

Einleitung	2
Bautechnische Anforderungen und Bauweisen	2
Frostsicherheit von Sanden und Kiesen	2
Untergrund / Unterbau	2
Oberbau	3
Schichtaufbau des Oberbaus	3
Wassergebundene / begrünte Deckschichten	5
Chaussierung	5
Schotterrasen	6
Weitere Chaussierungen	7
Saibro	7
Stabilizer	8
Hartbeläge	10
Natursteinpflasterung	10
Betonsteinpflasterung	11
Wasserdurchlässige Pflastersysteme	12
Pflasterklinker	14
Natursteinplatten	15
Betonplatten	16
Betondecken	17
Asphaltdecken	19
Randabschlüsse	27
Bundstein / Bord- und Wasserstein	27
Stellriemen und Stellplatten	27
Konstruktive Entwurfsrichtlinien	28
Wegbreiten	28
Gefälle	28
Parkplätze	29
Anordnung und Dimension	29
Horizontales Layout	29
Vertikales Layout	29
Ausrundungen von Wannen und Kuppen	33
Abschlüsse und Radanschläge	33
Flächenbedarf für Kurven	34
Fahrbahnbreiten und Kurvenradien	34
Wendeanlagen	38
Wendeschleife symmetrisch	38
Wendehammer links	38
Wendehammer symmetrisch	39
Wendeschleife Parkplatz	39
Minikreisel	40
Literatur	41

Einleitung

Der Wegebau beschäftigt sich mit der Dimensionierung (Entwurfsrichtlinien), den bautechnischen Anforderungen und den Bauweisen von Verkehrsflächen wie etwa Fusswegen, Fussgängerzonen, Plätzen, Radwegen, Parkplätzen, Feuerwehruzufahrten, Zufahrtsstrassen etc.

Bautechnische Anforderungen und Bauweisen

Frostsicherheit von Sanden und Kiesen

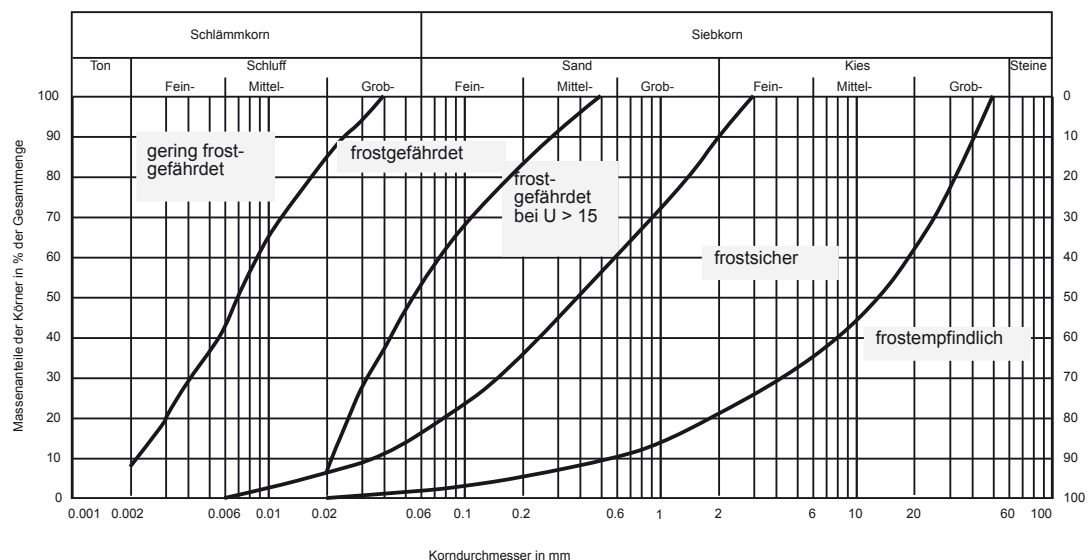


Abb. 1 Frostepfindlichkeit der Korngrößenbereiche

Untergrund / Unterbau

Der Untergrund stellt den anstehenden Boden, der Unterbau stellt den Füllboden dar, auf dem die Verkehrsfläche errichtet werden soll. Der Unterbau wird auch als verbesserter Untergrund bezeichnet.

Untergrund / Unterbau müssen den bautechnischen Anforderungen des Erdbaus entsprechen. Grundsätzlich wird der Untergrund / Unterbau verdichtet und sodann eine Sohlenplanie für befestigte Flächen mit einer zulässigen Abweichung von ± 3 cm von der Sollhöhe hergestellt.

Bei Übergängen von Bauwerken (z.B. Tiefgaragendecke) zu gewachsenem Boden können durch Senkungen in der Auffüllung an den Deckbelägen Schäden entstehen. Um dies zu vermeiden setzt man Schleppplatten ein. Diese sind beweglich mit dem Bauwerk verbunden und überdecken den aufgefüllten Bereich.

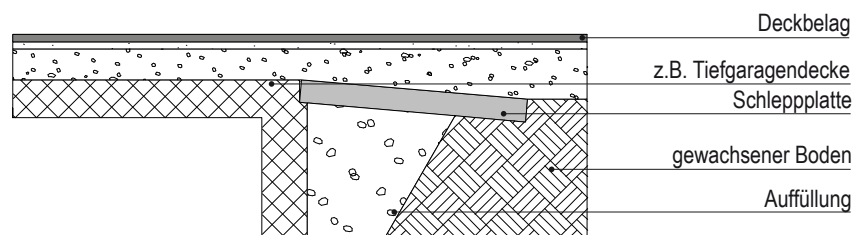


Abb. 2 Einsatz von Schleppplatten

Oberbau

Oberbau ist die Gesamtheit der Schichten über dem Unterbau, welche die Lasten des Verkehrs aufnehmen und verteilen. Der Oberbau unterteilt sich in der Regel in 3 Schichten: Filterschicht, Tragschicht und Deckschicht. In manchen Fällen kann eine Foundationsschicht und eine Sauberkeitsschicht hinzukommen.

Die Mindestdicke (verdichtet) des frostsicheren Oberbaues auf frostempfindlichen Untergrund / Unterbau sollte nach SIA 318 betragen:

		Tragfähigkeit des Unterbaus		
Nutzung	Verkehrslastklasse nach SN 640 480	Gering S1	Mittel S2	Hoch S3
		ME ₁ 6 – 15 MN/m ²	ME ₁ 15 – 30 MN/m ²	ME ₁ 30 – 60 MN/m ²
Nicht befahrbare Flächen	ZP	0,30 m	0,20 m	0,10 m
Leicht befahrene Flächen	T1	0,50 m	0,30 m	0,20 m
Stark befahrene Flächen	T2/T3	0,60 m	0,35 m	0,25 m

Abb. 3 SIA 318, Tragfähigkeit des Untergrundes

Schichtaufbau des Oberbaus

Oberbau	Deckschicht wassergebundene Decken (Chaussierungen) - Netstaler / Juramergel / Saibro / Stabilizer Pflasterungen - Naturstein / Beton Plattenbeläge - Naturstein / nicht befahrbare Betonplatten befahrbare grossformatige Betonplatten begrünte Deckschichten Asphalt, Ortbeton
	gebundene Tragschicht Betontragschicht bituminöse Tragschicht
	ungebundene Foundationsschicht (inkl. Reinplanie)
	Filterschicht
Untergrund Unterbau	Anstehender Boden/Füllboden

Abb. 4 Schichtaufbau

Filterschicht (Trennschicht)

Die Filterschicht besteht aus ungebundenem, frostsicherem Gemisch (zB. Kiesgemisch) mit einer Körnung von 0/32 bis 0/45 oder aus Filtervlies. Sie verhindert den Transport von Bestandteilen aus dem Untergrund / Unterbau in höher gelegene Schichten oder umgekehrt. Die Mindestdicke kann in der Regel mit 10 - 15 cm angegeben werden.

Tragschicht

Gesamtheit des Oberbaus ohne Deckschicht. Bei der Tragschicht kann man zwischen ungebundener und gebundener Bauweisen unterscheiden:

1. Ungebundene Tragschichten, Foundationsschichten

Ungebundenes Gemisch (Kiesgemisch)

Ungebundenes Gemisch der Körnung 0/45. Ungebrochene Körnung mit glatter, abgerundeter Form. Kiestragschichten eignen sich für gering bis mittelstark belastete Verkehrsflächen und müssen bei optimalem Wassergehalt mit Rüttelplatten oder Vibrationswalzen eingebaut werden.

Die Randausbildung sollte mit einer Neigung von 1 : 2 erfolgen

Schottertragschicht

Korngestuftes Gemisch der Körnung 0 bis 45 mm. Gesteinsmaterial wird in Brechwerken zu Körnungen mit abnehmender Korngrösse zerkleinert: Schotter, Splitt, Brechsand und Gesteinsmehl.

Gebrochene Körnungen besitzen eine höhere Tragfähigkeit, da sich ihre unregelmässigen Oberflächen besser verkeilen als das bei den runden Oberflächen der ungebrochenen Körnungen der Fall ist.

Die optimale Schichtdicke liegt bei 20 cm. Die optimale Randausbildung bei einer Neigung von 1 : 1,5 .

2. Gebundene Tragschichten

Betontragschicht

Verwendung bei Flächen, die durch Lkw und Busverkehr belastet werden

(z.B. Beton C25/30 XC4 Dmax32 Cl 0.1 C3, 35 cm, armiert) und unter

Plattenbelägen (z.B. Beton C25/30 XC4 Dmax32 Cl 0.1 C3, 10 cm, armiert).

Im Abstand von 5 Metern sind Diehnungsfugen vorzusehen.

Bituminöse Tragschichten, Heissmischtragschicht (ACT)

Korngestufte Mineralgemische 0/22 von Splitt, Brechsand, Gesteinsmehl (Füller) in Verbindung mit bituminösen Bindemitteln. Bitumen entsteht als zähe oder halbfeste Masse hoher Klebefestigkeit bei der Destillation von Erdöl und ist biologisch unschädlich.

Einbau bei Temperaturen von 120 - 190 °C.

Bankette

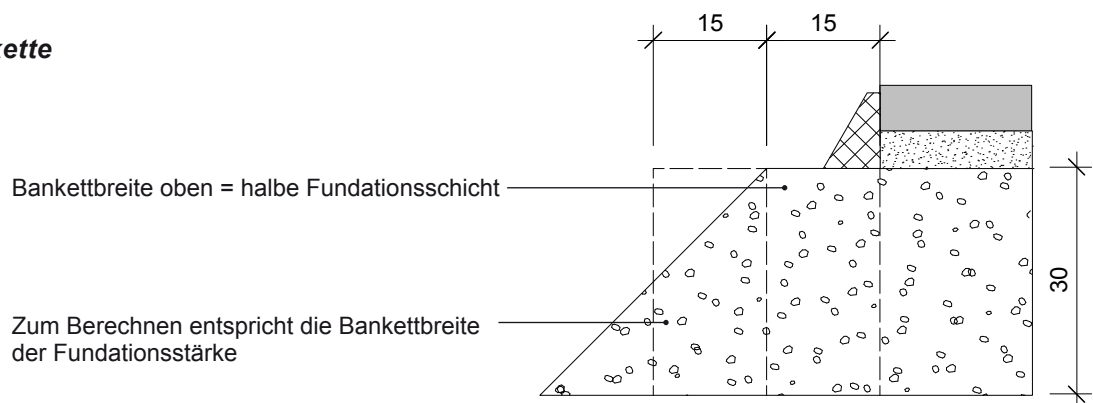


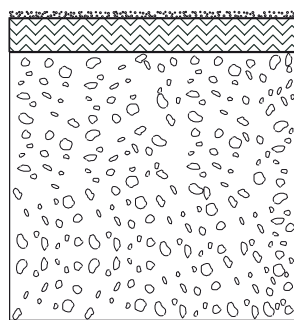
Abb. 5 Bankett ohne Randabschluss

Wassergebundene / begrünte Deckschichten

Chaussierung

Für Flächen und Wege mit natürlichem, einfachem Charakter. Bei richtiger Anwendung und Einbau stellt die wassergebundene Decke eine sinnvolle Alternative zu versiegelnden Belägen dar. Sie bedarf aber einer gewissen Pflege (z.B. Nachstreuen der Deckschicht). Das minimale Gefälle von 1.5% sollte nicht unterschritten werden. Bei einem Oberflächengefälle über 6% sollte auf wassergebundene Deckschichten verzichtet werden.

Wichtig ist die Bereitstellung von Übergangsflächen (z.B. Naturstein-Pflasterbeläge) an Hauseingängen und zu anderen Belägen sowie die Einfassung (z.B. mit Mosaikpflaster) von Hoftöpfen und Ablaufrinnen auf Flächen mit wassergebundenen Decken, um Verschmutzungen und Beschädigungen von Oberflächen zu vermeiden.



Splitt 4/8, Brechsand 0/4, Rundkies 4/8*
Bindiges Planiematerial** 0/15, 6-7cm***

Kiesgemisch 0/45, ME-Wert min. 800 kg/cm
Einbau maschinell, Planiegenauigkeit +/-3cm

* abstreuen, 0.5 bis 1cm
**z.B. stark mergelhaltige Kiese wie Netstaler
*** Reinplanie +/- 1cm in einem Arbeitsgang
planieren, walzen, verdichten, einschlämmen

Sohlenplanie (Planum) maschinell
mit Abwalzen, +/- 3cm

Abb. 6 Chaussierung, möglicher Aufbau

Möglicher Schichtaufbau:

- Deckschicht (Splitt 4-8 mm, Brechsand 0-4 mm, Rundkies 4-8 mm, Stärke: 0.5 - 1 cm),
- Ausgleichsschicht (bindige, stark mergelhaltige Kiese, z.B. Netstaler 0-16 mm, Stärke: 3-5 cm)
- Fundamentalschicht (Kiesgemisch 0-45mm, Stärke: nicht befahrbar 25cm, befahrbar 50 cm).

Der Einbau erfolgt von Hand oder mit Verteilgeräten mit anschließender Verdichtung durch Walzen bei günstigem Wassergehalt. Sämtliche Schichten inklusive Baugrund müssen wasserdurchlässig sein, oder es müssen geeignete Entwässerungsmassnahmen getroffen werden, um Wasserpfützen zu vermeiden. Die Unebenheiten der Oberfläche auf einer 4 m Messstrecke dürfen nicht mehr als 1,5 cm betragen.

Schotterrasen

Schotterwiesen eignen sich vor allem für Flächen, die nicht ständig befahren werden, z.B. Plätze und Wege, die sporadisch als Zufahrten und Parkflächen für Personenwagen dienen. Bei stärkerer Fundation können sie auch schweren Feuerwehr- und Zügelfahrzeugen als Zufahrt dienen.

