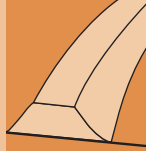


Lernfeld 8: Herstellen eines Erddammes



Bei unserem Projekt muss ein Erddamm hergestellt werden. Dieser soll das Gewerbegebiet an den neu zu bauenden Kreisverkehr anbinden. Anhand des Lageplans ist ersichtlich, dass der Damm einen Höhenunterschied ausgleichen soll. Daher spricht man hier auch von einer Rampe.

Die erforderlichen Arbeiten zählen zum Erdbau. Dieser Baubereich umfasst alle Baumaßnahmen, bei denen Erdmassen in ihrer Lage, ihrer Form und ihrer Beschaffenheit verändert werden.

Wenn ein Straßenkörper, also alle Schichten des Unterbaus und Oberbaus, in die Erdoberfläche eingelassen werden soll, muss vorher das dort anliegende Erdreich ausgehoben werden, man spricht wegen der Form des Aushubs auch von „Auskoffern“. Das ist überall dort nötig, wo die Gradienten der Straße gleich oder tiefer liegen soll als die Geländehöhe.

Eine Art von Erdarbeiten, die Oberbodenarbeiten, fallen im Straßen- und Tiefbau immer an, weil vor Beginn der Arbeiten in jedem Fall der Oberboden abgetragen werden muss.

Von der Qualität der Erdarbeiten hängt die Standfestigkeit des Dammes und somit der Straße ab.

Im Erdbau sind in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte erreicht worden. Dieser Zweig der Bauwirtschaft hat sich von einem ungeliebten Arbeitsgebiet zu einem hoch technisierten Bereich entwickelt, bei dem Computer-, Laser- und Satellitensteuerung eine wachsende Rolle spielen.

Lernfeld 8 befasst sich mit der Erstellung dieses Erddammes. Dazu gehört die vorherige Untersuchung des Baugrundes mithilfe geeigneter Verfahren, die die Bodenarten beschreiben und eventuell mit Bodenbehandlungen verbessern. Mit welchen Verfahren und Baumaschinen die Bodenarbeiten wie Lösen, Laden, Transportieren, Einbauen sowie Verdichten durchgeführt werden und welche Verdichtungsprüfungen darauf folgen müssen, wird ebenfalls dargestellt. Abschließend behandelt das Lernfeld die Möglichkeiten der Böschungssicherung, Landschaftsbauarbeiten und die Erstellung von Lärmschutzwällen.



In beiden Fällen müssen die Eigenschaften des Bodens untersucht werden, damit er die gewünschte Funktion erfüllen kann (vgl. Abschnitte 8.2 und 8.4).

8.1.2 Grundbegriffe des Erddammes

Die **Dammkrone** ist die Oberseite des Erddammes und verläuft zwischen den Böschungen. Auf der Dammkrone wird in der Regel der Verkehrsweg (Oberbau) oder das Bauwerk errichtet. Die linken und rechten Zonen von Aufschüttungen entlang der Böschungen werden als **Dammschulter** bezeichnet.

Der beidseitige Abhang (**Böschung**) wird in einem festgelegten **Böschungswinkel** hergestellt. Dieser ist abhängig von der jeweiligen Bodenart.

Die Böschungen enden im **Dammfuß**. Dieser verbindet das Erdbauwerk mit dem Gelände und wird in der Regel ausgerundet angeschlossen.

Die Unterseite des Erddammes ist die **Dammsohle**. Sie dient als Auflagerfläche und liegt somit auf dem **Damm-lager**, welches die Eigenlasten und Nutzlasten, z.B. durch den Straßenverkehr, in den Untergrund leitet.

Bei ansteigenden Höhen wird der Erddamm auch als **Rampe** bezeichnet.

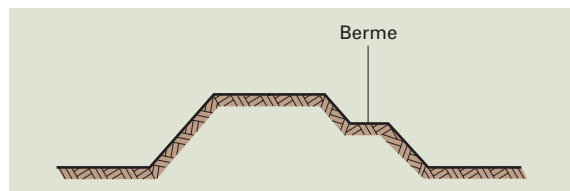
Eine **Berme** ist ein horizontales Stück oder ein Absatz in der Böschung eines Damms, eines Walls, einer Baugrube oder an einem Hang. Sie unterteilt die Böschung in zwei oder mehrere Abschnitte. Eine Berme soll den Erddruck auf den Fuß der Böschung vermindern und somit das Abrutschen verhindern.



