaltung und Rückbau

Oberbautypen	Belag	Kiessand II	Tonige Deckschicht	Kalkmergel-Deckschicht	Kiesrasen	Kiesrasen mit Gitterrost	Rasengitterelemente
<b>Einsatzkriterien</b>							
<b>Ausführung</b>							
Kosten der Ausführung	o	+	+	+	+	o	o
Streuung der Qualität	+	o	o	o	o	o	o
Dauer bis zur Inbetriebnahme	+	o	o	o	-	-	-
<b>Erhaltung</b>							
Anfälligkeit auf Schäden	+	o	o	o	-	o	o
Kosten von Reparaturen	-	+	+	+	+	o	o
Kosten von lokaler Instandsetzung	-	+	+	+	+	o	o
Kosten von grossflächiger Instandsetzung	-	+	+	+	+	+	o
<b>Rückbau</b>							
Kosten des Rückbaus	-	+	+	+	+	o	o
Möglichkeit der Wiederverwendung	o	+	+	+	+	o	o

Legende: + günstig o beschränkt günstig - ungünstig



**Abbildung 3** Erschliessungsstrasse innerorts mit toniger Deckschicht ohne Bewuchs



**Abbildung 4** Güterstrasse ausserorts als Spurstasse mit Fahrspuren aus Beton

## 12. Beurteilung von Oberbauten bezüglich der Umwelt

Aus ökologischer Sicht sind vor allem die bewachsenen Oberbauten günstig zu beurteilen, weil sie Lebensräume für Flora und Fauna bieten und sich gut in die Landschaft einpassen. Die detaillierte Beurteilung findet sich in der Tabelle 6.

**Tabelle 6** Beurteilung von Oberbauten bezüglich der Umwelt

Einsatzkriterium	Oberbautyp	Belag	Kiessand II	Tonige Deckschicht	Kalkmergel-Deckschicht	Kiesrasen	Kiesrasen mit Gitterrost	Rasengitterelemente
<b>Flora und Fauna</b>								
Lebensraum für die Flora		–	–	–	– <sup>1)</sup>	+	+	o
Artenvielfalt der Flora		–	–	–	– <sup>1)</sup>	+	+	–
Lebensraum für die Fauna		–	o/– <sup>2)</sup>	o/– <sup>2)</sup>	o/– <sup>2)</sup>	+	+	+
Trennwirkung auf die Fauna		–	o/– <sup>2)</sup>	o/– <sup>2)</sup>	o/– <sup>2)</sup>	+	+	+
<b>Einpassung in die Landschaft</b>								
Farbe und Helligkeit der Oberfläche		o	o	o	–	+	+	+
Textur von Oberfläche und Bewuchs		o	o	o	o	+	+	o
Kontur des Fahrbahnrandes		–	+	+	+	+	o	–

Legende: + günstig o beschränkt günstig – ungünstig

- 1) Oberbauten mit Kalkmergel-Deckschicht verändern auf sauren Böden die chemische Zusammensetzung (Erhöhung des pH-Werts) mit in speziellen Fällen ungünstigen Auswirkungen auf die Flora.
- 2) Der Lebensraum für die Fauna wird verbessert und die Trennwirkung vermindert, wenn sich ein bewachsener Streifen zwischen den Fahrspuren bildet.



**Abbildung 5** Parkplatz mit Kiesrasen



**Abbildung 6** Parkplatz mit Rasengitterelementen

## C. Spezielle Aspekte der Projektierung

Alle massgeblichen Aspekte der Projektierung von Strassen sind in der Norm [6], jene für die Projektierung von Parkplätzen in der Norm [7] enthalten.

### 13. *Spurstrassen*

#### *Einsatz*

Spurstrassen können in folgenden Fällen eingesetzt werden:

- wenn die Lage des Durchfahrtsbereiches und die Spurbreite der Fahrzeuge definiert ist,
- wenn kein Kreuzen oder seitliches Abstellen von Fahrzeugen stattfindet.

#### *Beurteilung*

Spurstrassen sind aus ökologischen Gründen günstig, weil im Vergleich zu Oberbauten mit einer tonigen Deckschicht, einem Asphaltbeton- oder einem Betonbelag auf der gesamten Fahrbahnbreite die Trennwirkung für die Fauna verringert und die Einpassung in die Landschaft verbessert wird. Im Fall von Abschnitten mit grossem Längsgefälle und ungünstigen Bodenwasserverhältnissen ist der betriebliche und bauliche Unterhalt in der Regel kostengünstiger. Die Grünpflege des bewachsenen Streifens zwischen den Fahrspuren muss regelmässig durchgeführt werden.

#### *Bauweisen*

Die folgenden Bauweisen werden für Fahrspuren von Spurstrassen angewandt. Für die Eignung gelten die Kriterien in den Tabellen 3 bis 6.

- Tonige und Kalkmergel-Deckschichten
- Rasengitter- und Betonelemente
- Asphaltbeton- und Betonbeläge

### 14. *Übergänge zwischen verschiedenen Oberbauten*

Übergänge zwischen verschiedenen Oberbauten sind aus den folgenden Gründen schadenanfällig:

- Die Tragfähigkeit des Oberbaus ändert abrupt.
- Die ungebundene Deckschicht ist am Übergang anfällig auf Ausschwemmung.
- Loses Deckschichtmaterial von Oberbauten in ungebundener Bauweise wird auf Beläge verfrachtet.

Übergänge sind bei der Projektierung hinsichtlich ihrer Folgen zu überprüfen.

### 15. *Asphaltbetonbeläge*

Falls die Beurteilung zur Wahl eines bituminösen Belages führt, ist eine einschichtige Heissmischtragschicht (Trag- und Deckschicht) gemäss der Norm [3] einzubauen.

## 16. *Recycling-Material in Oberbauten*

Für die Verwendung von Recycling-Kiessand, Asphaltgranulat oder Betongranulat als Ersatz für Kiessand sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Die Umweltverträglichkeit des zur Verwendung vorgesehenen Recycling-Kiessandes, Asphalt- oder Betongranulates ist gemäss den Normen [9] [10] [11] zu beurteilen. Zudem sind die Vorschriften der zuständigen Behörden einzuhalten.
- Asphaltgranulat eignet sich vor allem für gut besonnte Strassenabschnitte, weil die Erwärmung der Deckschicht das Bindemittel aktiviert. Es eignet sich weniger für Waldstrassen oder Strassen in Schattenlagen, weil das Bindemittel nicht aktiviert wird und die Oberfläche rolliges Material aufweist.

## **D. Literaturverzeichnis**

- [1] SN 640 040 Projektierung, Grundlagen, Strassentypen
- [2] SN 640 324 Dimensionierung Strassenoberbau
- [3] SN 640 431 Asphaltbetonbeläge, Konzeption, Anforderungen, Ausführung
- [4] SN 640 461 Betonbeläge
- [5] SN 640 485 Naturstein-Pflästerungen, Konzeption, Dimensionierung, Anforderungen, Ausführung
- [6] SN 640 742 Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Projektierung von Strassen für geringen Verkehr
- [7] SN 640 743 Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Projektierung von Parkplätzen
- [8] SN 640 744 Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr, Ausführung und Erhaltung von Oberbauten in ungebundener Bauweise
- [9] SN 670 141 Recycling, Ausbauasphalt
- [10] SN 670 142 Recycling, Strassenaufbruch
- [11] SN 670 143 Recycling, Betonabbruch
- [12] Literatur zum land- und forstwirtschaftlichen Wegebau, Bundesamt für Landwirtschaft BWL
- [13] Merkblätter über den Bau und Unterhalt von Wald- und Güterstrassen, Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für forstlichen Strassenbau, 1965-1989
- [14] Wald- und Güterstrassen, Planung - Projektierung - Bau, Viktor Kuonen, 1983
- [15] Wanderwege - wie bauen und unterhalten? Bundesamt für Strassen ASTRA (in Vorbereitung)
- [16] Wegleitung Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, 2002