Je nach Untergrundverfestigung und Fundation erreichen sie verschiedene Tragfähigkeiten. Sie sind versickerungsfähig und besitzen eine geschlossene Vegetationsdecke, solange sie nicht ständiger Belastung ausgesetzt sind. Durch Bremsspuren und starke Gewichtsbelastungen können jedoch Spurrillen und Pfützen entstehen. Ist der Untergrund verdichtet oder gar versumpft, so muss zuerst ein wasserdurchlässiger Unterbau eingebracht werden. Mit armierenden Geotextilgeweben kann die Tragfähigkeit der Vegetationsschicht erhöht werden (s.a. Abb. 6 +7 'Geotextil Schotterwiese').

Die Ansaat sollte während der Vegetationszeit von Mai bis September erfolgen. Die angesäte Fläche darf während des Anwuchses weder befahren noch begangen werden. Spät ausgesäte Flächen sind im ersten Winter noch nicht flächendeckend bewachsen. Die kahlen Stellen können durch eine Nachsaat im Frühjahr geschlossen werden. Durch eine magere Vegetationsschicht kann der Unterhalt auf ein Minimum beschränkt werden.

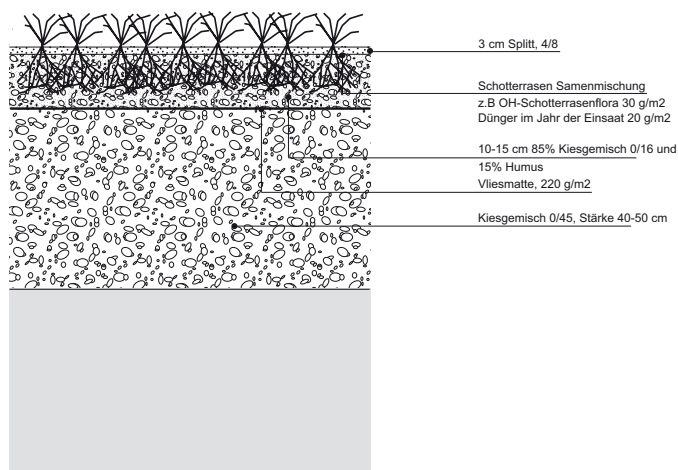


Abb. 7 Regel Schichtaufbau Schotterrasen

Weitere Chausseierungen

Zur Stabilisierung der Chausseierungen können zusätzliche Bindemittel eingesetzt werden. Das Bindemittel erhöht die Festigkeit zwischen den einzelnen Kies- und Splittkörnern. Auf dem Markt sind verschiedene Produkte zu finden. Diese werden in den meisten Fällen direkt mit dem Kies vermengt. Als Beispiel nennen wir Saibro und Stabilizer.

Saibro

Saibro steht für Festkies - ein fester, zementgebundener Oberflächenbelag mit der natürlichen Ästhetik eines Kiesbelages. Saibro eignet sich für Hausvorplätze, Zufahrten und harte Gartenflächen wie Wege und Sitzplätze. Besonders geschätzt wird Saibro als Belagsart auf städtischen Plätzen, in öffentlichen Grünflächen und Parkanlagen. Seine Vorzüge zeigen sich dank den speziellen ästhetischen und wasserregulierenden Eigenschaften in Kombination mit der Vegetation. Saibro eignet sich auch als Belag von Parkierungs- und Verkehrsflächen mit leichtem Verkehrsaufkommen oder für Fahrradwege.

Saibro besteht aus Gesteinskörnung (Rheinkies, Jurakies, regionale Kiese rund 4/8, 8/16 und gebrochen 4/8, 8/11), Bindemittel, Spezialbindemittel (Oelschiefer*), Wasser und Zusatzmittel (Verzögerer/Beschleuniger).

* Oelschiefer sind tonige oder kalkige Sedimentgesteine mit bituminösen organischen Bestandteilen, aus welchen durch Erhitzen und anschließender Kondensation Schmelzöl gewonnen werden kann.

Aufbau:



Saibro (1 oder 2-Schichtig)

Ausgleichsschicht Entwässerung
(z.B. Brechsotter 16/32)

Foundationsschicht, Stärke gem. Belastungsklasse
(Kiesgemisch 0/45)

Abb. 8 Schichtaufbau (zur Verfügung gestellt von Saibro GmbH, Lausen)

Vorteile von Saibro:

- Hohe Wasserdurchlässigkeit (keine Pfützen, auch bei starkem Regen)
- Hohe Tragfestigkeit
- Ästhetisch ansprechende Erscheinung (homogen, verschiedene Farbvarianten)
- Keine Notwendigkeit von Baumscheiben
- Frostsicherheit und Tausalzbeständigkeit (systembedingt)

Einbau:

Grundsätzlich wird Saibro nur von zertifizierten Einbauunternehmen ausgeführt.

Saibro wird als fertig gemischtes Belagsmaterial geliefert. Auf einer, der Belastung entsprechenden wasserdurchlässigen Foundationsschicht (SIA 318) wird das Material in zwei Lagen eingebaut. Verdichtet wird mit einem leichten Plattenvibrator, in nicht mehr als zwei Durchgängen, da sonst die Feinanteile die Oberfläche verschliessen können. Bei der abgestreuten Variante wird nach dem ersten leichten Verdichten mit losem Korn abgestreut und nochmals verdichtet. Das Material beginnt nach zwei Stunden abzubinden, ist nach sechs Stunden begehbar und nach drei Tagen befahrbar.

Beispiel Einbau



Einbringen, z.B. mit Karrette
Abziehen mit Kruke, Überhöhung ca. Faktor 1.15



Nach Beginn des Abbindeprozesses keine
Nachbearbeitung mehr, Ausbesserungen können
zu Belagsaufbrüchen führen!



Einbau und Feinplanie
Kleiner Unebenheiten können mit dem Balkengerät
behooben werden.



Randabschlüsse, z.B. beim Übergang an
Vegetationsflächen, können einfach mit der Kelle
angeschultert werden



Übergänge zu festen Bauteile sind mit Fugenbändern
auszubilden.
Bei grossen Belagsflächen sind Dehnungsfugen ein-
zufräsen.



Während dem Abbindeprozess ist der Belag
feucht zu halten. Bei extremer Witterung (Hitze,
Wind) zusätzlich mit Plastik & feuchtem Flies
abdecken.

Abb. 9-14 Beispiele Einbau (zur Verfügung gestellt von Saibro GmbH, Lausen)

Stabilizer

Stabilizer ist ein pflanzlich gewonnenes Pulver (Psyllium, Anbau USA/Asien) welches dem Kies zugemengt wird. Die Mischung erfolgt maschinell, in Fahrmischern oder bereits im Kieswerk.
Materialpreis Stabilizer-Mischgut pro Tonne ca. Fr. 280.00

Einbau:

Je nach Belastung der Flächen und der Tragfähigkeit des Untergrundes wird eine herkömmliche Bettung realisiert. Die Bettungsschicht muss gut ausgerichtet und verdichtet werden, um einen regelässigen Belag zu erhalten. Planiegenauigkeit +/- 2 cm

Die Mischung wird in einer Stärke (nach der Verdichtung) von 50mm eingebracht. Um eine Trennung zu verhindern muss die gesamte Schichtdicke auf einmal aufgebracht werden.

Für Stabilizer-Beläge müssen gebrochene Sande in der Körnung von 0/4 bis 0/10 verwendet werden. Der Feinanteil unter 80 Microns darf 15 – 20 % betragen. Glassande sind nicht geeignet. Bei unbekannten Sanden muss eine Sieblinie erstellt werden. Ebenso ist es empfehlenswert, ein Muster anzufertigen, um die Farbaspekte und die Granulometrie vorzuzeigen.

Die Sande müssen homogen mit Stabilizer gemischt werden (z.B. Trommelmischer).

Pro Tonne Material werden 6 kg Stabilizer zugemischt. Die Mischung wird angefeuchtet (erdfeuchtet).

Die Freigabe des Belages erfolgt nach der Austrocknung. Je nach Jahreszeit beträgt diese 3-15 niederschlagsfreie Tage.

Nach wenigen Wochen der Benutzung wird eine kleine Menge von losen Körnern an der Oberfläche bleiben.

Beispiel Parkplatz



Material
Deckschicht: Stabilizer-Kies 0-4,
Farbe: grau



Wasserdurchlässige Bettungsschicht (Foundation)
Bettungsschicht: Kiesgemisch 0/45
Schichtstärke verdichtet ca 35 cm



Einbau und Feinplanie der
erdfeuchten Stabilizer-Deckschicht
homogenes Gemisch
Schichtdicke verdichtet 5 cm



Anfeuchten der Stabilizer-Deckschicht
bis die obersten 5cm erdfeucht sind
Deckschicht darf nicht schwimmen



Walzen des Stabilizer-Belages
mit statischer Walze (keine Vibration!)
belastbar nach ca. 2 Tagen



Belastbarer Stabilizer-Belag
kurz nach einem starken Regenschauer

Abb. 15-20 Beispiele Parkplätze (zur Verfügung gestellt von Cavigelli Gartenbau, Birmenstorf)

Hartbeläge

Natursteinpflasterung

Trotz der hohen Material- und Einbaukosten ist das Natursteinpflaster immer noch ein wichtiger Bodenbelag im Freiraum. Zu seinen Vorteilen gegenüber anderen Belägen zählen u. a.: angenehme Begehbarkeit (Mosaikpflaster), leichte Ergänzbareit, Wiederverwendbarkeit, Versickerungsfreundlichkeit (vor allem als Rasenpflaster), Frostsicherheit (freie Beweglichkeit von Steinen), Flexibilität (Hebungen durch Wurzeln), Zeitlosigkeit.

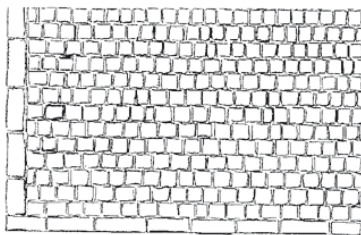
Für die Wahl des Steintyps und der Pflasterungsart ist neben den ästhetischen Überlegungen die Beanspruchung massgebend.

Geeignete und gebräuchliche Gesteinsarten sind:

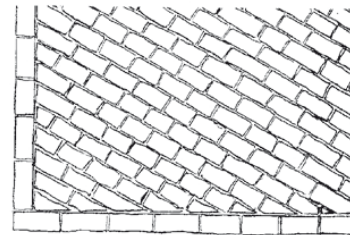
- Hartgesteine - Granit, Basalt, Diorit, Gabbro, Grauwacke, Melaphyr, Porphy
- Weichgesteine - Kalkstein, Sandstein, Schiefer, Marmor

Die Tragfähigkeit wird in Klassen (S) angegeben, wobei S_1 geringe Tragfähigkeit, S_2 mittlere Tragfähigkeit, S_3 hohe Tragfähigkeit und S_4 sehr hohe Tragfähigkeit bedeutet. Mit zunehmender Tragfähigkeit reduziert sich die dicke der Fundationsschicht.

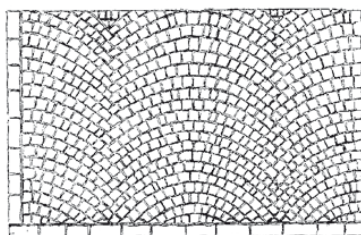
Reihenpflasterung, rechteckig
z.B. Pflastersteine 8/11



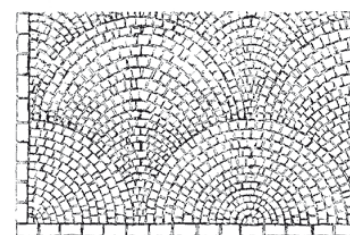
Reihenpflasterung, diagonal
z.B. 12er Schalensteine



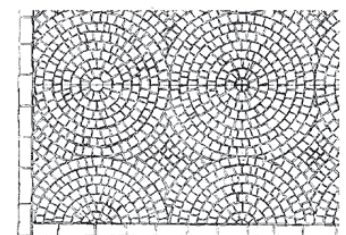
Bogenpflasterung
z.B. Pflastersteine 6/8



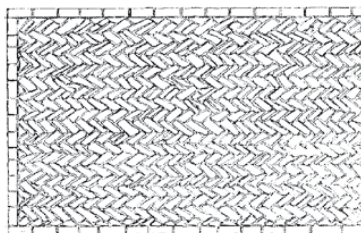
Schuppenpflasterung
z.B. Pflastersteine 6/8



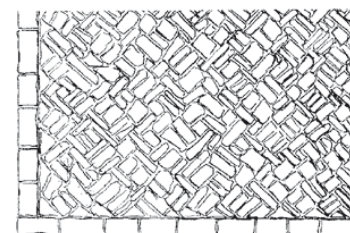
Kreisplasterung
z.B. Pflastersteine 6/8



Fischgratpflasterung
z.B. Wildpflastersteine klein



Wildpflasterung, diagonal
z.B. Wildpflastersteine gross



Quelle: SNV - SN 640 485 a

Abb. 21 Pflasterungsarten

In der Praxis hat sich das Versetzen in Monokornbeton 4/8mm (Max. Zementgehalt 250 kg/m³) durchgesetzt. Dies hat den Vorteil, dass kaum aufsteigende Nässe auftreten kann. In gewissen Fällen wird die Fundation zudem mit Sickerbeton 16/32mm ausgeführt.

Die Fugen werden in ungebundener oder gebundener Bauweise erstellt. Bei ungebundener Bauweise wird meistens mit Brechsand 0/4mm gearbeitet. Bei der gebundenen Bauweise wird je nach Fugenbreite mit Mörtel 0/2 bis 0/4mm gefugt. Gröberes Fugenmaterial hat den Vorteil, dass es die Dehnbewegungen des Steins besser abpuffert. Ein spezielles gebundenes Fugenmaterial bietet die Firma Acosim her.

Betonsteinpflasterung

Bei Betonpflaster kann man zwischen Quadrat-, Rechteck- und Sechseckformen und Verbundsteinpflaster unterscheiden. Verbundsteinpflaster sind Steine, deren besondere Formgebung einen Verbund der Steine untereinander bewirkt und ein Loslösen von Einzelsteinen durch die Einwirkung von Verkehrslasten und -kräften vermeiden soll. Im Allgemeinen wird dabei das Auseinanderschieben zweier Steine durch einen benachbarten Stein verhindert.