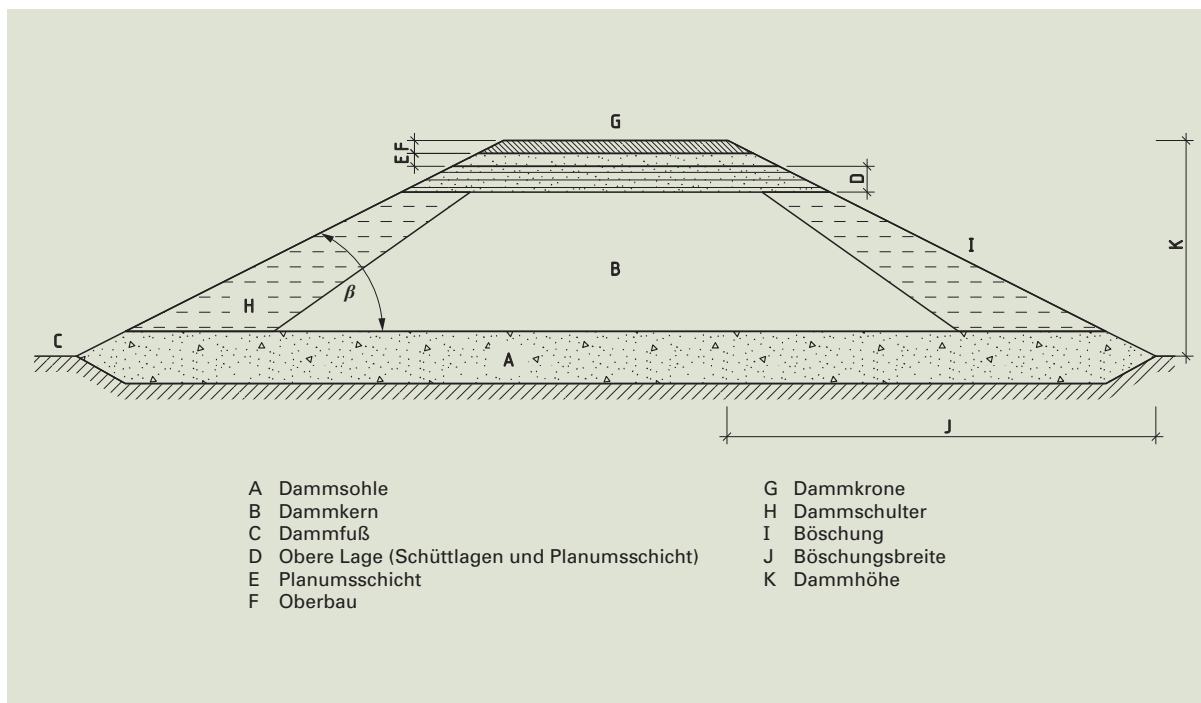
Graben



Böschung mit Berme



Dammböschung mit Berme



Begriffe am Damm



Bereich	Bodengruppen	D_{pr} in %
Planum bis 1,0 m Tiefe bei Dämmen und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	100
1,0 m unter Planum bis Dammsohle	GW, GI, GE SW, SI, SE GU, GT, SU, ST	98
Planum bis Dammsohle und 0,5 m Tiefe bei Einschnitten	GU*, GT*, SU*, ST* U, T, OU ¹⁾ , OT ¹⁾	96

¹⁾ Anforderungen gelten nur, wenn Eignung und Einbaubedingungen gesondert untersucht und im Einvernehmen mit Auftraggeber festgelegt.

Anforderungen an den Verdichtungsgrad D_{pr} , nach ZTVE

Plattendruckversuch

Beim **statischen Plattendruckversuch** wird das verdichtete Material über eine Lastplatte belastet und die jeweiligen Setzungen werden gemessen.