Bundesamt für Strassen

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute  
Fachkommission 6, Umwelt und Unterhalt  
Expertenkommission 6.01, Unterhalt

## **Anhang B:**

### **Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr**

### **Ausführung und Erhaltung von Oberbauten in ungebundener Bauweise**

### **Normentwurf**

Winterthur, 3. September 2003

***bürkel baumann schuler***

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>A. Allgemeines .....</b>	<b>1</b>
1. <i>Geltungsbereich .....</i>	<i>1</i>
2. <i>Gegenstand .....</i>	<i>1</i>
3. <i>Zweck .....</i>	<i>1</i>
4. <i>Begriffe .....</i>	<i>1</i>
5. <i>Übersicht .....</i>	<i>1</i>
6. <i>Hinweise zur Projektierung .....</i>	<i>1</i>
<b>B. Bemessung der Oberbauten .....</b>	<b>2</b>
7. <i>Tragfähigkeit des Untergrundes und des Unterbaus .....</i>	<i>2</i>
8. <i>Vereinfachtes Verfahren zur Oberbaubemessung .....</i>	<i>3</i>
9. <i>Ergänzende Massnahmen zur Gewährleistung der Befahrbarkeit .....</i>	<i>4</i>
<b>C. Oberbauten ohne Deckschicht und ohne Bewuchs .....</b>	<b>4</b>
10. <i>Ausführung von Oberbauten aus Kiessand II .....</i>	<i>4</i>
11. <i>Erhaltung und Rückbau von Oberbauten aus Kiessand II .....</i>	<i>5</i>
<b>D. Oberbauten mit Deckschicht ohne Bewuchs .....</b>	<b>6</b>
12. <i>Ausführung von Oberbauten mit Toniger Deckschicht .....</i>	<i>6</i>
13. <i>Ausführung von Oberbauten mit Kalkmergel-Deckschicht .....</i>	<i>7</i>
14. <i>Erhaltung und Rückbau von Oberbauten mit Toniger und Kalkmergel-Deckschicht .....</i>	<i>7</i>
<b>E. Kiesrasen .....</b>	<b>8</b>
15. <i>Ausführung von Kiesrasen ohne Verstärkung .....</i>	<i>8</i>
16. <i>Erhaltung und Rückbau von Kiesrasen ohne Verstärkung .....</i>	<i>9</i>
17. <i>Ausführung von Kiesrasen mit Gitterrost .....</i>	<i>10</i>
18. <i>Erhaltung und Rückbau von Kiesrasen mit Gitterrost .....</i>	<i>11</i>
<b>F. Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen .....</b>	<b>12</b>
19. <i>Ausführung von Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen .....</i>	<i>12</i>
20. <i>Anforderungen an Rasengitterelemente .....</i>	<i>13</i>
21. <i>Typen von Rasengitterelementen .....</i>	<i>13</i>
22. <i>Erhaltung und Rückbau von Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen .....</i>	<i>14</i>
<b>G. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>15</b>

## A. Allgemeines

### 1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Verkehrsflächen – Strassen, Wege und Plätze – mit geringem Verkehr gemäss Definition in der Norm [7] inner- und ausserhalb des Siedlungsgebietes.

### 2. Gegenstand

Diese Norm legt die Bemessung, die Ausführung und die Erhaltung von Oberbauten in ungebundener Bauweise fest. Die Wahl des Oberbautyps erfolgt gemäss der Norm [7].

### 3. Zweck

Die Norm bezweckt eine wirtschaftliche Bemessung und eine die Dauerhaftigkeit gewährleistende Ausführung und Erhaltung der Oberbauten.

### 4. Begriffe

#### ◇ Deckschicht

Oberste Schicht des Oberbaus, die wasserdurchlässig sein kann und vorfabrizierte Elemente wie Gitterroste und Betonelemente enthalten kann.

### 5. Übersicht

Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die in dieser Norm behandelten Oberbauten.

**Tabelle 1** Übersicht über die Oberbauten in ungebundener Bauweise

Oberbauten in ungebundener Bauweise	Oberbauten ohne Bewuchs*	Oberbauten ohne Deckschicht	Oberbau aus Kiessand II
		Oberbauten mit Deckschicht	Oberbau mit toniger Deckschicht
			Oberbau mit Kalkmergel-Deckschicht
	Oberbauten mit Bewuchs*	Oberbauten ohne Deckschicht	Kiesrasen
		Oberbauten mit Deckschicht	Kiesrasen mit Gitterrost
			Oberbau mit Rasengitterelementen

\*Der Bewuchs ist ein Initialbewuchs auf Grund einer Ansaat bei der Erstellung.

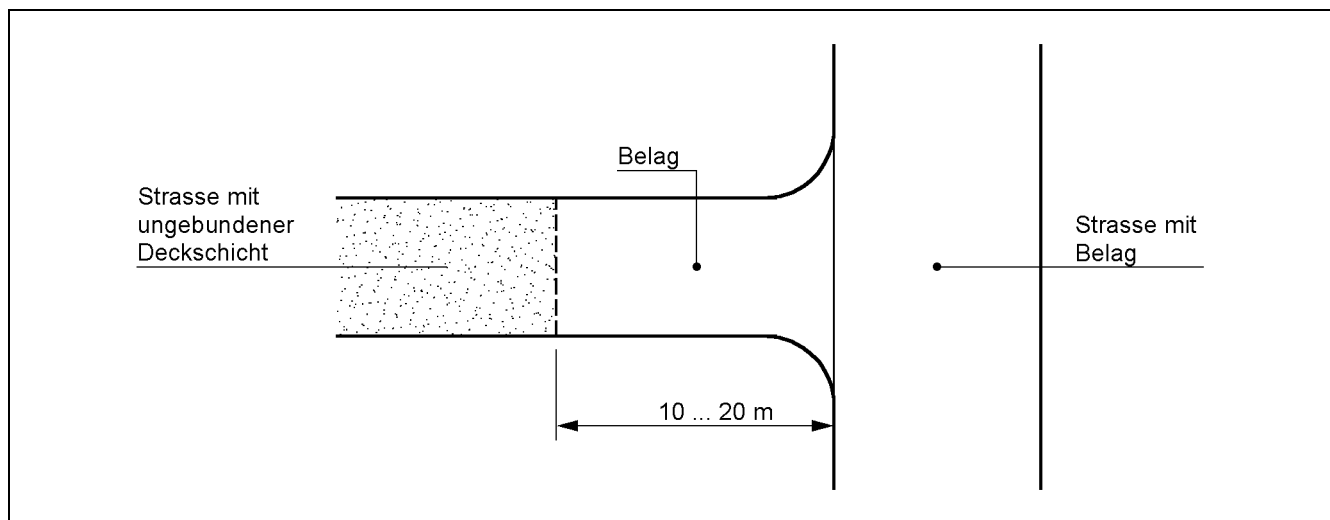
### 6. Hinweise zur Projektierung

Die Einzelheiten der Projektierung sind für Strassen in der Norm [8] und für Parkplätze in der Norm [9] geregelt.

Oberbauten ohne Bewuchs werden über ein Quergefälle von mindestens 3% ins angrenzende Gelände entwässert. Bei bewachsenen Oberbauten ist wegen ihrer Durchlässigkeit in der Regel kein Gefälle notwendig.

Normalerweise sind keine Randabschlüsse anzuordnen, weil diese den baulichen Unterhalt erschweren. Bei Parkplätzen mit Rasengitterelementen sind die Ränder mit Beton oder Abschlüssen zu fixieren.

Damit kein loses Deckschichtmaterial verfrachtet wird, ist bei Einmündungen in Strassen mit Asphaltbeton- oder Betonbelag dieser auf 10 bis 20 m Länge einzubauen (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1** Ausführung von Einmündungen in Strassen mit Belag

Um den unerwünschten Eintrag von Oberbodenmaterial zu vermindern sollen die Oberflächen der Oberbauten höher als das angrenzende Gelände sein oder baulich von diesem getrennt werden. Zudem sind Oberbauten nicht unter grossen Laubbäumen anzuordnen.