Pflastersteine aus Beton werden unter Verwendung von Zement und Zuschlagstoffen hergestellt. Werden Pflastersteine zweischichtig hergestellt, so müssen Unterbeton und Vorsatzbeton untrennbar miteinander verbunden sein. Als Zuschlagstoffe werden gebrochenes, wetterbeständiges Hartgestein, Natursand oder Kiessand verwendet. Die Oberflächen können zusätzlich noch sandgestrahlt, gewaschen oder besandet sein. Die Kanten werden entweder scharfkantig oder gefast (keine Absplitterung der Kante) ausgebildet. Die Hersteller müssen einen Gütenachweis für Druckfestigkeit, Verschleiss und Frostbeständigkeit erbringen. Das Pflasterbett besteht aus feiner Gesteinskörnung (Brechsand) 0/2 mm oder kombinierter Korngruppe (Brechsand) 0/4 mm, oder aus grober Gesteinskörnung (Splitt) 4/8 mm. Die Dicke des Pflasterbettes beträgt im verdichteten Zustand 3-5 cm. Wie beim Natursteinpflaster ist eine Überhöhung vorzusehen. Nach dem Verlegen wird die Pflasterdecke ganzflächig mit geeignetem Material (Brechsand) abgesandet und gleichmässig von den Rändern beginnend zur Mitte hin bis zur Standfestigkeit gerüttelt.

Als Mindestdicken bei verschiedenen Verkehrsflächen gelten(sia 318):

nicht befahrene Flächen	Fussgänger	4 - 6 cm
leicht befahrene Flächen	PKW-Verkehr	6 - 8 cm
stark befahrene Flächen	LKW-Verkehr	10 - 12 cm

Die Steine werden in einem gleichmässigen Fugenverband mit Fugenbreiten von 2-5 mm verlegt. Bei befahrenen Flächen werden die länglichen Steine quer zur Fahrtrichtung gelegt, ausserdem sollten alle Steinformate immer rechtwinkelig zur Seitenbegrenzung angelegt werden. Für Rechtecksteine gibt es ähnlich wie bei Pflasterklinkern verschiedene Zierverbände. Der gebräuchlichste Verband ist aber der Läuferverband.

Wasserdurchlässige Pflastersysteme

Voraussetzungen für eine Versickerung

Die Voraussetzung für eine Versickerung ist, dass das Niederschlags- bzw. Abflusswasser nicht schädlich verunreinigt ist und keine nachteiligen Veränderungen im Gewässer verursacht, in das es eingeleitet wird. Die Zulässigkeit einer Versickerung und deren technische Ausgestaltung richtet sich nach den Richtlinien des zuständigen kantonalen Gewässerschutzamtes.

Die Versickerung ist möglich, wenn folgende Punkte erfüllt sind:

- Das zu versickernde Wasser besteht aus nicht verschmutztem Niederschlagswasser von Dächern, Zufahrten, Wegen, Parkplätzen und dergleichen. Dies bedeutet insbesondere, dass die LRV (Luftreinhalteverordnung) in der Umgebung der jeweiligen Fläche erfüllt sein muss; ausserdem darf das Wasser nicht mit Streusalz in Berührung gekommen sein.
- Versickert werden darf ausserdem Reinabwasser, z.B. Brunnen- und Sickerwasser, Grund- und Quellwasser oder Wasserrückläufe von thermischen Nutzungen etc.
- Der Abstand vom Grundwasser sollte mindestens 2 m betragen

wasserdurchlässige Pflastersysteme

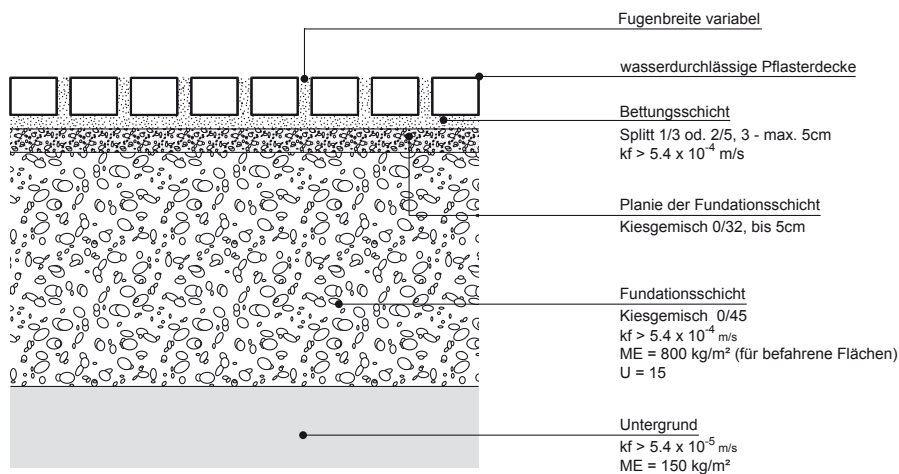


Abb. 22 Regel Schichtaufbau von wasserdurchlässigen Pflastersystemen

Belagstypen

Durch den Einbau von wasserdurchlässigen Belägen darf die Wasserdurchlässigkeit der darunter liegenden Schichten nicht beeinträchtigt werden. Generell sind wasserdurchlässige Pflastersysteme mit einem minimalen Gefälle von 1.5% zu verlegen.

Sickerpflastersteine

Bei Sickersteinen (Drainsteinen) aus haufwerksporigem Beton erfolgt die Versickerung des Regenwassers direkt durch den Stein. Durch die spezielle Ausbildung des Betons (Einkornstruktur des Zuschlagsstoffes) wird ein hohes Porenvolumen im Stein und dadurch eine Wasser- und Luftdurchlässigkeit erreicht. Aufgrund der Materialeigenschaften sind Sickersteine nicht für Auftausalze geeignet und erreichen nur eine minimale Druckfestigkeit bis 45 N/mm². Daher können sie nur auf Rad-, Gehwegen und im Privatbereich eingesetzt werden.

Pflaster mit Sickeröffnungen

Gefügedichte Pflastersteine mit Sickeröffnungen weisen aufgrund von Aussparungen in oder am Stein eine erhöhte Versickerungsfähigkeit auf. In der Regel wird ein Öffnungsanteil von 10% erreicht.

Pflastersteine mit aufgeweiteten Fugen (Abstandhalter)

Die Versickerung des Niederschlagswassers geschieht hier durch aufgeweitete Fugen. Der Fugenanteil des Betonpflasters wird vergrößert durch werkseitig angeformte integrierte Abstandhalter oder mit separaten Abstandhaltern. Die Fuge kann entweder als Rasenfuge oder als Splittfuge ausgebildet werden. Bei der Begrünung der Fuge durch Einsaat von Rasen wird die Versickerungsfähigkeit auf Dauer allerdings durch den Humusanteil und die Bewurzelung wieder eingeschränkt; andererseits reinigt das Wurzelwerk wieder das Wasser auf biologische Art. Zu beachten gilt, dass Pflasterdecken mit Rasenfugen nur mit geringeren Lasten zu befahren sind.

Rasengittersteine

Für grössere Lasten erzielen Rasengittersteine einen stärkeren Verband als die übrigen wasserdurchlässigen Belagstypen.

Die Versickerung des Niederschlagswassers geschieht durch die, in den Steinen eingelassenen Kammern (Hohlräume). Die Kammern werden in der Regel mit einem Humus-/Sand oder Splitt-Gemisch verfüllt und anschliessend mit Rasen angesät.

Auf dem Markt gibt es auch sogenannte Rasenschutz-Waben aus Recycling Material. Sie sind sehr tragfähig und haben gegenüber den Rasengittersteinen den Vorteil der geringeren Sichtbarkeit. Anlage punktuell versickert zu werden.

Rasenschutz-Waben

Rasenschutz-Waben bestehen aus Recycling-Material. Sie sind sehr tragfähig und haben gegenüber den Rasengittersteinen den Vorteil der geringeren Sichtbarkeit.

Einschätzung der Pflastersysteme durch Untersuchungen von Dr. Borgwardt:

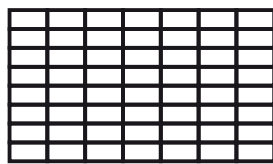
- Der Vergleich der verschiedenen Pflastersysteme zeigt, dass die höchste Versickerungsleistung von Pflastersystemen mit Sickeröffnungen erreicht wird.
- Pflaster mit aufgeweiteten Fugen kann ähnliche Infiltrationswerte erreichen, hat aber den Nachteil, dass durch den Aufwuchs von Vegetation in den Fugen die Versickerungsleistung über Zeit herabgesetzt wird.
- Pflastersysteme mit haufwerksporigem Beton neigen am ehesten zu Verstopfungen durch mineralische und organische Feinteile.

Pflasterklinker

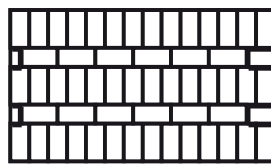
Pflasterklinker werden aus Lehm, Ton und Sand geformt und bis zur Sinterung gebrannt. Sie haben meist ein rechteckiges Format (240 x 115 x 71 mm).

Wie bei Betonsteinpflaster wird Klinkerpflaster auf ein Pflasterbett aus Splitt o.ä. überhöht verlegt, verdichtet und verfugt. Bei hoher Belastung durch Verkehr werden sie hochkant als Rollschicht verlegt, in Fussgängerbereichen ist auch eine Flachverlegung (Flachschicht) möglich. Eine Verlegung in Mörtelbettung sollte auf Sonderfälle beschränkt bleiben (laut Ziegel Bauberatung).

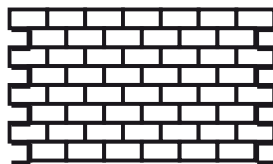
Es gibt zahlreiche Zierverbände:



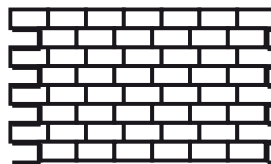
Lineares Muster



In wechselnder Richtung
linear verlegtes Muster



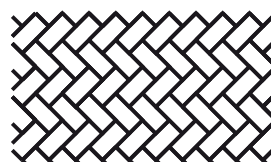
Halber Verband



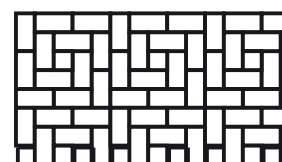
Dreiviertelverband



Diagonalverband



Fischgrät- oder
Keperverband



Mittelsteinverband mit
Blöcken aus 12 Steinen
und halbem Mittelstein

Abb. 23 Zierverbände

Natursteinplatten

Naturstein- und Betonplatten werden wegen ihrer Grösse (Gefahr der Verkantung und der daraus resultierenden Bruchgefahr bei grösseren Lasten) nur in Bereichen des fussläufigen Verkehrs mit seltener Befahrung durch Pkw eingesetzt.

Es gibt eine Vielzahl von Gesteinsarten, die im Handel für Natursteinplatten angeboten werden. Hierbei ist neben Druckfestigkeit und Frostbeständigkeit der Preis der limitierende Faktor. Bei der Bearbeitung kann man zwischen bruchrauh (gespaltenen) und gesägten Platten unterscheiden. Die Platten können noch zusätzlich gestockt, geflammt oder geschliffen und poliert werden. Natursteinplatten werden in quadratischen, rechteckigen und polygonalen Formaten (unregelmässiger Verband) und unterschiedlichen Grössen geliefert. Die Länge sollte aus statischen Gründen das 1,5fache der Breite nicht überschreiten.

Plattenzuschnitte für Auswickelungen sollen nur dann erfolgen, wenn die Fläche der Auswicklung nur geringfügig kleiner ist als die Platte, ansonsten empfiehlt sich eine Auswicklung mit Mosaikpflaster. Als Verbände werden häufig der Reihenverband oder der Römische Verband benutzt. Die Fugenbreite beim Einschlämmen mit Sand sollte ein Minimum von 3 mm, beim Vermörteln ein Minimum von 8mm besitzen. Grundsätzlich werden Natursteinplatten vollflächig im Mörtel-, Splitt- oder Sandbett verlegt. Die Bettungsschicht beträgt 3 - 5 cm.

Um unter überdachten Flächen keine Probleme mit Feuchtigkeitsflecken und -verfärbungen zu bekommen, empfiehlt es sich hierbei spezielle Vorkehrungen zu treffen. Für die Bettungsschicht sollte wenn möglich Monokornbeton 4/8mm mit min. 40% Trassanteil gewählt werden, da dieser eine sehr geringe Gewichtsfeuchtigkeit aufweist. Zur Unterbrechung der aufsteigenden Feuchtigkeit wird die Platte vollflächig mit einem kapillarbrechenden Kleber verlegt. Die Fugen sind mit einem wasserundurchlässigen Mörtel auszuführen, um von oben eindringendes Wasser zu verhindern. Raue Seitenflächen der Platte minimieren zusätzlich das Risiko von Haarrissen. Ist mit stehender Nässe unter der Bettungsschicht zu rechnen, sollte eine spezielle Drainagematte verwendet werden, welche den Kontakt von Bettungsschicht und Wasser verhindert.

Zulässige Dicken von Natursteinplatten:

Mörtelbett	≥ 3 cm
Splitt-/ Sandbett	≥ 2 cm

Gefälle von Natursteinplatten:

Oberfläche geschliffen, geflammt, poliert	mindestens 1.0%
Oberfläche bruchroh, gerichtet	mindestens 1.5%
Oberfläche bruchroh, gespalten	mindestens 2.0%

Natursteinplatten (Bsp. Fussgängerzone Obere Bahnhofstr., Wil SG)

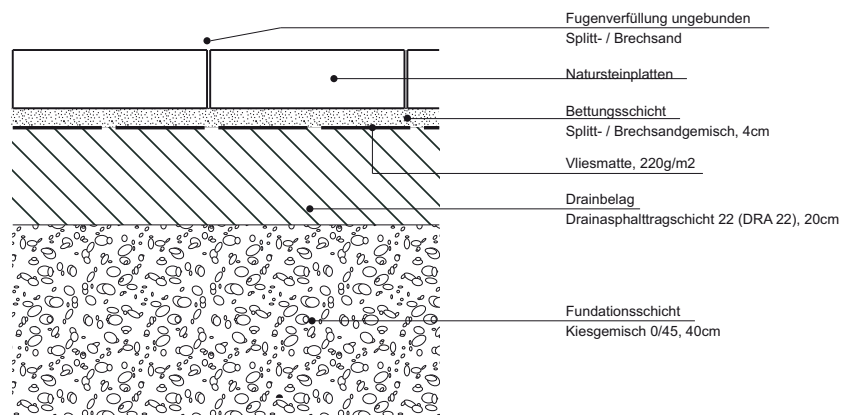


Abb. 24 Regel Schichtaufbau von Natursteinbelag

Betonplatten

Gehwegplatten werden mit entsprechendem Unterbau vor allem für Gehwege, Radwege etc. verwendet. Sie sind entweder einschichtig oder zweischichtig. Der Vorsatz (gebrochenes und ungebrochenes, wetterbeständiges Hartgestein, Sand etc.) sollte an allen Stellen 10 mm dick und mit dem Unterbeton untrennbar verbunden sein. Der Hersteller muss einen Gütenachweis über Biegefestigkeit, Verschleiss und Frostbeständigkeit erbringen. Gehwegplatten werden hauptsächlich als quadratische Platten hergestellt (300, 350, 400, 500 mm). Für verschiedene Verlegearten (Diagonalverlegung, Verlegung mit versetzten Fugen) gibt es noch zusätzlich rechteckige Platten, Friesplatten und Eckplatten. Es kommt jedoch auch häufig vor, dass Platten noch geschnitten werden müssen (Anschlüsse an Gebäude, Mauern etc.), diese Arbeiten dürfen bei der Ausschreibung nicht vergessen werden.