Es wird eine kreisförmige Lastplatte mithilfe einer Druckvorrichtung unter eine Gegenlast, zum Beispiel unter einen beladenen Lkw, gestellt. Bei der Messung wird stufenweise sowohl der erreichte Druck σ in MPa ($\cong \text{MN/m}^2$) als auch die dazugehörige Setzung s in mm gemessen und in einem Diagramm dargestellt. Nach zweimaliger Be- und Entlastung kann das Ergebnis sofort ausgegeben werden.

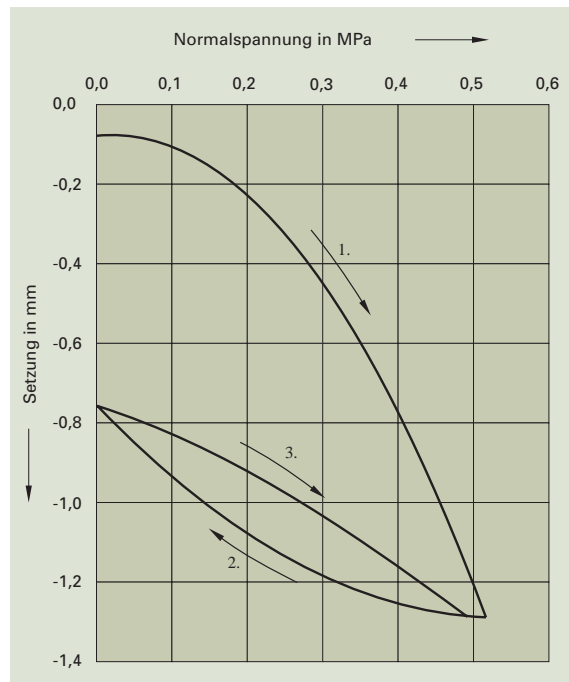
Mit dem Plattendruckversuch kann eine größere Schichtdicke geprüft werden als mit dem Proctorversuch und er kann auch bei steinig Böden Anwendung finden. Die Messwerte (Verformungsmodule E_{v1} bzw. E_{v2} in MPa) sind unmittelbar verfügbar und können für kurzfristige Entscheidungen auf der Baustelle genutzt werden.

Nachteilig ist, dass der Grund für eine eventuelle mangelhafte Verdichtung nicht ermittelt werden kann, da keine Aussage über den Wassergehalt erfolgt.

Bei **dynamischen Prüfverfahren** wird durch Fallgewichte die schwellende Belastung durch Überfahren mit Schwertransporten besser simuliert. Dabei wird der Boden während des Versuchs mehrmals mit einer definierten Kraft stoßweise belastet. Die Messwerte (dynamische Verformungsmodule E_{vd}) liegen sofort vor und können über pauschale Vergleichswerte oder Vergleiche mit den Ergebnissen statischer Plattendruckversuche in die entsprechenden E_{v2} -Werte umgerechnet werden. Diese Methode lässt sich sehr rasch durchführen, aber auch dabei ist keine Aussage über die Ursachen ungenügender Verdichtung des Bodens möglich.

Neben diesen Methoden zur Verdichtungsprüfung sind noch weitere Methoden im Einsatz.

Radiometrische Verfahren verwenden radioaktive Strahlen zur Messung. Aus der Durchstrahlung oder Rückstreuung lassen sich Schlüsse auf die Dichte, den Wassergehalt und den Verdichtungsgrad ziehen.



Drucksetzungslinien aus dem Plattendruckversuch



Plattendruckgerät

Bei unserem Projekt muss unter anderem eine Straße neu angelegt werden. Aufgrund der Lage des bestehenden Geländes und aus planungstechnischen Gründen soll die Straße tiefer liegen. Daher muss ein Einschnitt hergestellt werden (siehe Abbildung).



- 22. Zählen Sie zwei weitere Erdbauwerke auf und skizzieren Sie diese.
- 23. Zeichnen Sie das Querprofil des dargestellten Einschnitts im Maßstab 1:100.
(Bezugshöhe = 205,00 m ü. NHN)

Einschnittshöhen	214,05	210,40		210,20	213,00
Geländehöhen	214,05	213,60	214,00		213,00
Breiten	-9,00	-4,00	0,00	4,40	8,30

- 24. Berechnen Sie die Querschnittsfläche des Einschnitts.