## B. Bemessung der Oberbauten

### 7. Tragfähigkeit des Untergrundes und des Unterbaus

Für die Bemessung ist der Untergrund gemäss Tabelle 2 bezüglich seiner Tragfähigkeit einzustufen.

**Tabelle 2** Tragfähigkeitsstufen des Untergrundes

Stufe	Geotechnische Bezeichnung	Geologische Bezeichnung	Befahrbarkeit des Planums*
A (gering)	Bindige Böden, Sande mit hohem tonigem Anteil	Seeablagerung, Gehängelehm	Weniger als 5 Überfahrten mit SLF möglich
B (mittel)	Sande, Kiese mit erheblichem tonigem Anteil	Moräne, Gehängeschutt	5 bis 15 Überfahrten mit SLF möglich
C (hoch)	Körnige Böden, Kiese mit geringem tonigem Anteil	Schotter	Mehr als 15 Überfahrten mit SLF möglich

\* Die mögliche Anzahl der Überfahrten mit schweren Lastfahrzeugen (SLF) ist von deren Gewicht und den Wetterverhältnissen abhängig. Als Richtgrössen werden ein Lastfahrzeug mit 2 Achsen und einem Gewicht von 16 t sowie trockene Verhältnisse angenommen. Nach der entsprechenden Anzahl Überfahrten ist das Planum nicht mehr befahrbar.

### 8. Vereinfachtes Verfahren zur Oberbaubemessung

Das Verfahren ist in den Tabellen 3 und 4 festgelegt. Die Oberbaudicke hängt von der Tragfähigkeit des Untergrundes und der Ausbaukategorie ab.

**Tabelle 3** Bemessung von Oberbauten in ungebundener Bauweise

Oberbau	Tragfähigkeitsstufe	Ausbaukategorie mit Verkehrsbelastung			
		Strassen		Parkplätze	
		sehr wenig SLF <sup>1)</sup>	wenig SLF <sup>2)</sup>	für PW	für PW und SLF <sup>3)</sup>
Oberbauten ohne Bewuchs / Kiesrasen mit Gitterrost	A	d <sub>O</sub> = 50 cm	d <sub>O</sub> = 60 cm	d <sub>O</sub> = 50 cm	d <sub>O</sub> = 55 cm
	B	d <sub>O</sub> = 40 cm	d <sub>O</sub> = 50 cm	d <sub>O</sub> = 40 cm	d <sub>O</sub> = 45 cm
	C	d <sub>O</sub> = 35 cm	d <sub>O</sub> = 40 cm	d <sub>O</sub> = 35 cm	d <sub>O</sub> = 40 cm
Kiesrasen	A	d <sub>O</sub> = 60 cm	ungeeignet	d <sub>O</sub> = 60 cm	ungeeignet
	B	d <sub>O</sub> = 50 cm		d <sub>O</sub> = 50 cm	
	C	d <sub>O</sub> = 40 cm		d <sub>O</sub> = 40 cm	
Oberbau mit Rasengitterelementen		d <sub>E</sub> = 8...10 cm	d <sub>E</sub> = 12 cm	d <sub>E</sub> = 8...10 cm	d <sub>E</sub> = 12 cm
	A	d <sub>F</sub> = 40 cm	d <sub>F</sub> = 50 cm	d <sub>F</sub> = 40 cm	d <sub>F</sub> = 45 cm
	B	d <sub>F</sub> = 30 cm	d <sub>F</sub> = 40 cm	d <sub>F</sub> = 30 cm	d <sub>F</sub> = 35 cm
	C	d <sub>F</sub> = 25 cm	d <sub>F</sub> = 30 cm	d <sub>F</sub> = 25 cm	d <sub>F</sub> = 30 cm

Legende:

d<sub>O</sub> = Dicke des Oberbaus (Fundations- und Deckschicht)

d<sub>E</sub> = Dicke der Rasengitterelemente

d<sub>F</sub> = Dicke der Fundationsschicht (unter den Rasengitterelementen)

SLF: Schwere Lastfahrzeuge

<sup>1)</sup> Weniger als 1 SLF pro Tag

<sup>2)</sup> 1 bis 10 SLF pro Tag

<sup>3)</sup> 1 bis 3 SLF pro Tag und Fahrgasse

**Tabelle 4** Bemessung von Oberbauten mit Asphaltbeton- oder Betonbelag

Oberbau	Tragfähigkeitsstufe	Ausbaukategorie mit Verkehrsbelastung			
		Strassen		Parkplätze	
		sehr wenig SLF <sup>1)</sup>	wenig SLF <sup>2)</sup>	für PW	für PW und SLF <sup>3)</sup>
Oberbauten mit Asphaltbetonbelag		d <sub>D</sub> = 5 cm	d <sub>D</sub> = 7 cm	d <sub>D</sub> = 5 cm	d <sub>D</sub> = 7 cm
	A	d <sub>F</sub> = 40 cm	d <sub>F</sub> = 45 cm	d <sub>O</sub> = 40 cm	d <sub>F</sub> = 40 cm
	B	d <sub>F</sub> = 25 cm	d <sub>F</sub> = 30 cm	d <sub>O</sub> = 25 cm	d <sub>F</sub> = 30 cm
	C	d <sub>F</sub> = 20 cm	d <sub>F</sub> = 20 cm	d <sub>O</sub> = 20 cm	d <sub>F</sub> = 20 cm
Oberbau mit Betonbelag		d <sub>D</sub> = 15 cm	d <sub>D</sub> = 15 cm	d <sub>D</sub> = 15 cm	d <sub>D</sub> = 15 cm
	A, B, C	auf Planum	auf Planum	auf Planum	auf Planum

Legende:

d<sub>D</sub> = Dicke der Deckschicht

d<sub>F</sub> = Dicke der Fundationsschicht

SLF: Schwere Lastfahrzeuge

<sup>1)</sup> Weniger als 1 SLF pro Tag

<sup>2)</sup> 1 bis 10 SLF pro Tag

<sup>3)</sup> 1 bis 3 SLF pro Tag und Fahrgasse

Für Höhenlagen zwischen 400 und 800 m ü. M. ist der Oberbau bzw. die Foundationsschicht gegenüber den Werten in den Tabellen 3 und 4 um 5 cm, über 800 m ü. M. um 10 cm zu verstärken. Dies gilt nicht für Oberbauten mit Betonbelag.

#### 9. Ergänzende Massnahmen zur Gewährleistung der Befahrbarkeit

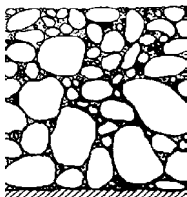
Bei einem Untergrund der Tragfähigkeitsstufe A ist eine Stabilisierung (in der Regel mit Weisskalk) gemäss den Normen [1] [2] zu prüfen. Auf einem stabilisierten Untergrund kann der Oberbau für die Tragfähigkeitsstufe B dimensioniert werden.

## C. Oberbauten ohne Deckschicht und ohne Bewuchs

#### 10. Ausführung von Oberbauten aus Kiessand II

Die notwendigen Angaben sind in der Tabelle 5 und Hinweise zur Projektierung in Ziffer 6 enthalten.

**Tabelle 5** Ausführung von Oberbauten aus Kiessand II

Aufbau		 <p>Oberbau aus Kiessand II</p>
Ausführung	Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiessand II 0/63 gemäss Norm [11]</li> <li>- Anteil der Tonfraktion &lt; 0,02 mm mindestens 5%</li> <li>- Optimaler Wassergehalt <math>w_{opt}</math> gemäss Norm [3].</li> </ul>
	Einbau	Das Material wird gemäss den Normen [3] [4] schichtweise wie eine Foundationsschicht eingebaut und verdichtet, so dass der ganze Oberbau eine Einheit bildet. Die Oberfläche darf auf Plätzen und in Längsrichtung von Strassen mit einer 4 m langen Latte gemessen höchstens eine vertikale Abweichung von 2 cm aufweisen. Das Querprofil hat den seitlichen Wasserabfluss zu gewährleisten.
Freigabe für Benutzung		Es findet eine langsame chemische Verfestigung statt. Deshalb darf der Oberbau während des ersten Monats nur für Fussgänger freigegeben werden.