Gefälle von Betonplatten:

Oberfläche glatt	mindestens 1.0%
Oberfläche feinkörnig, sandgestrahlt	mindestens 1.5%
Oberfläche grobkörnig, Waschbeton	mindestens 2.0%

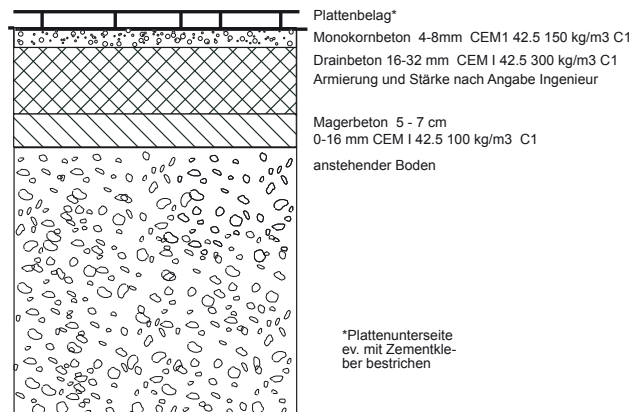
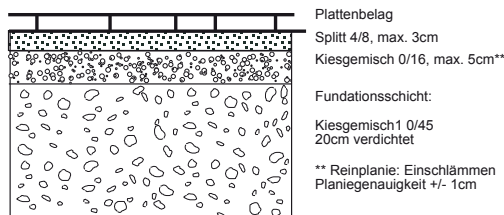


Abb. 25 Plattenbelag auf Splitt/Sand

Abb. 26 Plattenbelag auf Drainbeton

Immer interessanter werden künstliche Sandsteine als Alternative zu Sandsteinen aus dem Steinbruch. Dabei wird Sand unter Beimengung von Zuschlagstoffen zu einem druckfesten, frost- und tausalzbeständigen Stein gepresst.

Für die Ausführung gelten die gleichen Anforderungen wie bei Natursteinplatten. Für Betonplatten und alle anderen Beläge gilt, dass vorhandene Einbauten (z.B. Schachtabdeckungen) höhengleich und die angrenzenden Flächen anzuschliessen sind. Die Fugenachsen sollten innen geradlinigen Verlauf besitzen.

Betondecken

Betondecken kommen bei hochbelasteten Flächen (z.B. Autobahnen) zum Einsatz. In der europäischen Landschaftsarchitektur werden sie ganz im Gegensatz zu den USA (am häufigsten verwendeter Wegebelag!) nicht so oft benutzt. Wichtig bei Betondecken sind die Fugen (Auskittung mit Styropor oder Pavatex) zur Vermeidung von wilden Rissen. Sie sollten ungefähr alle 3-4 Meter eingebaut werden. Eine Bewehrung ist nur bei hohen Belastungen und schlechtem Untergrund notwendig (Baustahlmatten 2 kg/m²).

Ortbeton

Beton, der als Frischbeton an Ort und Stelle in einer endgültige Lage eingebaut wird und dort erhärtet, bezeichnet man als Ortbeton. Ortbeton ist zum Beispiel notwendig, wenn grosse Bauteile und Flächen erzeugt werden sollen, die nicht als Ganzes transportiert werden können.



Abb. 27 HSR, Campus im Vordergrund Werkbetonplatten, im Hintergrund 3m x 5m Ortbetonplatten.

Grossformatige Betonplatten finden sich auch in der Umgebung der beiden Neubauten an der Hochschule für Technik Rapperswil.

Die jeweils 3m x 5m grossen Platten sind 10-12cm stark, mit Stahlspähnen armiert (30kg/m³) und mit 12mm breiten Teerfugen (Dilatationsfugen) voneinander getrennt. Ihre Oberfläche ist sandgestrahlt.

Bauablauf

Ortbetonbeläge müssen auf einem stark verdichteten und frostsicheren Untergrund fundiert sein, da Setzungen und Frosteinflüsse zu irreparablen Schäden am gesamten Belag führen können.

1. Kofferrung bis frostsichere Tiefe einbringen, verdichten.
2. Entweder eine Sauberkeitsschicht mit Drainbeton/ Magerbeton oder eine Schutzfolie zur Trennung der Schichten einlegen.
3. Die Kontraktionsfugen mit Styropor besetzen.
4. Eine 10-12cm starke Schicht Homogenbeton mit Stahlspähnen oder mit einer Schwindarmierung (Polypropylen Fasern) einbringen.
5. Mit dem Vibroabzugbalken abziehen. Fläche mit Bauplastik abdecken und max. 2 Tage anziehen lassen. Die Folie verhindert das Austrocknen der Oberfläche.
6. Auf die 1. Schicht wird ein Vorsatz (Deckschicht) gegossen.
Die 25-50mm dicke Schicht deckt die beim Vibrieren an die Oberfläche gelangten Stahlspähne ab und kann auf verschiedene Arten nachbehandelt werden.
7. Kontraktionsfugen am 2. Tag nach dem Einbringen des Vorsatzes ausfräsen.
Breite: mindestens 12mm, Tiefe: 1/3 der Schichtdicke
8. Je nach Wunsch den Belag mit Besenstrich versehen oder sandstrahlen. Wichtig dabei, den monolithischen Boden mit einer Folie abdecken um das ungleichmässige Austrocknen der Oberfläche zu verhindern.
9. Kontraktionsfugen mit Teer ausgiessen.
10. Nach 7 Tagen trocknen kann der Belag befahren werden.

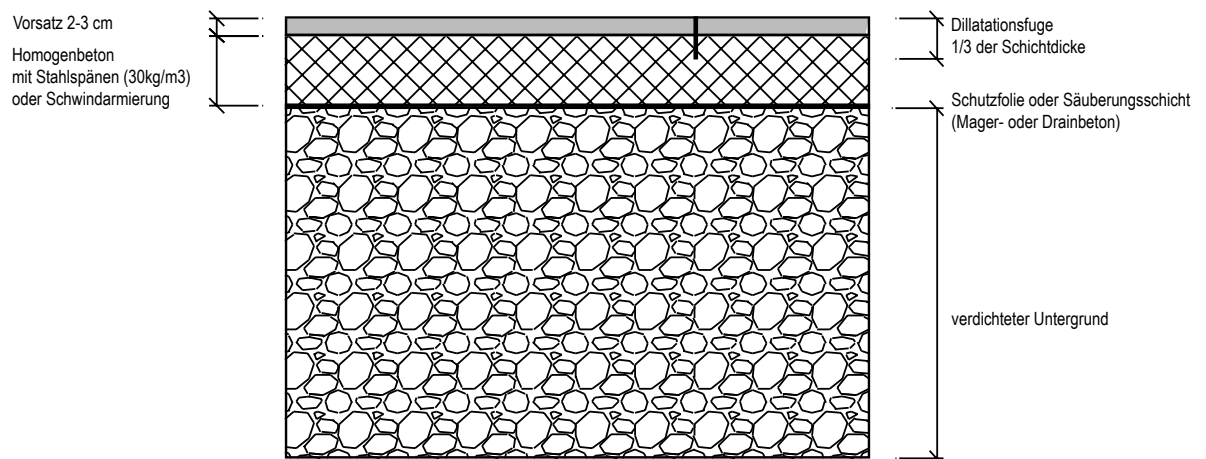


Abb. 28 Schichtaufbau monolithischer Boden mit Vorsatz / Ortbeton.

Asphaltdecken

Definitionen und Begriffe

Mischungen aus mineralischen Körnungen (Sand, Kies etc.) und bituminösen Bindemitteln heissen Asphalt. Zu den bituminösen Bindemitteln zählen Bitumen und Teer.

Im Wesentlichen unterscheidet man zwischen Walz- und Gussasphalten:

Walzasphalt

- Asphaltbeton AC
- Sperschicht im Gleisbau
- Asphaltbeton für extra dünne Lagen ACVTL
- Splittmastixasphalt SMA
- Offenporiger Asphalt PA
- Sickerschichten aus offenporigem Asphalt

Gussasphalt

- Giessfähiges Mischgut, welches als Deck-, Binde- oder Schutzschicht eingebaut wird

Bitumen

entsteht als dunkelfarbige, zähe oder halbfeste bis harte, schmelzbare Masse hoher Klebfestigkeit bei der Destillation von geeignetem Erdöl und ist biologisch unschädlich. Bei Bitumen wird unterschieden zwischen Kalteinbau (bei frostfreien Normaltemperaturen), Warmeinbau (bis 40 Grad Celsius) und Heisseinbau (120 bis 200 Grad Celsius).

Für die Herstellung von farbigem Asphalt werden heute spezielle anfärbbare Bindemittel mit bitumengleichen Eigenschaften verwendet. Der Vorteil dieser Bindemittel ist, dass sie honigfarben bis transparent sind. Somit kann der Asphalt durch Pigmente eingefärbt oder aber auch die Farbe und Struktur der eingesetzten Gesteinskörnung hervorgehoben werden. Etwa für rötliche Beläge eignet sich besonders Liparit oder roter Granit.

Teer

wird im allgemeinen bei der unter Luftabschluss erfolgten Verkokung bzw. Verschmelzung von Steinkohle gewonnen. Teer wurde im Strassenbau durch Bitumen als Bindemittel ersetzt.

Teerpech

bei der Destillation von Steinkohleteer wird Pech gewonnen, es ist besonders widerstandsfähig.

Mischgutsorten

Differenzierung des Mischgutes nach Korngrösse, Bindemittelanteil und Hohlraumanteil (siehe Materialspezifikation).

Mischguttypen

Bei Belägen aus Asphaltmischgut werden vier Typen für leichte bis sehr starke Beanspruchung unterschieden.

Entsprechend der Beanspruchung variiert die Mächtigkeit der einzelnen Schichten.

- Typ L: Leichte Beanspruchung
- Typ N: Mittlere Beanspruchung
- Typ S: Starke Beanspruchung
- Typ H: Sehr starke Beanspruchung

Materialspezifikation und Anwendungen (Auswahl)

(Spezifikation gem. aktueller VSS Normen)

Asphaltbeton AC

Asphaltbeton ist ein Mischgut, welches aus einem Mineralstoffgemisch mit kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Korngrößenverteilung, Bitumen und bitumenhaltigen Bindemitteln (Polymerbitumen, Spezialbitumen) und allfälligen Zusätzen besteht.

Asphaltbeton wird zur Herstellung folgender Schichten verwendet (siehe Schichtaufbau):

- Deckschichten AC
- Binderschichten AC B
- Tragschichten AC T
- Tragdeckschichten AC T
- Foundationsschichten AC F
- Sperrschichten

Splittmastixasphalt SMA

Splittmastixasphalt-Mischgut besteht aus einem Mineralstoffgemisch mit Ausfallkörnung, Bitumen oder bitumenhaltigen Bindemitteln (Polymerbitumen), stabilisierenden Zusätzen und allfälligen weiteren Zusätzen. Es wird für die Herstellung von Deckschichten verwendet.

SMA-Deckschichten weisen dank des Splittgerüsts und des stark versteiften Mörtels einen hohen Widerstand gegen bleibende Verformungen auf. Sie eignen sich deshalb für stark bis sehr stark beanspruchte Verkehrsflächen.

Wegen der splittreichen Oberfläche haben sich Splittmastixasphalt-Deckschichten als verschleissfest erwiesen. Der im Vergleich zu Asphaltbeton signifikant grössere Bindemittelgehalt wirkt sich in hoher Ermüdungsfestigkeit und grossem Widerstand gegen Rissbildung bei tiefen Temperaturen aus.

Offenporiger Asphalt PA

Drainasphalt-Mischgut für offenporigen Asphalt besteht aus einem sog. Filler und einem sandarmen Mineralstoffgemisch mit sehr hohem Hohlraumgehalt, Bitumen oder bitumenhaltigen Bindemitteln (Polymerbitumen) und allfälligen Zusätzen.

Das Mischgut wird für die Herstellung folgender Schichten verwendet:

- Deckschichten PA
- Binderschichten PA B

Offenporiger Asphalt wird da eingesetzt, wo Flächen nur minimales Gefälle haben können, das Wasser vor Ort versickern muss, der Platz schnell trocknen soll.

- Unterbau beim Sporplatzbau
- Hauptstrassen, Autobahnen

Recycling- / Ausbauasphalt

Ausbauasphalt ist der Oberbegriff für den durch schichtenweises Kaltfräsen von Asphaltbelag, HMF oder KMF gewonnenen kleinstückigen Fräsasphalt und den beim Aufbrechen bituminöser Schichten in Schollen anfallenden Aufbruchasphalt.

Fräsasphalt

Zum schichtenweisen Abfräsen des bestehenden Belages werden in der Regel Kaltfräsen eingesetzt. Durch Wahl und Arbeitsweise der Fräse kann die Stückgrösse des Fräsasphaltes gesteuert werden. In der Regel resultiert beim Kaltfräsen ein Asphaltgranulat, das keiner weiteren Zerkleinerung mehr bedarf und direkt weiterverarbeitet werden kann.

Aufbruchasphalt

Aufbruchasphalt wird durch maschinelles oder manuelles Aufbrechen bituminöser Beläge gewonnen und fällt meist in Schollen an, die später zerkleinert und zu Asphaltgranulat aufbereitet werden müssen. Bei Gewinnung und Auflad ist darauf zu achten, dass der Aufbruchasphalt nicht mit Kiessand oder andern Stoffen vermischt wird.

Das Asphaltgranulat kann je nach Zusammensetzung des Ursprungsmaterials kalt oder warm eingebaut werden. Beim Wiederaufbereiten des Recyclingmaterials müssen umweltrelevante Aspekte berücksichtigt werden (siehe Tabelle).