### 11. Erhaltung und Rückbau von Oberbauten aus Kiessand II

Die notwendigen Angaben sind in der Tabelle 6 enthalten.

**Tabelle 6** Erhaltung und Rückbau von Oberbauten aus Kiessand II

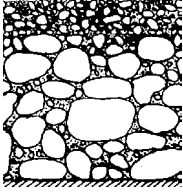
Betrieblicher Unterhalt	Kontrolle	Die Oberfläche und die Entwässerungsanlagen sind ein Mal jährlich zu kontrollieren. Besonderes Augenmerk ist auf Wasserlaufbildung an der Oberfläche und auf verstopfte Entwässerungsanlagen zu richten. Zusätzliche Kontrollen sind nach ausserordentlichen Ereignissen wie starken Regen nötig.
	Reinigung	Laub und Oberbodenmaterial auf der Oberfläche führen zu einer Anreicherung mit organischem Material. Bei Nässe wird die Deckschicht aufgeweicht und die Tragfähigkeit vermindert. Das organische Material ist in der Regel ein Mal jährlich, bei starkem Eintrag häufiger, zu entfernen.
	Grünpflege	Unkraut an unerwünschten Stellen ist mechanisch abzuschälen. Unkrautvertilgungsmittel sind aus ökologischen Gründen unzulässig.
	Staubbekämpfung	Bei längeren Trockenperioden kann die Oberfläche mit Wasser besprüht werden. Die Anwendung von Calcium- und Magnesiumchlorid ist unzulässig.
	Winterdienst	Schneeräumung gemäss Norm [10] ist nur vorzunehmen, wenn sie aus Gründen der Nutzung oder der Verkehrssicherheit notwendig ist. Um Schäden an der Oberfläche zu vermeiden ist sie mit besonderer Sorgfalt auszuführen. UK Pflugschar darf nicht bis auf die Oberfläche abgesenkt werden (Weissräumung).
	Reparatur von Schäden	Oberflächenschäden entstehen durch das Befahren und speziell bei extremen Fahrmanövern (grosser Lenkeinschlag, Bremsen). Schwemmschäden bilden sich bei grossem Gefälle nach starken Regen. Solche Schäden lassen sich durch lokale Reparatur beheben. Das Material ist um die schadhafte Stelle auszuheben, neues Material einzubauen und mit einem Platten vibrator oder einer Tandem-Vibrationswalze zu verdichten.
	Schädigende Massnahmen	Abgelagertes Oberbodenmaterial reduziert die Tragfähigkeit. Abstreuen der Oberfläche mit Sand vermindert die Griffigkeit.
Baulicher Unterhalt	Instandsetzung	Alle 10 bis 20 Jahre, je nach Verkehrsbeanspruchung, muss der Oberbau reprofiliert werden. Dabei wird er bis auf eine Tiefe von ca. 20 cm möglichst unter Verwendung des bisherigen Materials erneuert. Ist der Streifen zwischen den Fahrspuren bewachsen, so kann die Reprofilierung auf die Fahrspuren beschränkt werden. Es gelten die Angaben in Tabelle 3.
	Verstärkung	Der Oberbau kann beim Reprofilieren durch den Einbau einer dickeren Schicht verstärkt werden. Es gelten die Angaben in Tabelle 3.
Rückbau, Wiederverwertung des Materials		Das Material des Oberbaus kann ohne besondere Behandlung für Oberbauten von untergeordneten Verkehrsflächen wieder verwendet werden. Möglich ist auch eine Aufbereitung und eine Verwendung für andere Zwecke (Schüttungen, Hinterfüllungen, usw.).

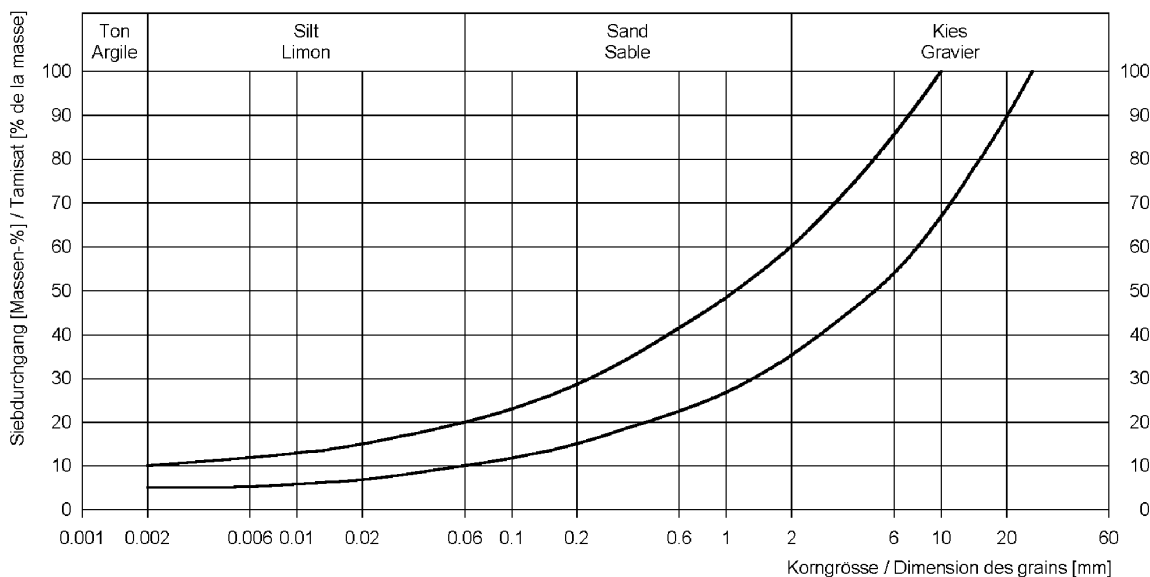
## D. Oberbauten mit Deckschicht ohne Bewuchs

### 12. Ausführung von Oberbauten mit Toniger Deckschicht

Die notwendigen Angaben, welche von jenen für Oberbauten aus Kiessand II abweichen, sind in der Tabelle 7 enthalten. Hinweise zur Projektierung finden sich in Ziffer 6.

**Tabelle 7** Ausführung von Oberbauten mit Toniger Deckschicht

Aufbau		 <p>5...7 cm Deckschicht aus Kiessand 0/20 oder 0/25</p> <p>Fundationsschicht aus Kiessand I oder II 0/80</p>
Ausführung	Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiessand 0/20 oder 0/25 gemäss Kornverteilung in Abbildung 2 mit Anteil der Tonfraktion &lt; 0,063 mm 5...10%</li> <li>- Kiessand I und II 0/80 gemäss Norm [11]</li> <li>- Optimaler Wassergehalt <math>w_{opt}</math> gemäss Norm [3]</li> </ul>
	Einbau	<p>Das Material der Fundationsschicht wird gemäss den Normen [3] [4] schichtweise eingebaut und verdichtet. Die Deckschicht wird auf die standfeste, fertig verdichtete, saubere Fundationsschicht aufgebracht. Bezüglich der Einbaugenauigkeit der Oberfläche gelten die Angaben in Tabelle 5.</p>
Freigabe für Benutzung		Siehe Tabelle 5

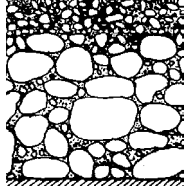


**Abbildung 2** Kornverteilung von Kiessand 0/20 oder 0/25 für Tonige Deckschicht

### 13. Ausführung von Oberbauten mit Kalkmergel-Deckschicht

Die notwendigen Angaben, welche von jenen für Oberbauten mit Toniger Deckschicht abweichen, sind in der Tabelle 8 enthalten. Hinweise zur Projektierung finden sich in Ziffer 6.