Heissmischgut-Foundationsschicht HMF

Ausbauasphalt	mit Bitumen			schwach teerhaltig			stark teerhaltig		
Verfahrensschritt	Zwischen-lagerung	Verar-beitung	Fertige Schicht	Zwischen-lagerung	Verar-beitung	Fertige Schicht	Zwischen-lagerung	Verar-beitung	Fertige Schicht
Heissaufbereitung zu Asphaltmischgut	umweltverträglich			W	L	U	Aus arbeitshygienischen und Umweltschutzgründen abzulehnen		
Kaltverarbeitung – bit. Bindemittel	umweltverträglich			W	U	U			
– hydr. Bindemittel	Aus Gewässer- und Bodenschutzgründen abzulehnen								
Verwendung in nicht gebundenen Schichten	umweltverträglich			W	U	WW			

U = umweltverträglich
L = geringe Schadstoffemissionen in die Luft möglich
W = geringe Gewässer- und Bodenbeeinträchtigung möglich
WW = stärkere Gewässer- und Bodenbeeinträchtigung möglich

Tab. 1 Bewertung der Umweltverträglichkeit des Ausbauasphaltes bei den einzelnen Verfahrensschritten

Heissmischgut HMF wird für Foundationsschichten, Oberbauverstärkungen, Baupisten sowie für Güter- und Forstwege als kombinierte Foundations- und Tragschicht verwendet. Dadurch wird eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Beanspruchung durch Verkehr, klimatische und hydrologische Einflüsse erreicht.

Die Heissmischgut-Foundationsschichten HMF sind grundsätzlich mit einem Belag zu überdecken. Wird Heissmischgut ohne Belag für Baupisten benützt, so ist die Schicht entsprechend zu dimensionieren und mit einem Oberflächenschutz zu versehen.

Gussasphalt MA

Gussasphalt ist ein giessfähiges Mischgut, welches nach Einbau nicht mehr gewalzt werden muss. Gussasphalt wird auf Brücken, Gehwegen und Untertagbauten (Tunnels) eingesetzt. Das Mischgut ist wurzelfest, abrieb- und verschleissfest, wasser- und dampfdicht und ist gegen Humussäure und Tausalze resistent.

Oft wird Gussasphalt auch aus statischen Gründen eingesetzt (Brücken, TG-Decken) oder unter erschwerten Platzbedingungen eingesetzt, da das Einwalzen entfällt.

Beispiel Gussasphalt mit eingestreutem Korund

Sihlcity, 2007

Sihlcity ist eine Grossüberbauung auf dem Areal der ehemaligen „Zürcher Papierfabrik an der Sihl“ in Zürich Wiedikon, welche im Frühling 2007 eröffnet wurde. Das Projekt Sihlcity wurde von der Totalunternehmerin Karl Steiner AG zusammen mit dem Architekturbüro Theo Hotz entwickelt.

Im Aussenbereich wurde Gussasphalt mit eingestreutem Korund verwendet (Walo Bertschinger AG) welcher die Platzflächen bei Tageslicht und Nachts durch die Beleuchtung leicht glitzern lässt.

Korund ist ein Mineral der Mineralklasse der Oxide und tritt in den verschiedensten Farben aber auch farblos auf. Dank der grosse Härte wird Korund auch als Zuschlagsstoffe für Hartbetone und Keramikfliesen genutzt, um deren Rutschfestigkeit zu gewährleisten.

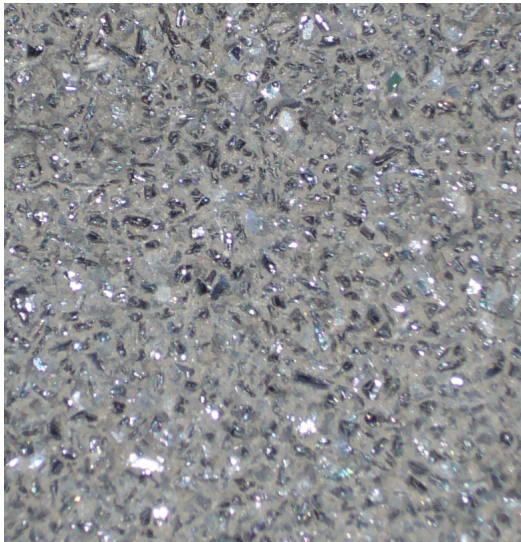


Abb. 29 Sihlcity. Gussasphalt mit eingestreutem Korund

Oberflächenbehandlung

Oberflächenbehandlungen werden bei Neubauten, bei Unterhalts- und bei Erhaltungsmassnahmen ausgeführt. Oberflächenbehandlungen bilden dünne, bituminöse Schichten, die keine tragenden Funktionen ausüben. Die Tragfähigkeit der Unterlage muss dem Zweck und der Beanspruchung angepasst sein. Oberflächenbehandlungen schützen die Unterlage gegen das Eindringen von Oberflächenwasser und verhindern ihren Verschleiss durch Verkehr oder Erosion. Auf wassergebundenen Schichten verhindern sie die Staub- und Schlammabildung. Oberflächenbehandlungen dienen auch zum Erhöhen der Griffigkeit von Verkehrsflächen, können die Sichtverhältnisse verbessern und Spiegelungen auf Strassenoberflächen vermeiden.

Oberflächenbehandlungen als Membrane (Spezialtyp) zwischen zwei Schichten erhöhen die Dichtigkeit und reduzieren die Rissausbreitung. Tränkungen werden bei Neubauten sowie zum Erhöhen der Tragfähigkeit von Naturstrassen und nicht gebundenen Kiessandschichten angewendet.

Es wird differenziert zwischen:

- Oberflächenbehandlung (E1, E2, E3, D1, D2)

- E1: einfache Oberflächenbehandlung
(Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt)
- E2: einfache Oberflächenbehandlungen mit zweimaligem Streuen von Splitt
(Spritzen von Bindemittel, zweimaliges Streuen von Splitt)
- E3: einfache Oberflächenbehandlung mit Splittvorlage
(Streuen von Splitt, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt)
- D1: doppelte Oberflächenbehandlung
(Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt)
- D2: doppelte Oberflächenbehandlung mit Splittvorlage
(Streuen von Splitt, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt)

- Tränkungen (F2, F3)

- F2: Tränkungen in zwei Spritzgängen
(Einbringen von Schotter, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt)
- F3: Tränkungen in drei Spritzgängen
(Einbringen von Schotter, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt, Spritzen von Bindemittel, Streuen von Splitt)

Schichtaufbau nach Normalien

Die Wahl des Mischgutes und Dimensionierung der Schichten steht in Abhängigkeit von Beanspruchung und Klima. Für die Schichten sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

Für Deckschichten:

- Verkehrssicherheit
- Fahrkomfort
- Verschleissfestigkeit
- Verformungsbeständigkeit
- Rissanfälligkeit
- Lärminderung
- Entwässerung
- Ermüdungsfestigkeit

Für Binderschichten:

- Verformungsbeständigkeit
- Ermüdungsfestigkeit

Für Tragschichten und Foundationsschichten:

- Lastverteilung
- Ermüdungsfestigkeit
- Verformungsbeständigkeit (Tragschichten)

Evaluation des Mischguttupes

Walzasphalt, Empfehlung für die Wahl der Mischguttupen bei normaler Beanspruchung:

Klimatische Bedingungen <i>Sollicitations climatiques</i>		Tägliche äquivalente Verkehrslast TF / <i>Trafic équivalent journalier TF</i>					
		TF ≤ 30	TF > 30...100	TF > 100...300	TF > 300...1000	TF > 1000...3000	TF > 3000...10 000
		Verkehrslastklassen / <i>Classes de trafic</i>					
		T1 sehr leicht <i>très léger</i>	T2 leicht <i>léger</i>	T3 mittel <i>moyen</i>	T4 schwer <i>lourd</i>	T5 sehr schwer <i>très lourd</i>	T6 extrem schwer <i>extrêmement lourd</i>
A	Höhenlage Besonders tiefe Temperaturen <i>En altitude Températures particulière- ment basses</i>	L	L	N	N/S	S	S
B	Durchschnittliche klimatische Bedingungen (Mittelland) <i>Conditions climatiques moyennes (Plateau)</i>	L	N	N	S	S	H
C	Sehr starke Sonnen- einstrahlung Besonders hohe Temperaturen <i>Très fort ensoleillement Températures particulière- ment élevées</i>	N	N	S	S	H	H

Tab. 2 Walzasphalt, normale Beanspruchungen

Eine von der Verkehrslastklasse abhängige besondere Beanspruchung liegt beispielsweise vor:

- in Verkehrsknoten mit oder ohne Kreisell
- auf Ein- und Ausfahrten von Hochleistungsstrassen
- auf längeren Steigungen und Strecken mit grossem Gefälle (Kriechstreifen)

Mischgutsorten

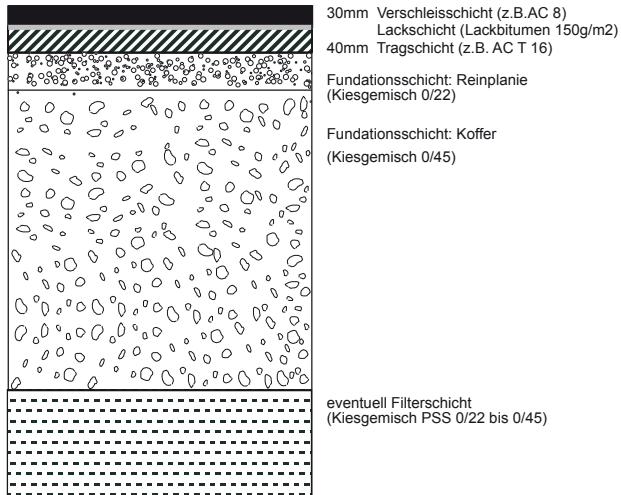
Schichtdicken

Mischgutsorten / <i>Sortes d'enrobé</i>		Mischguttypen / <i>Types d'enrobé</i>			
Neue Bezeichnung <i>Nouvelle dénomination</i>	Bisherige Bezeichnung <i>Ancienne dénomination</i>	L [mm]	N [mm]	S [mm]	H [mm]
Deckschichten / <i>Couches de roulement</i>					
AC 4	–	15...20			
AC 8	–	20...35	20...35	25...35	25...35
AC 11	AB 11	35...50	35...50	35...45	35...45
AC 16	AB 16	45...60	45...60		
ACVTL 8	–		20...30		
ACVTL 11	MR 11		25...40		
SMA 8	–		25...35		
SMA 11	SMA 11		30...45		
PA 8	–		25...35		
PA 11	DRA 11		35...50		
Binderschichten / <i>Couches de liaison</i>					
AC B 11	HMT 11			35...50	
AC B 16	HMT 16			45...70	45...70
AC B 22	HMT 22			65...100	65...100
PA B 16	DRAT 16		40...80		
PA B 22	DRAT 22		60...150		
Tragschichten / <i>Couches de base</i>					
AC T 11	HMT 11	30...50	30...50		
AC T 16	HMT 16	45...70	45...70	45...70	
AC T 22	HMT 22	60...100	60...100	65...100	65...100
AC T 32	HMT 32			90...140	90...140
Fundationsschichten / <i>Couches de fondation</i>					
AC F 22	HMF 22	60...150			
AC F 32	HMF 32	80...200			
Sickerschichten / <i>Couches de drainage</i>					
PA S 16	DRAS 16		40...80		
PA S 22	DRAS 22		60...150		
PA S 32	DRAS 32		80...200		

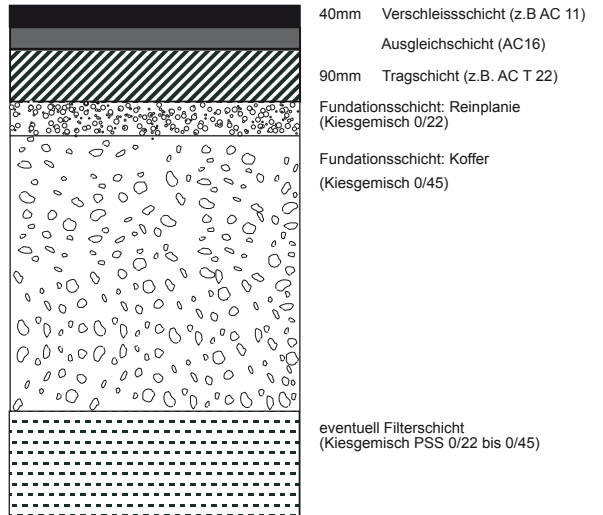
Tab 3. Schichtdicken nach SN

Dimensionierungsbeispiele Strassenoberbau

T1= Geh- und Radweg (Verkehrslast sehr leicht)
Asphaltdecke ohne Ausgleichsschicht



T3: Strasse (Verkehrslast mittel)
Asphaltdecke mit Ausgleichsschicht



Aufbau Drainasphalt

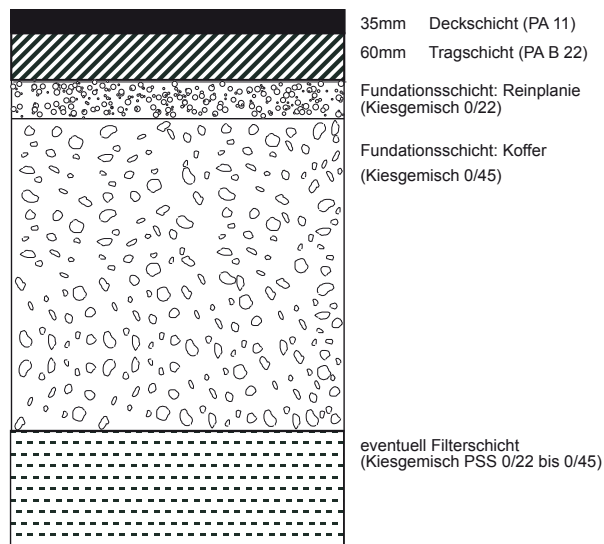


Abb. 30 Aufbau Strassenbeläge

Wichtig! Unter der DRA Schicht sind Entwässerungsmassnahmen erforderlich

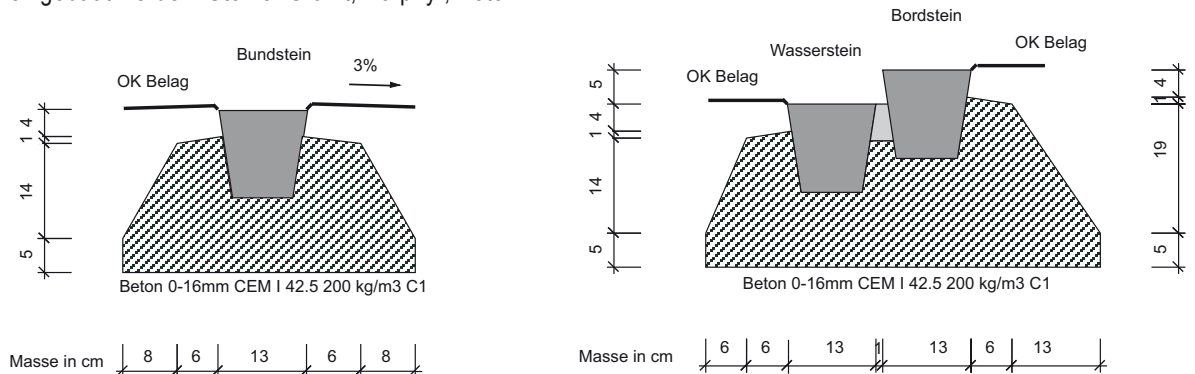
Randabschlüsse

Ränder von Strassen und Wegen müssen so ausgebildet werden, dass sie dem Oberbau seitlich Halt geben. Dies ist vor allem bei Flächen der Fall, die durch Pkw-/Lkw-Verkehr belastet werden (horizontale und vertikale Kräfte). Ausserdem dienen sie zur Wasserführung des Oberflächenwassers, wenn sie als Randstein / Wasserstein ausgebildet werden. Als Einfassung von Betonsteinpflaster und Asphaltbelägen bei Verkehrsflächen kommen Beton- oder Natursteine zur Anwendung. Alternativ können auch Randabschlussprofile aus Metall verwendet werden. Einige Produkte können auch ohne Beton versetzt werden. Ausserorts kann auf Bundsteine verzichtet werden, die Randbereiche müssen jedoch sorgfältig verdichtet werden (z.B. 50cm Mergelbankett).

Bei Fusswegen kann auch Flachstahl (roh, verzinkt oder Edelstahl) als Begrenzung verwendet werden. Dieser wird entweder direkt in Beton versetzt oder punktuell mit Schlaudern einbetoniert. Die Stösse können verschraubt oder vor Ort geschweisst werden. Die Materialstärke beträgt zwischen 5 und 10mm, je nach geforderter Steifheit und Belastung.

Bundstein / Bord- und Wasserstein

Bundsteine dienen als Leitlinie, verhindern das Ausquetschen des Belags und das Einwachsen von Unkraut. Wassersteine leiten und führen das Wasser ab. Ausserorts kann auch ein bituminöses Bord zur Wasserführung eingebaut werden. Steine: Granit, Porphy, Beton.



Stellriemen und Stellplatten

Schützt Fussgänger und weist in beschränktem Mass Fahrzeuge ab. Steine: Gneis, Granit, Beton.

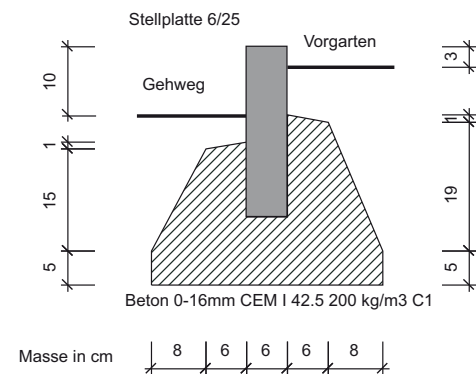


Abb. 31-33 Normalien 16.10/16.41 des Tiefbauamtes der Stadt Zürich

Konstruktive Entwurfsrichtlinien

Vorschriften der Schweizer Normenvereinigung:

- SNV 640 269 a Sichtverhältnisse bei öffentlichen Strassen u.a.
- SNV 640 630 Bushaltestellen
- SNV 640 620 private Einmündungen in Erschliessungsstrassen

Normalien für den Bau von Entwässerungsanlagen und Strassen, Tiefbauamt der Stadt Zürich, 1981 (können direkt beim Tiefbauamt bezogen werden).

Wegbreiten

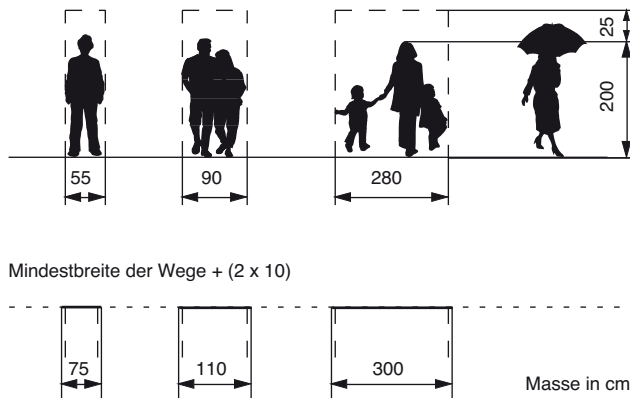


Abb. 34 Mindestbreiten für Wege

Gefälle

Quergefälle in Geraden

Um einen Optimalen Wasserabfluss sicherzustellen sollte in Geraden ein einseitiges oder dachförmiges Gefälle mit 2.5 - 3.0% ausgebildet werden.

Quergefälle in Kurven

Aufgrund der Fliehkraft sollten in Kurven Quergefälle immer nach innen ausgebildet werden. Bei Siedlungsstrassen in bebautem Gebiet kann auf das minimale Quergefälle reduziert werden.

Längsgefälle

Wasserführende Strassenränder sollten eine Längsneigung von min. 0.5% aufweisen. Deshalb empfiehlt es sich bei der Projektierung für den gesamten Strassenbereich ein Längsgefälle von min. 0.5% vorzusehen. Bei 40 km/h ist ein maximales Längsgefälle von 12% möglich.

Parkplätze

Anordnung und Dimensionen

Grundsätzlich gibt es bei Parkplätzen drei Anordnungen: Senkrecht-, Schräg- und Längsausrichtung von Stellplätzen. Die senkrechte Anordnung der Parkplätze ist am effizientesten. Sie verbraucht wenig Platz (19.4 m² pro Stellplatz) und man kann gut von beiden Richtungen aus einparken. Allerdings dauert das Rangieren etwas länger als bei der Schrägaufstellung. Wenn keine Wendemöglichkeiten vorhanden sind, sollte auf die senkrechte Anordnung zurückgegriffen werden, da durch die Fahrbahnbreite das Wenden gewährleistet wird. In den USA baut man am Ende von Parkplatznischen ohne Wendemöglichkeit noch kleine Wendehammer ein, damit wird das Ausparken aus den hintersten Feldern erleichtert.

Bei der Schrägaufstellung ist der Platzbedarf, trotz schmalere Gassen- und Stellplatzbreite, höher. Der Vorteil dieser Anordnung ist das schnelle und bequeme Einparken. Am ineffizientesten ist das Längsparken, da der Platzbedarf sehr hoch ist. Es wird für das Laden und Abstellen am Strassenrand eingesetzt.

Horizontales Layout

Ein Parkplatz ist ein ungedeckter Abstellbereich für Fahrzeuge und bezeichnet die gesamte Fläche bestehend aus Parkfeld mit unterschiedlichen Parkfeldwinkeln, Fahrgasse mit seitlichen Parkfeldern, Fahrweg ohne Parkfelder, Pflanzstreifen und/oder Baumscheiben. Parknischen sind die Untereinheiten eines Parkplatzes mit beidseitigen Parkfeldern. Parkbuchten haben nur auf einer Seite Stellplätze. Bei grösseren Parkplätzen werden die Parknischen mit Fahrschleifen verbunden und unterstützen damit das Suchen eines Parkplatzes. Falls eine Parknische eine Sackgasse bildet, sollte der Autofahrer bereits vor dem Einfahren übersehen können, ob Stellplätze frei sind.

Bei Fahrwegen zu Parkplätzen mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h verwendet man eine einfache Mittelachsengeometrie Tangente-Kurve-Tangente. Übergangbögen kommen nicht zum Einsatz, denn bei diesen Zufahrten mit einer geringen Geschwindigkeit ist die Anhalte-Sichtweite die massgebende Grösse für den horizontalen Radius und nicht die Fahrdynamik wie bei „schnelleren“ Strassen. Der horizontale Radius beträgt dabei 25 m.

Vertikales Layout

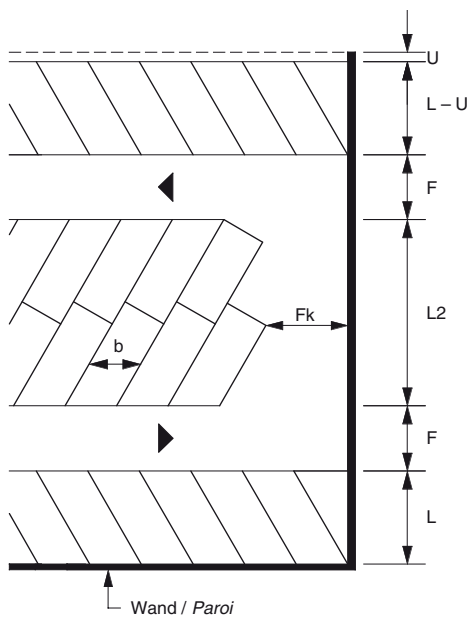
Parkplätze und das Gelände müssen zusammen betrachtet werden. Eine Absenkung des Parkplatzes kann Sichtbeziehungen verbessern und reduziert das Erscheinungsbild der Anlage. Genauso wie Plätze und Wegen (inkl. Rampen) sind die Parkplätze zu entwässern. Trichtergefälle, Dachgefälle oder einseitige Gefälle sind möglich. Allerdings sollte das Gefälle in Längs- und Querrichtung nie grösser als 5 % sein. Bei grösseren Gefällen besteht sonst die Gefahr des Wegrollens und der Fahrzeugbeschädigung durch auffallende Türen.

Bei Projekten in der Praxis immer die aktuelle VSS Norm konsultieren!

12 Geometrie der Schräg- und Senkrechtparkfelder

In Schräg- und Senkrechtparkfelder wird in der Regel vorwärts eingefahren. Die Abmessungen für verschiedene Parkfeldwinkel sind in Abbildung 6 und Tabelle 3 enthalten.

Die notwendigen zusätzlichen Abstände zu Wänden und Stützen sind in Abbildung 7 und Tabelle 7 dargestellt.

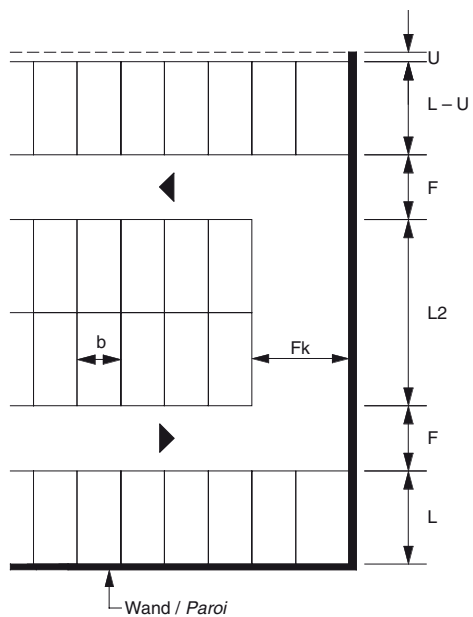


- b Breite eines Parkfeldes
- F Breite der Fahrgasse
- Fk Breite der Fahrgasse in Kehren
- L Länge eines Parkfeldes
- L2 Länge zweier zusammenhängender Parkfelder
- U Breite des Überhangstreifens

12 Géométrie des cases de stationnement obliques ou perpendiculaires

L'entrée dans une case de stationnement oblique ou perpendiculaire se fait normalement en marche avant. Les grandeurs sont illustrées à la figure 6 et leurs dimensions données dans le tableau 3.

Les suppléments nécessaires pour les distances aux parois et piliers sont représentés à la figure 7 et dans le tableau 7.



- b Largeur d'une case de stationnement
- F Largeur de l'allée de circulation
- Fk Largeur de l'allée de circulation en boucle
- L Longueur d'une case de stationnement
- L2 Longueur de cases de stationnement accolées
- U Largeur de la surface de débord

Tab. 5 Geometrie Schräg- und Längsparkfelder (VSS- Norm)

Minimale Abmessungen der Schräg- und Senkrechtparkfelder in Abhängigkeit der Komfortstufen <i>Dimensions minimales des cases de stationnement obliques ou perpendiculaires en fonction des niveaux de confort</i>								
Komfort- stufe	Parkfeld- winkel	Breite eines Parkfeldes		Länge eines Parkfeldes		Breite des Überhang- streifens	Breite der Fahrgasse 1)	Fläche pro Parkfeld 2)
<i>Niveau de confort</i>	<i>Angle de stationnement</i>	<i>Largeur d'une case de stationnement</i>		<i>Longueur d'une case de stationnement</i>		<i>Largeur de la surface de débord</i>	<i>Largeur de l'allée de circulation</i>	<i>Surface par case de stationnement</i>
		Komfort- stufe A b [m]	Komfort- stufe B b [m]	L [m]	L2 [m]	U [m]	F [m]	[m²]
A, B	90°	2,35 2,50 2,65 2,80*	2,50 2,65 2,80	5,00	10,00	0,50	6,50 5,75 4,00 3,00*	19,4 19,7 18,6 18,2*
	75°	2,45 2,60 2,75	2,60 2,75	5,30	9,50	0,50	5,00 4,20 3,00	19,1 19,2 18,7
	60°	2,70 2,90	2,90	5,25	9,05	0,45	3,50 3,00	18,9 19,6
	45°	3,30	3,55	4,90	8,60	0,35	3,00	21,1
	30°	4,70	5,00	4,10	8,30	0,25	3,00	26,3
C	90°	2,60 2,80 3,00		6,20	12,00	0,70	7,80 7,00 5,40	26,3 27,2 26,7
	75°	2,70 2,90 3,10		6,50	11,50	0,70	6,20 5,20 3,30	25,9 26,4 25,3
	60°	3,00 3,25 3,50		6,40	11,00	0,60	4,40 3,50 3,30	25,8 26,5 28,2
	45°	3,70		5,90	10,60	0,50	3,30	27,9
	30°	5,20		5,00	10,25	0,35	3,30	34,6

- 1) Breite der Fahrgasse für Einbahnverkehr, für Gegenverkehr Tabelle 4 beachten
2) Fläche pro Parkfeld
Fläche des Parkfeldes (für Komfortstufe A bzw. C) und Fläche der halben Fahrgasse neben Parkfeld

* Ausnahmefall

- 1) Largeur de l'allée de circulation à sens unique, voir tableau 4 pour une circulation à double sens
2) Surface par case de stationnement
Surface de la case de stationnement (pour niveau de confort A resp. C) plus surface de la moitié de l'allée de circulation en prolongement de la case de stationnement
* Cas exceptionnel

Tab.6 Minimale Abmessungen der Schräg- und Senkrechtparkfelder (VSS-Norm)

Minimale Fahrgassenbreiten für Schräg- und Senkrechtparkierung in Abhängigkeit der Komfortstufen <i>Largeurs minimales des allées de circulation pour le stationnement oblique ou perpendiculaire en fonction des niveaux de confort</i>			
Komfortstufe <i>Niveau de confort</i>	Verkehrsart <i>Type de circulation</i>	Breite der Fahrgasse <i>Largeur de l'allée de circulation</i> F [m]	Breite der Fahrgasse in Kehren <i>Largeur de l'allée de circulation en boucle</i> Fk [m]
A, B	Einbahnverkehr <i>Circulation à sens unique</i>	3,00	3,40
	Gegenverkehr <i>Circulation à double sens</i>	5,00	5,40
C	Einbahnverkehr <i>Circulation à sens unique</i>	3,30	3,70
	Gegenverkehr <i>Circulation à double sens</i>	5,60	6,00

Tab. 4
Minimale Fahrgassenbreiten für Schräg- und Senkrechtparkierung in Abhängigkeit der Komfortstufen

Tab. 4
Largeurs minimales des allées de circulation pour le stationnement oblique ou perpendiculaire en fonction des niveaux de confort

13 Parkfelder für Behinderte

Die Parkfelder für Behinderte sind speziell zu bezeichnen. Ihre Breite beträgt bei Senkrechtparkierung 3,50 m. Drei normale Schrägparkfelder entsprechen zwei Parkfeldern für Behinderte.