**Tabelle 8** Ausführung von Oberbauten mit Kalkmergel-Deckschicht

Aufbau		 <p>5...7 cm Deckschicht aus gebrochenem Kalkmergel</p> <p>Fundationsschicht aus Kiessand I oder II 0/80</p>
Ausführung	Material	- Gebrochener Kalkmergel 0/20 oder 0/25 - Kiessand I und II 0/80 gemäss Norm [11]
	Einbau	Siehe Tabelle 7
Freigabe für Benutzung		Siehe Tabelle 5

### 14. Erhaltung und Rückbau von Oberbauten mit Toniger und Kalkmergel-Deckschicht

Die notwendigen Angaben, welche von jenen für Oberbauten aus Kiessand II abweichen, sind in der Tabelle 9 enthalten.

**Tabelle 9** Erhaltung und Rückbau von Oberbauten mit Toniger und Kalkmergel-Deckschicht

Betrieblicher Unterhalt		Siehe Tabelle 6
Baulicher Unterhalt	Instandsetzung	Alle 10 bis 20 Jahre, je nach Verkehrsbeanspruchung, muss der Oberbau reprofiliert werden. Dabei wird die Deckschicht möglichst unter Verwendung des bisherigen Materials erneuert. Ist der Streifen zwischen den Fahrspuren bewachsen, so kann die Reprofilierung auf die Fahrspuren beschränkt werden. Für die Instandsetzung gelten die Vorschriften wie für die Ausführung.
	Verstärkung	Bei einer Reprofilierung kann die Fundationsschicht verstärkt werden. Es gelten die Vorschriften in Tabelle 6.
Rückbau, Wiederverwertung des Materials		Siehe Tabelle 6

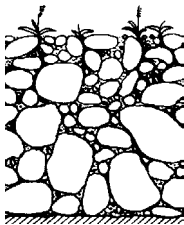
In den Abbildungen 3 und 4 ist eine Güterstrasse mit toniger Deckschicht dargestellt. Im einen Fall wurde die Deckschicht neu eingebaut, im anderen Fall hat sich zwischen den Fahrspuren ein Bewuchs entwickelt.

## E. Kiesrasen

### 15. Ausführung von Kiesrasen ohne Verstärkung

Die notwendigen Angaben sind in der Tabelle 10, Hinweise zur Projektierung in Ziffer 6 enthalten.

**Tabelle 10** Ausführung von Kiesrasen ohne Verstärkung

Aufbau		 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oberste Schicht stark durchwurzelt ohne beigemengtes Oberbodenmaterial</li> <li>- Oberbau aus Kiessand I 0/63</li> </ul>
Ausführung	Material	- Kiessand I 0/63 gemäss Norm [11]
	Einbau	Das Material wird gemäss den Normen [3] [4] schichtweise wie eine Fundationsschicht eingebaut und verdichtet, so dass der gesamte Oberbau eine Einheit bildet. Die Oberfläche darf auf Plätzen und in Längsrichtung von Strassen mit einer 4 m langen Latte gemessen höchstens eine vertikale Abweichung von 2 cm aufweisen. Das Querprofil hat den seitlichen Wasserabfluss zu gewährleisten.
Begrünung	Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Samenmischung: Festuca ovina, Schafschwingel 10%</li> <li>Festuca rubra commutata, Rotschwingel horstbildend 15%</li> <li>Festuca rubra rubra, Rotschwingel ausläufertreibend 15%</li> <li>Cynosurus cristatus, Kammgras 10%</li> <li>Poa pratensis, Wiesenrispe 20%</li> <li>Poa compressa, Plathalmrispe 15%</li> <li>Agrostis alba, Fioringras 15%</li> <li>- Volldünger (N-P-K)</li> <li>- Mulch gemäss Norm [6] aus Stroh mit Verklebung</li> </ul>
	Ansaat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trockensaat für kleine, Nassaat für grosse Flächen gemäss Norm [6]. Saatzeit März bis Oktober</li> <li>- Einmalige Startdüngung mit 20 g/m<sup>2</sup></li> <li>- Auftragen von Mulch</li> </ul>
Freigabe für Benutzung		Es findet eine langsame Verfestigung durch die Pflanzenwurzeln statt. Deshalb darf der Oberbau während den ersten drei Monaten nach dem Einbau nur für Fussgänger freigegeben werden.

## 16. Erhaltung und Rückbau von Kiesrasen ohne Verstärkung

Die notwendigen Angaben sind in der Tabelle 11 enthalten.

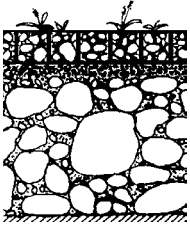
**Tabelle 11** Erhaltung und Rückbau von Kiesrasen ohne Verstärkung

Betrieblicher Unterhalt	Kontrolle	Die Oberfläche ist ein Mal jährlich visuell zu kontrollieren.
	Reinigung	Laub und Oberbodenmaterial auf der Oberfläche führen zu einer Anreicherung von organischem Material. Dies bewirkt eine Entwicklung zur Wiese und eine Abnahme der Tragfähigkeit. Laub ist deshalb in der Regel ein Mal jährlich, Oberbodenmaterial bei starkem Eintrag laufend zu entfernen.
	Grünpflege	Kiesrasen benötigen einen Schnitt pro Jahr. Das Schnittgut muss abgeführt werden.
	Winterdienst	Schneeräumung gemäss Norm [10] ist nur vorzunehmen, wenn sie aus Gründen der Nutzung oder der Verkehrssicherheit notwendig ist. Um Schäden an der Oberfläche zu vermeiden ist sie mit besonderer Sorgfalt auszuführen. UK Pflugschar darf nicht bis auf die Oberfläche abgesenkt werden (Weissräumung).
	Reparatur von Schäden	Oberflächenschäden entstehen durch das Befahren und speziell bei extremen Fahrmanövern (grosser Lenkeinschlag, Bremsen). Solche Schäden lassen sich baulich durch lokale Reparatur beheben. Das Material wird um die schadhafte Stelle ausgehoben, neues Material eingebracht, mit dem Plattenvibrator verdichtet und anschliessend angesät.
	Schädigende Massnahmen	Abgelagertes Oberbodenmaterial, toniges Material oder Dünger verschlechtern die Tragfähigkeit. Aufbringen von Rundkies oder Splitt vernichtet den Bewuchs.
Baulicher Unterhalt	Instandsetzung	Alle 10 bis 20 Jahre, je nach Verkehrsbeanspruchung und Besonnung, muss der Oberbau reprofiliert werden. Dabei wird er auf einer Tiefe von 15 bis 20 cm erneuert und wieder angesät. Das bisherige Material wird wieder verwendet, falls es nicht zu viel Oberboden enthält. Für die Instandsetzung gelten die Angaben in Tabelle 8.
	Verstärkung	Der Oberbau kann beim Reprofilieren durch den Einbau einer dickeren Schicht verstärkt werden. Es gelten die Angaben in Tabelle 8.
Rückbau, Wiederverwertung des Materials		Das Material des Oberbaus kann ohne besondere Behandlung für Oberbauten von untergeordneten Verkehrsflächen wieder verwendet werden. Möglich ist auch eine Aufbereitung und Verwendung für andere Zwecke (Schüttungen, Hinterfüllungen, usw.).

17. Ausführung von Kiesrasen mit Gitterrost

Die notwendigen Angaben zur Ausführung, welche von jenen für Kiesrasen ohne Verstärkung abweichen, sind in der Tabelle 12 enthalten. Hinweise zur Projektierung finden sich in Ziffer 6.