13 Cases de stationnement pour handicapés

Les cases de stationnement pour handicapés doivent être désignées spécialement. En cas de stationnement perpendiculaire, leur largeur est de 3,50 m. Trois cases de stationnement obliques normales correspondent à deux cases de stationnement pour handicapés.

14 Parkfelder für Kleinwagen

Um Fläche zu sparen und um Restflächen auszunützen, können spezielle Parkfelder für Kleinwagen angeordnet werden. Die Werte in der Tabelle sind durch das Minimalfahrzeug bestimmt (Länge 2,50 m, Breite 1,52 m, Wendekreisradius 4,35 m). Es können auch Parkfelder mit Abmessungen zwischen jenen aus der Tabelle 5 und 6 und jenen aus den Tabellen 2 und 3 angewendet werden.

14 Cases de stationnement pour petits véhicules

Afin d'économiser de l'espace et d'utiliser les surfaces résiduelles, des cases de stationnement spéciales pour petits véhicules peuvent être prévues. Les valeurs données correspondent à un véhicule minimal (longueur 2,50 m, largeur 1,52 m, rayon de braquage 4,35 m). Des cases de stationnement de dimensions comprises entre celles des tableaux 5 et 6 et celles des tableaux 2 et 3 sont également permises.

Minimale Abmessungen der Längsparkfelder für Kleinwagen in Abhängigkeit der Komfortstufen <i>Dimensions minimales des cases de stationnement longitudinales pour petits véhicules en fonction des niveaux de confort</i>						
Komfortstufe <i>Niveau de confort</i>	Länge eines Parkfeldes <i>Longueur d'une case de stationnement</i>	Länge eines Randparkfeldes <i>Longueur d'une case de stationnement en extrémité</i>		Breite eines Parkfeldes <i>Largeur d'une case de stationnement</i>	Breite des Überhangstreifens <i>Largeur de la surface de débord</i>	Breite der Fahrgasse <i>Largeur de l'allée de circulation</i>
	L [m]	Lr1 [m]	Lr2 [m]	b [m]	U [m]	F [m] ¹⁾
A	3,70	2,80	4,30	1,80	0,20	3,00
B	4,00	2,80	4,60	1,80	0,20	3,00

¹⁾ Minimale Fahrgassenbreite für Personenwagen im Einbahnverkehr (siehe Tabelle 4)

¹⁾ Largeur minimale d'une allée de circulation à sens unique pour les voitures de tourisme (voir tableau 4)

Tab. 7 Minimale Fahrgassenbreiten für Schräg- und Senkrechtparkierung (VSS Norm)

Ausrundungen von Wannen und Kuppen

Bei Fahrwegen zu Parkplätzen (30 km/h), werden normalerweise keine Kuppen und Wannen wie im Strassenbau eingesetzt. Es muss lediglich das Aufsetzen des Fahrzeugs verhindert werden. Bis maximal 6 Prozent ist dies gewährleistet. Grundsätzlich sollte daher kein grösseres Längsgefälle als $\pm 6\%$ eingeplant werden. Um einen optimalen Wasserabfluss sicherzustellen, sollten Fahrwege mit einem einseitigen oder dachförmigen Gefälle von 2.5 - 3.0% ausgebildet werden.

Falls das vertikale Längsgefälle grösser als 6% ist, gelten folgende Werte:

Kuppe: $R_v \text{ min} = 20\text{m}$

Wanne: $R_v \text{ min} = 40\text{m}$

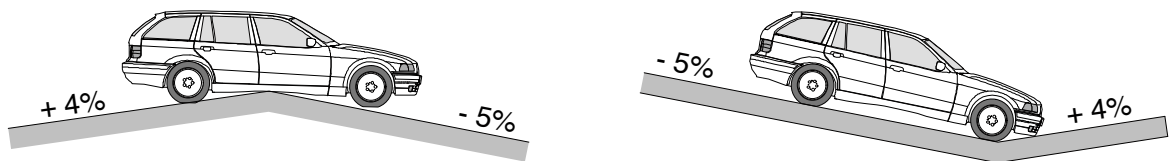


Abb. 35 Effekte von Gefällewechsel

Abschlüsse und Radanschläge

Der Rand zwischen dem Stellplatz und der Bepflanzung bzw. Erschliessungsweg kann unterschiedlich ausgebildet sein. Eine Erhöhung der Randbereiche hat den Vorteil, dass Beschädigungen an Bäumen und eine Verdichtungen des Wurzelbereichs verhindert werden. Die Erhöhung der Bordkante in Form eines Bordsteins sollte 0.08m betragen. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einem Überhangstreifen. Die Breite des Überhangstreifens ist mit 0.70 m festgelegt.

Manchmal trifft man bei Parkplätzen auf Radanschläge. Es handelt sich dabei meist um Betonfertigteile, manchmal farbig, auf dem Belag fixiert, die das Überfahren des Parkfeldrands verhindern sollen. Diese Elemente sind aber nicht empfehlenswert, da sie Stolperkanten und Schmutzfallen darstellen. Ausserdem behindern sie die Schneeräumarbeiten.

Flächenbedarf für Kurven

Fahrbahnbreiten und Kurvenradien

Die Fahrbahnbreiten (je Fahrspur) und die entsprechenden Kurvenradien können anhand der Tabelle (Abb. 30) ermittelt werden.

Bsp. Privatparkplatz für PKW

Ausgehend vom Einfahrtsquerschnitt der Quartiersstrasse (3m pro Fahrspur) und der Fahrbahnbreite der einspurigen Zufahrt (3.30m) wird der Kreisbogenradius (2m) ermittelt.

(Einfahrtsquerschnitt und zugehörige Fahrbahnbreite sind immer auf der gleichen Zeile ablesbar, der zugehörige Kreisbogenradius oberhalb der Fahrbahnbreite in der gleichen Spalte.)

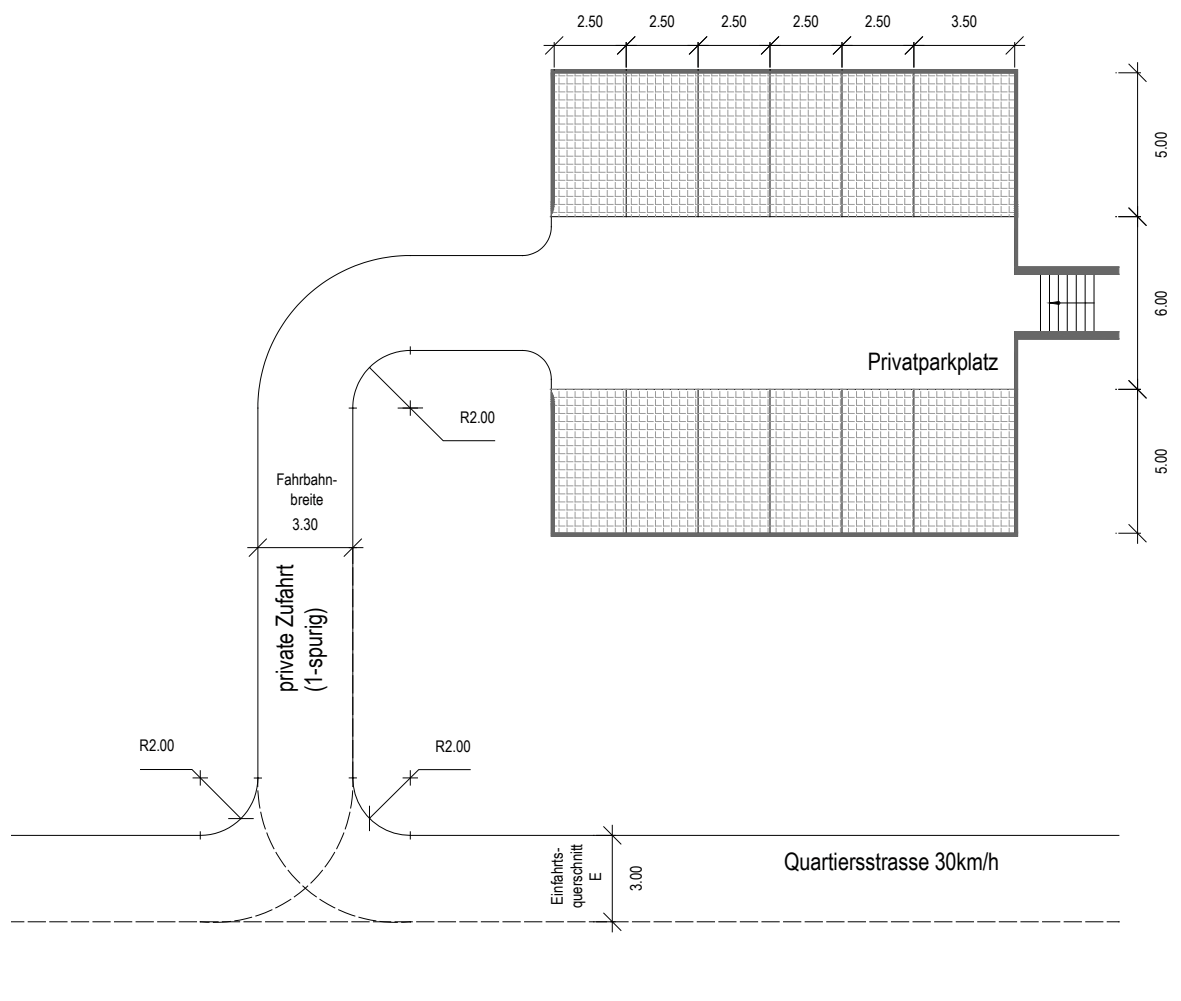
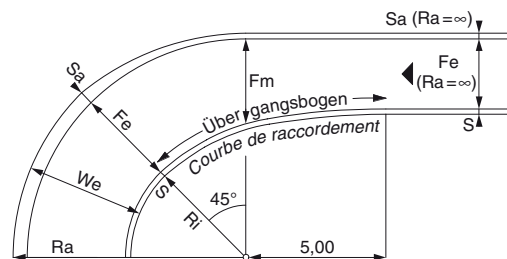


Abb. 36 Fallbeispiel Eckausrundungen Personenwagen

Verfügbare Breite im Einfahrts- querschnitt E [m]	Art der Eckaus- rundung  = Kreis- bogen	Personenkraftwagen Ra = 5.75 m						Lieferwagen Ra = 6.10 m						Müllfahrzeug 2-achsig Ra= 7.80 m					
		Kreisbogenradius R [m] Fahrbahnbreite						Kreisbogenradius R [m] Fahrbahnbreite						Kreisbogenradius R [m] Fahrbahnbreite					
		2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12
2.75		3.50	2.50	2.20	2.00	1.90	1.90	4.80	3.20	2.80	2.60	2.40	2.30	8.80	6.30	4.30	3.50	3.20	3.00
3.00		3.30	2.40	2.20	2.00	1.90	1.90	4.40	3.20	2.80	2.60	2.40	2.30	7.60	5.30	3.90	3.40	3.10	3.00
3.25		3.10	2.30	2.10	2.00	1.90	1.80	4.10	3.10	2.70	2.50	2.40	2.30	6.90	4.70	3.70	3.40	3.10	2.90
3.50		3.00	2.30	2.10	2.00	1.90	1.80	3.90	3.00	2.70	2.50	2.40	2.30	6.30	4.40	3.60	3.30	3.00	2.90
3.75		2.80	2.20	2.00	1.90	1.90	1.80	3.70	2.90	2.60	2.50	2.30	2.30	5.90	4.20	3.50	3.20	3.00	2.90
4.00		2.80	2.20	2.00	1.90	1.90	1.80	3.60	2.90	2.60	2.40	2.30	2.20	5.70	4.20	3.40	3.20	3.00	2.90
4.50		2.60	2.20	2.00	1.90	1.90	1.80	3.40	2.80	2.50	2.40	2.30	2.20	5.00	3.90	3.30	3.10	2.90	2.80
4.75		2.50	2.10	2.00	1.90	1.80	1.80	3.30	2.70	2.50	2.40	2.30	2.20	4.80	3.80	3.30	3.10	2.90	2.80
5.50		2.30	2.00	1.90	1.90	1.80	1.80	3.00	2.60	2.40	2.30	2.30	2.20	4.40	3.60	3.20	3.00	2.80	2.80
6.50		2.20	2.00	1.90	1.80	1.80	1.80	2.80	2.50	2.30	2.30	2.20	2.20	4.00	3.40	3.00	2.90	2.80	2.70

Quelle: Empfehlungen für die Anlage von Erschliessungsstrassen, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, 1995, S.59

Tab.8 Erforderliche Fahrbahnbreiten bei unterschiedlichen Eckausrundungen und Bemessungsfahrzeugen



- Fe Breite der Fahrbahn

Fm Zwischenbreite $Fm = 0,5 \cdot \{Fe + Fe (Ra = \infty)\}$

Ra Aussenradius des Fahrweges

Ri Innenradius des Fahrweges

S Breite des inneren Schrammbords

Sa Breite des äusseren Schrammbords

We Lichte Breite des Fahrweges
- Fe Largeur de la chaussée

Fm Largeur intermédiaire $Fm = 0,5 \cdot \{Fe + Fe (Ra = \infty)\}$

Ra Rayon extérieur de la voie de liaison

Ri Rayon intérieur de la voie de liaison

S Largeur de la bordure intérieure de protection

Sa Largeur de la bordure extérieure de protection

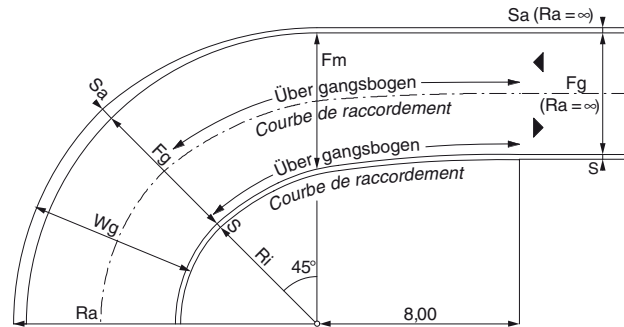
We Largeur libre de la voie de liaison

Abb. 9
Definition der geometrischen Elemente für Fahrwege in Kurven mit Einbahnverkehr

Fig. 9
Définition des éléments géométriques pour des voies de liaison à sens unique en courbe

Minimale Abmessungen [m] der Fahrwege in Kurven mit Einbahnverkehr in Abhängigkeit der Komfortstufen										
Dimensions minimales [m] des voies de liaison à sens unique en courbe en fonction des niveaux de confort										
Komfort- stufe Niveau de confort	Geometrisches Element Elément géométrique	Abkür- zung Abré- viation	Aussenradius des Fahrweges (Ra) Rayon extérieur de la voie de liaison (Ra)							
			∞	20 m	15 m	12 m	10 m	9 m	8 m	7 m
A	Breite des äusseren Schramm- bords Largeur de la bordure extérieure de protection	Sa	0,20	0,20	0,25	0,30	0,40	0,45	0,50	0,55
	Breite der Fahrbahn Largeur de la chaussée	Fe	2,50	2,70	2,80	2,90	3,00	3,05	3,10	3,25
	Lichte Breite des Fahrweges Largeur libre de la voie de liaison	We	2,90	3,10	3,25	3,40	3,60	3,70	3,80	4,00
B	Breite des äusseren Schramm- bords Largeur de la bordure extérieure de protection	Sa	0,20	0,20	0,25	0,30	0,40	0,45	0,50	
	Breite der Fahrbahn Largeur de la chaussée	Fe	2,50	2,75	2,90	3,05	3,15	3,25	3,30	
	Lichte Breite des Fahrweges Largeur libre de la voie de liaison	We	2,90	3,15	3,35	3,55	3,75	3,90	4,00	
C	Breite des äusseren Schramm- bords Largeur de la bordure extérieure de protection	Sa	0,20	0,25	0,35	0,45	0,55	0,60		
	Breite der Fahrbahn Largeur de la chaussée	Fe	2,80	3,20	3,35	3,60	3,70	3,85		
	Lichte Breite des Fahrweges Largeur libre de la voie de liaison	We	3,20	3,65	3,90	4,25	4,45	4,65		

Tab.9 Minimale Abmessungen der Fahrwege in Kurven mit Einbahnverkehr (VSS Norm)



Fg Breite der Fahrbahn
Fm Zwischenbreite $Fm = 0,5 \cdot \{Fg + Fg (Ra = \infty)\}$
Ra Aussenradius des Fahrweges
Ri Innenradius des Fahrweges
S Breite des inneren Schrammbords
Sa Breite des äusseren Schrammbords
Wg Lichte Breite des Fahrweges

Fg Largeur de la chaussée
Fm Largeur intermédiaire $Fm = 0,5 \cdot \{Fg + Fg (Ra = \infty)\}$
Ra Rayon extérieur de la voie de liaison
Ri Rayon intérieur de la voie de liaison
S Largeur de la bordure intérieure de protection
Sa Largeur de la bordure extérieure de protection
Wg Largeur libre de la voie de liaison

Abb. 10
Definition der geometrischen Elemente für Fahrwege
in Kurven mit Gegenverkehr

Fig. 10
Définition des éléments géométriques pour des voies
de liaison à double sens en courbe

Minimale Abmessungen [m] der Fahrwege in Kurven mit Gegenverkehr in Abhängigkeit der Komfortstufen <i>Dimensions minimales [m] des voies de liaison à double sens en courbe en fonction des niveaux de confort</i>							
Komfort- stufe Niveau de confort	Geometrisches Element <i>Élément géométrique</i>	Abkür- zung Abré- viation	Aussenradius des Fahrweges (Ra) <i>Rayon extérieur de la voie de liaison (Ra)</i>				
			∞	20 m	15 m	12 m	10 m
A	Breite des äusseren Schrammbords <i>Largeur de la bordure extérieure de protection</i>	Sa	0,20	0,20	0,25	0,30	0,40
	Breite der Fahrbahn <i>Largeur de la chaussée</i>	Fg	4,80	5,30	5,60	5,90	6,30
	Lichte Breite des Fahrweges <i>Largeur libre de la voie de liaison</i>	Wg	5,20	5,70	6,06	6,40	6,90
B	Breite des äusseren Schrammbords <i>Largeur de la bordure extérieure de protection</i>	Sa	0,20	0,20	0,25	0,30	0,40
	Breite der Fahrbahn <i>Largeur de la chaussée</i>	Fg	4,80	5,35	5,70	6,05	6,50
	Lichte Breite des Fahrweges <i>Largeur libre de la voie de liaison</i>	Wg	5,20	5,75	6,15	6,55	7,10
C	Breite des äusseren Schrammbords <i>Largeur de la bordure extérieure de protection</i>	Sa	0,20	0,25	0,35	0,45	
	Breite der Fahrbahn <i>Largeur de la chaussée</i>	Fg	5,40	6,35	6,95	7,65	
	Lichte Breite des Fahrweges <i>Largeur libre de la voie de liaison</i>	Wg	5,80	6,80	7,50	8,30	

Tab.10 Minimale Abmessungen der Fahrwege in Kurven mit Gegenverkehr (VSS Norm)

Wendeschleife symmetrisch

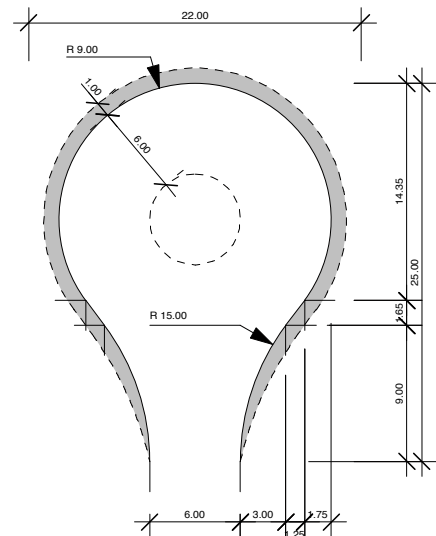


Abb. 38 Wendeschleife symmetrisch für 8m-Lw

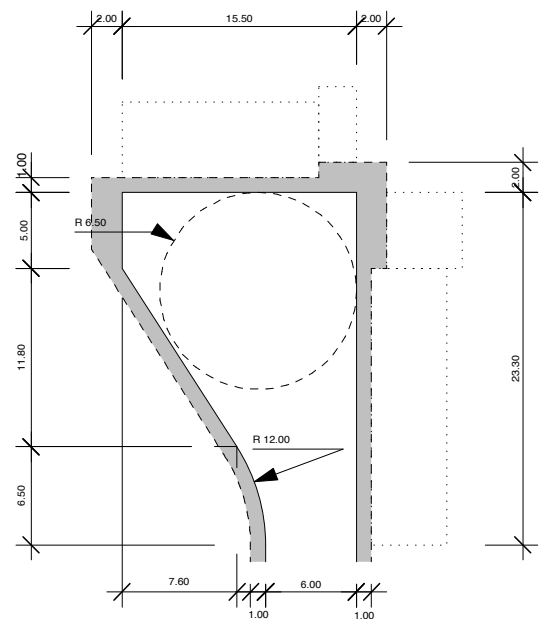


Abb. 340 Wendehammer links für 8m-Lw

Wendehammer symmetrisch

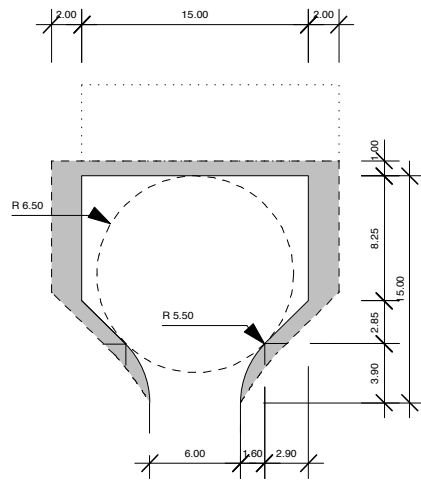


Abb. 41 Wendehammer symmetrisch für 10m-Lw

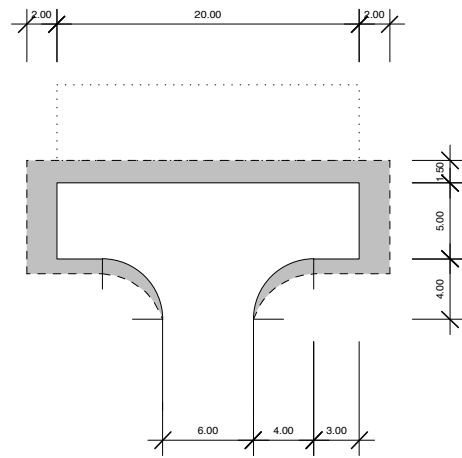


Abb. 42 Wendehammer symmetrisch für 8m-Lw

Wendeschleife Parkplatz

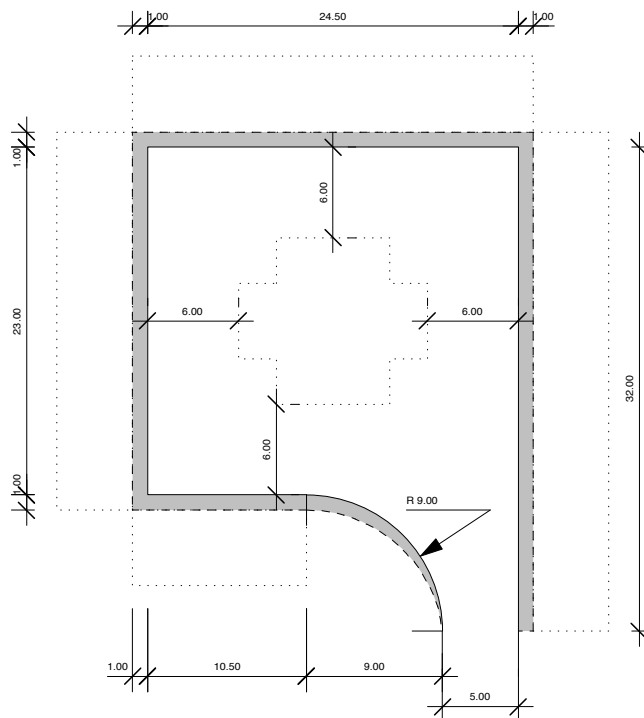


Abb. 43 Schleife in einem Parkplatz für 8 & 10m-Lw

Minikreisel

Anwendungsgrundsätze

- hauptsächlich bei siedlungsorientierten Strassen
- insbesondere zur Verkehrsberuhigung
- Geschwindigkeiten 20-30 km/h

Konstruktive Entwurfsrichtlinien für Minikreisel: Vorschriften der Schweizer Normenvereinigung

- SNV 640 263 Knoten mit Kreisverkehr

Aussendurchmesser

- Minikreisel mit überfahrbarer Mittelinsel: 14-20m
- Minikreisel mit teilweise überfahrbarer Mittelinsel: 18-24m

Kreiselmittelpunkt und Anordnung der Kreiselarme

- Der Kreiselmittelpunkt soll sich möglichst nah am Schnittpunkt sämtlicher Achsen der Kreiselarme befinden
- Anordnung der Kreiselarme muss die Möglichkeit von Durchfahrten ohne Ablenkung verhindern
- Einfahrtswinkel muss so gewählt werden, dass ein tangentiales Einfahren auf die Kreiselfahrbahn verhindert wird
- Minimaler Winkel zwischen zwei Knotenarmen = min. 30 Grad
- Einfahrt einstreifig 3-4m, zweistreifig 5m
- Ausfahrt einstreifig 4-5m

Breite der Kreiselfahrbahn

- Einfahrt einstreifig 3-4m, zweistreifig 5m
- Ausfahrt einstreifig 4-5m

Literatur

- Bundesverband der deutschen Ziegelindustrie. Ziegel Bauberatung. Bonn: 1990.
 - Dittmann & Dittmann. Parkplätze, Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr.11. Hrsg. Oberste Baubehörde, Bayerisches Staatsministerium des Inneren, München, 1990.
 - Dt. Institut für Normung. Bauleistungen 12 VOB/StLB/STLK. Berlin: Beuth Verlag, 1980.
 - Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen. Empfehlung für die Anlage von Erschliessungsstrassen. Köln: 1985, 1995.
 - Lehr, Richard. Taschenbuch für den Garten- und Landschaftsbau. Berlin: P. Parey, 1981.
 - Niesel, A. Bauen mit Grün. Berlin: P. Parey, 1990
 - Normalien für den Bau von Entwässerungsanlagen und Strassen. Tiefbauamt der Stadt Zürich
 - Prinz, Dieter. Städtebau. Stuttgart: Kohlhammer, 1980
 - Schmid, P. Technik im Grünflächenbau. Rapperswil: Vorlesungsscript ITR, 1990.
 - Wimmer, C.A. Pflastermosaik in Berlin (W). Diplomarbeit TU Berlin, 1982.
 - Felkel, Lothar. Monokornmörtel-Schnell und sicher bauen. Naturstein 10/2006 S.24-26
 - Lanicca, Erich. Feuchtigkeitsprobleme bei Pflaster und Plattenbelägen unter überdachten Flächen. NEUE LANDSCHAFT 9/10
 - Farbiger Asphalt als Gestaltungsmittel. Garten + Landschaft 1/2010 S.55
 - Landphair, Harlow C. Klatt Jr. Fred. Landscape Architecture Construction. Departement of Landscape Architecture Texas A&M University. 1979
- Literatur zum Thema durchlässige Pflastersysteme:
- Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V., Dr. S. Borgwardt. Versickerungsfähige Pflastersysteme aus Beton. Bonn: 1997.
 - Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V., Dr. S. Borgwardt. Geeigneter Oberbau für wasserdurchlässiges Pflaster. Bonn: 1995. Sonderdruck aus BETONWERK + FERTIGTEIL - TECHNIK BFT, Heft 3/95, Bauverlag GmbH.
 - Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V., Dr. S. Borgwardt. Leistungsfähigkeit und Einsatzmöglichkeit versickerungsfähiger Pflastersysteme. Bonn: 1997. Sonderdruck aus BETONWERK + FERTIGTEIL - TECHNIK BFT, Heft 3/97, Bauverlag GmbH.
 - CREABETON. Technische Wegleitung für wasserdurchlässige Pflastersysteme. Rickenbach: 1995.
 - SIA 318