**Tabelle 12** Ausführung von Kiesrasen mit Gitterrost

Aufbau			<p>6 cm Deckschicht: Gitterrost, gefüllt mit Kiessand I 0/30, ohne Oberbodenmaterial, stark durchwurzelt</p> <p>3 cm Einbettung aus Splitt 3/6</p> <p>Fundationsschicht aus Kiessand I 0/80</p>
Ausführung	Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiessand I 0/30 und 0/80 gemäss Norm [11],</li> <li>- Splitt 3/6,</li> <li>- Gitterrost: Tafeln aus recykliertem Polyethylen, minimale Konstruktionshöhe 60 mm, Wabenweite 60...70 mm.</li> </ul>	
	Einbau	<p>Das Material der Fundationsschicht wird gemäss den Normen [3] [4] schichtweise eingebaut und verdichtet.</p> <p>Die Einbettung wird lose abgezogen und darauf der Gitterrost verlegt. Die Gitterrost-Tafeln müssen miteinander verbunden werden.</p> <p>Die Gitterrost-Waben werden bis OK Rost mit Kiessand aufgefüllt.</p>	
Begrünung	Material	Samenmischung, Dünger und Mulch gemäss Tabelle 10.	
	Ansaat	Es gelten die Angaben in Tabelle 10.	
Freigabe für Benutzung		Es findet eine langsame Verfestigung durch die Pflanzenwurzeln statt. Deshalb darf der Oberbau während den ersten zwei Monaten nach dem Einbau nur für Fussgänger freigegeben werden.	



**Abbildung 3** Güterstrasse mit Toniger Deckschicht ohne Bewuchs zwischen den Fahrspuren



**Abbildung 4** Güterstrasse mit Toniger Deckschicht mit Bewuchs zwischen den Fahrspuren

### 18. Erhaltung und Rückbau von Kiesrasen mit Gitterrost

Die notwendigen Angaben, welche von jenen für Kiesrasen ohne Verstärkung abweichen, sind in der Tabelle 13 enthalten.

**Tabelle 13** Erhaltung und Rückbau von Kiesrasen mit Gitterrost

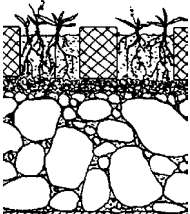
Betrieblicher Unterhalt	Kontrolle	Siehe Tabelle 11.
	Reinigung	
	Grünpflege	
	Winterdienst	
	Reparatur von Schäden	Oberflächenschäden entstehen durch das Befahren und speziell bei extremen Fahrmanövern (grosser Lenkeinschlag, Bremsen). Schwemmschäden entstehen bei grossem Gefälle nach Starkregen. Sie werden mit zunehmendem Bewuchs geringer. Solche Schäden lassen sich durch lokale Reparatur beheben. Dabei sind die betroffenen Gitterrost-Tafeln zu entfernen, das Material um die schadhafte Stelle auszuheben, neues Material einzubauen und zu verdichten, die Einbettung einzubauen und die Gitterrost-Tafeln wieder zu verlegen, aufzufüllen und anschliessend anzusäen.
	Schädigende Massnahmen	Es gelten die Angaben in Tabelle 11.
Baulicher Unterhalt	Instand- setzung	Alle 10 bis 20 Jahre, je nach Verkehrsbeanspruchung und Besonnung, müssen der Oberbau reprofiliert und beschädigte Gitterrost-Tafeln ersetzt werden. Dabei wird der Gitterrost ausgebaut und die oberste Schicht der Fundation erneuert. Das bisherige Material wird wieder verwendet, falls es nicht zu viel Oberboden enthält. Danach werden die Einbettung und der Gitterrost eingebaut, aufgefüllt und angesät. Es gelten die Angaben in Tabelle 12.
	Verstärkung	Bei einer Reprofilierung kann die Fundationsschicht verstärkt werden. Es gelten die Angaben in Tabelle 12.
Rückbau, Wie- derverwertung des Materials		Das Material des Oberbaus kann ohne besondere Behandlung für Oberbauten von untergeordneten Verkehrsflächen wieder verwendet werden. Möglich ist auch eine Aufbereitung und Verwendung für andere Zwecke (Schüttungen, Hinterfüllungen, usw.). Der Kunststoffgitterrost ist zu rezyklieren.

## F. Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen

### 19. Ausführung von Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen

Die notwendigen Angaben sind in der Tabelle 14, Hinweise zur Projektierung in Ziffer 6 enthalten.

**Tabelle 14** Ausführung von Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen

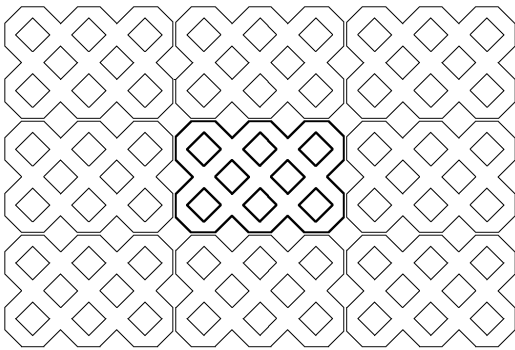
Aufbau		 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 8...12 cm Rasengitterelemente, gefüllt mit Mischung aus Oberboden und Sand 0/6, durchwurzelt</li> <li>- Einbettung: 1...3 cm Splitt 3/6</li> <li>- Fundationsschicht: Kiessand I 0/80 mit 3...5 cm Planie aus Kiessand 0/30</li> </ul>
Ausführung	Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kiessand I 0/80 gemäss Norm [11],</li> <li>- Sand 0/6 und Splitt 3/6,</li> <li>- Oberboden/Sand-Mischung im Verhältnis 1:1 bis 1:3.</li> </ul>
	Einbau	<p>Das Material der Fundationsschicht wird gemäss den Normen [3] [4] schichtweise eingebaut und verdichtet. Die Einbettung wird eingebaut und lose abgezogen.</p> <p>Die Rasengitterelemente sind in die Einbettung zu verlegen und von Hand oder mit geeigneten Geräten zu stossen. Nach dem Verlegen ist die Oberfläche abzurütteln. Dazu ist eine Vibrationswalze mit Hartgummirollen oder ein Plattenvibrator mit Plattenschutz zu verwenden.</p> <p>Die Oberfläche darf mit einer 4 m langen Latte gemessen höchstens eine vertikale Abweichung von 2 cm aufweisen. Die Oberkanten von benachbarten Elementen dürfen keine Höhendifferenz aufweisen.</p> <p>Die Oberboden/Sand-Mischung ist bis 2 cm unter OK Element einzufüllen.</p>
Begrünung	Material	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regional angepasste Samenmischungen gemäss Norm [5],</li> <li>- Volldünger (N-P-K).</li> </ul>
	Ansaat	<p>Die Samenmischung ist in einer Menge von 15 bis 30 g/m<sup>2</sup> auszusäen. Die Saatzeit liegt zwischen März und Oktober. Eine einmalige Startdüngung mit 20 g/m<sup>2</sup> ist auszubringen.</p>
Freigabe für Benutzung		<p>Es findet eine langsame Verfestigung durch die Pflanzenwurzeln statt. Deshalb darf der Oberbau während den ersten zwei Monaten nach dem Einbau nur für Fussgänger freigegeben werden.. Die für die Nutzung notwendige Tragfähigkeit wird in der Regel in 1 Jahr nach der Fertigstellung erreicht.</p>

## 20. Anforderungen an Rasengitterelemente

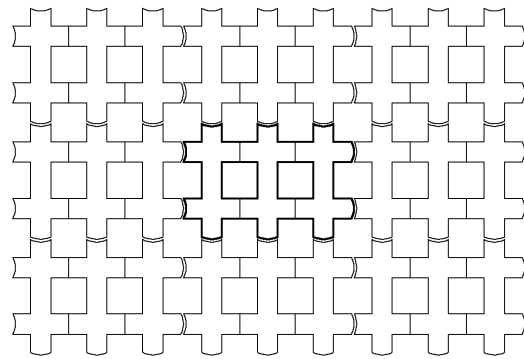
- Die minimale Stegbreite eines Elementes darf 3 cm nicht unterschreiten.
- Das minimale Flächengewicht der Elemente muss für Verkehrsflächen mit Personenwagen mindestens  $120 \text{ kg/m}^2$  (Dicke 8 cm), für Verkehrsflächen mit schweren Lastfahrzeugen mindestens  $180 \text{ kg/m}^2$  (Dicke 12 cm) betragen.
- Der Anteil der Grünfläche im verlegten Grundriss und in jedem Horizontalschnitt muss mindestens einen Drittel betragen.

## 21. Typen von Rasengitterelementen

Die Elemente weisen in der Regel vertikale Stossflächen auf, an denen ein horizontaler und vertikaler Verbund mittels Reibung entsteht. Dieser ist von den Abmessungen, der Form und der Rauheit der Stossflächen abhängig. Beispiele von Elementen finden sich in den Abbildungen 5 bis 8.



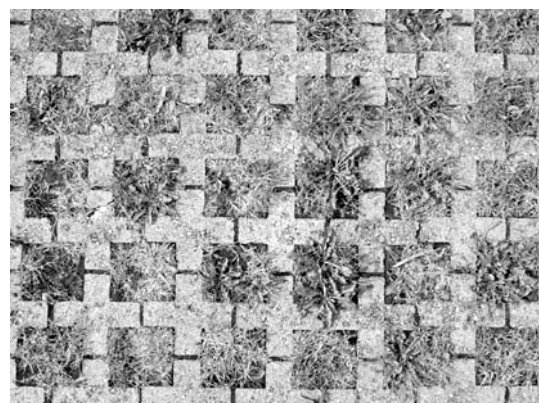
**Abbildung 5** Rasengitterelemente mit ebenen Stossflächen



**Abbildung 6** Rasengitterelemente mit gekrümmten Stossflächen



**Abbildung 7** Rasengitterelemente mit Quadratstruktur



**Abbildung 8** Rasengitterelemente mit Kreuzstruktur

## 22. Erhaltung und Rückbau von Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen

Die notwendigen Angaben sind in der Tabelle 15 enthalten.

**Tabelle 15** Erhaltung und Rückbau von Oberbauten mit Deckschicht aus Rasengitterelementen

Betrieblicher Unterhalt	Kontrolle	Die Oberfläche ist zwei Mal jährlich, im Frühling und Herbst, visuell zu kontrollieren. Zusätzliche Kontrollen sind nach ausserordentlichen Ereignissen nötig.
	Reinigung	Schmutz und übermässiger Bewuchs ist in der Regel ein Mal jährlich, bei starkem Eintrag häufiger, zu entfernen.
	Grünpflege	Der Bewuchs benötigt einen Schnitt, wenn er 6 bis 8 cm über OK Elemente herausragt. Das Schnittgut muss abgeführt werden.
	Winterdienst	Schneeräumung gemäss Norm [10] ist nur vorzunehmen, wenn sie aus Gründen der Nutzung oder der Verkehrssicherheit notwendig ist. Um Schäden an der Oberfläche zu vermeiden ist sie mit besonderer Sorgfalt auszuführen. UK Pflugschar darf nicht bis auf die Oberfläche abgesenkt werden (Weissräumung).
	Reparatur von Schäden	Typische Schäden sind Setzungen, Verdrehen und Bruch der Elemente. Sie entstehen durch das Befahren, speziell bei extremen Fahrmanövern (grosser Lenkeinschlag, Bremsen). Sie werden mit zunehmendem Bewuchs geringer. Solche Schäden lassen sich durch lokale Reparatur beheben. Die Rasengitterelemente werden entfernt, das Material der Foundationsschicht um die schadhafte Stelle ausgehoben, neues Material eingebaut und verdichtet. Die Einbettung und die unbeschädigten Rasengitterelemente werden wieder verlegt und abgerüttelt, die Oberboden/Sand-Mischung eingefüllt und anschliessend angesät.
Baulicher Unterhalt	Instandsetzung	Alle 20 bis 40 Jahre, je nach Verkehrsbeanspruchung, müssen der Oberbau reprofiliert und beschädigte Elemente ersetzt werden. Dabei werden die Elemente ausgebaut und die oberste Schicht der Foundation erneuert. Das bisherige Material wird wieder verwendet, falls es nicht zu viel Oberboden enthält. Danach werden die Einbettung eingebaut, die Elemente verlegt und abgerüttelt, mit Oberboden/Sand-Mischung aufgefüllt und angesät. Es gelten die Angaben in Tabelle 14.
	Verstärkung	Der Oberbau kann durch den Einbau einer dickeren Foundationsschicht verstärkt werden. Es gelten die Angaben in Tabelle 14.
Rückbau, Wiederverwertung des Materials		Das Material der Foundationsschicht kann ohne besondere Behandlung für Oberbauten von untergeordneten Strassen wieder verwendet werden. Unbeschädigte Elemente können wieder verwendet werden, beschädigte Elemente sind als Betonabbruch aufzubereiten.

## G. Literaturverzeichnis

- [1] SN 640 500 Stabilisierung; Allgemeines
- [2] SN 640 503 Stabilisierung; Stabilisierung mit Weisskalk
- [3] SN 640 585 Verdichtung; Anforderungen
- [4] SN 640 588 Verdichtung; Maschinelles Verdichten
- [5] SN 640 671 Bepflanzung, Ausführung; Begrünung, Samenmischungen
- [6] SN 640 672 Bepflanzung, Ausführung; Begrünung, Ausführungsmethoden
- [7] SN 640 741 Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr; Grundlagen
- [8] SN 640 742 Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr; Projektierung von Strassen für geringen Verkehr
- [9] SN 640 743 Verkehrsflächen für geringen und ruhenden Verkehr; Projektierung von Parkplätzen
- [10] SN 640 761 Winterdienst; Schneeräumung
- [11] SN 670 120 Kiessande für Fundamentalschichten; Qualitätsanforderungen



## Anhang C: Umfrage zu Oberbauten mit Rasengitterelementen

Antworten von 3 Betonelementherstellern

### Widerstand gegenüber Einwirkungen des Verkehrs

Welche Anforderungen stellen Sie bezüglich Widerstand an die Elemente? Kennen Sie Prüfbedingungen?

<b>Widerstand der Elemente?</b>	Druckfestigkeit (DIN 18'501)	Druckfestigkeit Beton (DIN 18'501)	Biegebelastung (EMPA-Prüfung)
	Spaltzugfestigkeit (Neue EN ca. 2003)	Biegezugfestigkeit (CEN ITC 178)	Frostbeständigkeit

### Formen und Gewicht der Rasengitterelemente

Welche Elementarten produzieren Sie (nach Art des Verbundes zwischen den Elementen getrennt)?

<b>Verbund durch Reibung?</b>	–	Dicke 8/10/12 cm L x B = 40 x 60 cm	Dicke 8/10/12 cm
<b>Horizontaler Verbund durch Formschluss?</b>	–	–	Elemente mit Nocken gegen Verdrehen
<b>Vertikaler Verbund durch Formschluss?</b>	–	–	–

Wie hoch ist Ihres Erachtens das Mindestgewicht für ein Rasengitterelement?

<b>Für PW-Parkplätze?</b>	Steinstärke relevant: Leichter Verkehr: 8 cm	120 kg/m <sup>2</sup>	Gemäss BUWAL/Zeh ca. 113 kg/m <sup>2</sup>
<b>Für Strassen und Plätze mit PW + LW?</b>	Mittl. Verkehr: 10 cm Schw. Verkehr: 12 cm	ca. 180 kg/m <sup>2</sup>	Gemäss BUWAL/Zeh ca. 140 kg/m <sup>2</sup>

### Ausführung des Oberbaus

Ist für die Entwässerung ein Quergefälle an der Oberfläche notwendig?

<b>Quergefälle?</b>	Befahrener Bereich: SN 640120 quer >3%, 640110 längs >0.5%	Nein	Teilweise (abhängig vom Untergrund) 1.5% von Vorteil
---------------------	--	------	---

Wie ist die Einbettung auszuführen?

<b>Material?</b>	Splitt 3/6	Brech-sand 6/8	Splitt 3/6	Splitt 3/6	20% Sand 0/8; 80% Splitt 4/6
<b>Dicke?</b>	3...5 cm	5 cm	3...5 cm	3...5 cm	2...4 cm
<b>Verdichtung?</b>	abziehen	walzen	lose abziehen	lose schütten	abrütteln*

\*mit Plattenvibrator mit Gummirollen oder Plattenschutz

Wie sind die Betonelemente zu versetzen (Klopfen, Vibrieren, usw.)?

<b>Versetzart?</b>	Flächenrüttler	Flächenrüttler	Ohne Vibrieren Planie 1 cm höher
--------------------	----------------	----------------	-------------------------------------

Welches Material ist für die Füllung allfälliger Fugen zwischen den Elementen zu verwenden?

<b>Füllmaterial Fugen?</b>	Humus/Sand/Splitt oder Splitt	–	Oberboden oder Splitt
----------------------------	----------------------------------	---	-----------------------

Welches Materialgemisch mit welchen Anteilen empfehlen Sie für die Füllung der Hohlräume in den Elementen?

<b>Füllmaterial Hohlräume?</b>	Humus/Sand/Splitt oder Splitt	25% Humus 75% Sand 0/6	10% Sand 90% Humus
--------------------------------	----------------------------------	---------------------------	-----------------------

Auf welche Höhe unter/ über OK Element ist dieses Gemisch einzubringen?

<b>Füllhöhe?</b>	–	2 cm unter OK	0 cm unter OK (setzt sich), leicht verdichtet
------------------	---	---------------	---

Welche Ansaatmethode beurteilen Sie als zweckmässig?

<b>Ansaatmethode?</b>	–	Ansaat von Hand	In Auffüllung mischen
-----------------------	---	-----------------	-----------------------

Welche Samenmischung ist in welcher Menge zu säen?

<b>Samenmischung?</b>	–	–	Schotterrasenmischung 40 g/m <sup>2</sup>
-----------------------	---	---	---

Ist eine Startdüngung sinnvoll? Wenn ja, welche Art von Dünger ist in welcher Menge anzuwenden?

<b>Startdüngung?</b>	–	Ja, 15 - 30 g/m <sup>2</sup>	Ja, 20 g/m <sup>2</sup>
----------------------	---	------------------------------	-------------------------

Ist eine Nachdüngung und eine spätere "Pflagedüngung" notwendig? Wenn ja, in welchem Intervall?

<b>Nachdüngung?</b>	–	Ja, ca. 20 g/m <sup>2</sup>	April und Ende Aug. (Menge nach Angabe Hersteller)
---------------------	---	-----------------------------	---

### Tragfähigkeit und Schäden

Wie sind die Erfahrungen mit der Tragfähigkeit bei Parkplätzen und Strassen?

<b>Parkplätzen ohne Lastwagen?</b>	Dimensionierung auf Frostsicherheit nach VSS (eher grössere Stärken als undurchlässige Deckschicht)	i.O.	i.O.
<b>Parkplätzen mit Lastwagen?</b>		i.O.	i.O. mit wenig LW
<b>Güterstrassen mit wenig Schwerfahrz.?</b>		i.O.	i.O.
<b>Güterstrassen mit viel Schwerfahrz.?</b>		Keine Erfahrung	Nicht i.O.

Welche Schäden treten bei ungenügender Tragfähigkeit auf?

<b>Schäden?</b>	Spurrinnen	Steinbruch Setzungen Verkanten / Verdrehen	Steine wackeln Verdrehungen Kantendruck an Steinen
-----------------	------------	--	--

Sind Deflektions- oder analoge Messungen auf Oberbauten mit Rasengitterelementen durchgeführt worden? Wenn ja, welches waren die Messbedingungen und die Resultate?

<b>Deflektionsmessungen?</b>	–	–	–
------------------------------	---	---	---

Welche Bedeutung hat der Verbund zwischen den Elementen für die Tragfähigkeit? Können Sie dazu Prüfmethode angeben?

<b>Verbund und Tragfähigkeit?</b>	Keine Bedeutung	–	Keine Bedeutung
-----------------------------------	-----------------	---	-----------------

Nach welcher Zeitdauer nach der Fertigstellung entfaltet der Oberbau die für die Nutzung notwendige Tragfähigkeit?

<b>Zeitdauer bis Tragfähigkeit?</b>	Sofort	–	–
-------------------------------------	--------	---	---

### Betrieb und Unterhalt

Welches sind die Kriterien für eine gute Begehbarkeit (Grösse und Form der Öffnungen in den Elementen)?

<b>Begehbarkeit?</b>	Öffnungen <10 cm	Füllsteine oder Schrittplatten Öffnung <5 cm	Platten Öffnung <8 cm Betonsteg >4 cm
----------------------	------------------	---	---

Sind Ihnen Probleme mit Kolmatieren der Oberfläche auf Parkplätzen sowie deren Ursachen bekannt?

<b>Kolmatieren?</b>	–	–	–
---------------------	---	---	---

### Weitere Bemerkungen

<b>Bemerkungen</b>	–	–	Parkplatz Golfplatz Lipperswil
--------------------	---	---	-----------------------------------

## Umfrage zur Ausführung von Oberbauten mit Rasengitterelementen

Antworten von 3 Gartenbauunternehmern

### Ausführung des Oberbaus

Ist für die Entwässerung ein Quergefälle an der Oberfläche notwendig?

<b>Quergefälle?</b>	Ja	Nein, ausser Nutzung auch bei gefrorenem Boden	Nein
---------------------	----	--	------

Wie ist die Einbettung auszuführen?

<b>Material / Dicke?</b>	1...3 cm Splitt 3/6	Foundation: 25 cm PW, 40 cm LW	3...5 cm Splitt 3/6
<b>Verdichtung?</b>	keine		–

Wie sind die Betonelemente zu versetzen (Klopfen, Vibrieren, usw.)?

<b>Versetzart?</b>	Verlegen, ohne klopfen oder vibrieren	Verlegen und einfüllen	Abvibrieren
--------------------	---------------------------------------	------------------------	-------------

Welches Material ist für die Füllung allfälliger Fugen zwischen den Elementen zu verwenden?

<b>Füllmaterial Fugen?</b>	Humus-Sand-Gemisch	–	Keine Fugen wegen Schlupf
----------------------------	--------------------	---	---------------------------

Welches Materialgemisch mit welchen Anteilen empfehlen Sie für die Füllung der Hohlräume in den Elementen?

<b>Füllmaterial Hohlräume?</b>	Sand 10...20% Humus 80...90%	Gesiebte Kulturerde und kalkarmer Sand im Verhältnis 50/50 bzw. je nach Begrü- nungsintensität	Sand und Humus im Verhältnis 30/70...60/40
--------------------------------	---------------------------------	--	--

Auf welche Höhe unter/ über OK Element ist dieses Gemisch einzubringen?

<b>Füllhöhe?</b>	1. OK → Setzung 25% 2. wieder füllen bis OK	Lose 0 cm → setzen lassen, Ansaat und lose bis 0 cm	0 cm
------------------	--	---	------

Welche Ansaatmethode beurteilen Sie als zweckmässig?

<b>Ansaatmethode?</b>	Mischen mit Humus / Sand	Trocken (von Hand oder maschinell)	Trocken
-----------------------	--------------------------	------------------------------------	---------

Welche Samenmischung ist in welcher Menge zu säen?

<b>Samenmischung?</b>	Trockenheitsresistente Rasenmischung 20...40 g/m <sup>2</sup>	Trockenheitsverträgliche Mischung	Schotterrasenmischung
-----------------------	--	-----------------------------------	-----------------------

Ist eine Startdüngung sinnvoll? Wenn ja, welche Art von Dünger ist in welcher Menge anzuwenden?

<b>Startdüngung?</b>	Ja, 20 g/m <sup>2</sup>	Ja, gemäss Herstellerangaben	Ja, für schnelles Wachstum
----------------------	-------------------------	------------------------------	----------------------------

Ist eine Nachdüngung und eine spätere "Pflegedüngung" notwendig? Wenn ja, in welchem Intervall?

<b>Nachdüngung?</b>	Ja, 1...2 mal pro Jahr je nach Nutzung	Ja, 1...3 Mal, je nach Pflege- und Begrünnungsintensität	Nein, da Schotterrasenmischung
---------------------	--	--	--------------------------------