- 25. Berechnen Sie die Masse (in t) des abgetragenen Erdvolumens ($V = 19\,113,6\text{ m}^3$) bei einer Auflockerung von 15% und einer Schüttdichte von $2,1\text{ t/m}^3$.
- 26. Bestimmen Sie die Anzahl der Lkw (Ladevermögen: 18 t/Lkw), die benötigt werden, um den Erd-aushub zu transportieren.
- 27. Erklären Sie, was man im Straßenbau unter einer „Regelböschung“ versteht.
- 28. Beschreiben Sie anhand der Skizze, in welcher Reihenfolge die Einschnittsböschung zu verdichten ist.



- 29. Welches Verdichtungsgerät würden Sie für die Verdichtung der Böschung wählen (mit Begründung)?



10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

10.2.6 Materialberechnung

Der Baustoffbedarf kann bei quadratischen und rechteckigen Steinen einfach aus der Division der Gesamtfläche durch die Fläche eines Steines einschließlich Fuge berechnet werden.

Beispiel:

Berechnen Sie für eine Hofeinfahrt ($l = 6,00$ m und $b = 4,00$ m)

- a) die Fläche in m^2 , den Steinbedarf für einen Reihenverband aus Betonsteinen $20 \times 10 \times 8$ cm mit Fugenbreite 3 mm sowie
- b) die Transportmasse in t bei einer flächenbezogenen Masse von 180 kg/m^2 . Die Randeinfassung soll hier vernachlässigt werden.

Vereinfachte Lösung:

- a) $A = l \cdot b = 24 \text{ m}^2$
 Anzahl Steine = $A : (\text{Steinfläche} + \text{Fuge})$
 $= 24 \text{ m}^2 : ((0,2 \text{ m} + 0,003 \text{ m}) \cdot (0,1 \text{ m} + 0,003 \text{ m}))$
 $= 1147,8 \text{ Steine} \rightarrow 1148 \text{ Steine}$
- b) $m = 24 \text{ m}^2 \cdot 180 \text{ kg/m}^2 = 4320 \text{ kg} = 4,32 \text{ t}$

Bei Verbundsteinen ist die Berechnung so aber meist nicht möglich.

Vom Baustofflieferanten wird in der Regel der Steinbedarf je m^2 angegeben und für Systemverbände wird ein „Steckbrief“ über Stück/ m^2 und Stück/m sowie die Masse pro Stück oder pro m^2 mitgeliefert.

Für den Straßenbauer besteht die Aufgabe darin, nach Zeichnung oder nach Absteckung die zu pflasternde Fläche in m^2 zu berechnen und dann aus dem Steckbrief die benötigten Steine nach Art, Menge und Masse zu ermitteln.

Der abgebildete Steckbrief ist ein Beispiel für eine solche Werksangabe.

Beispiel:

Berechnen Sie für eine Hofeinfahrt ($l = 6,00$ m und $b = 4,00$ m)

- a) den Steinbedarf für ein Sechseckstein-Verbundpflaster mit $h = 8$ cm (siehe Steckbrief Sechseckstein, Fugenbreite 3 mm) sowie
- b) die Transportmasse in t.

Lösung:

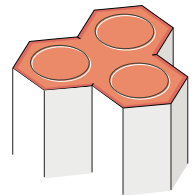
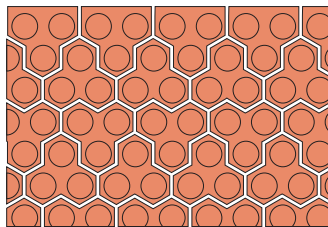
- a) $A = (6 \text{ m} - 2 \cdot 0,107 \text{ m} - 2 \cdot 0,003 \text{ m}) \cdot (4 \text{ m} - 2 \cdot 0,123 \text{ m} - 2 \cdot 0,003 \text{ m}) = 21,66 \text{ m}^2$
 Anzahl Normalsteine = $21,66 \text{ m}^2 \cdot 32,5 \text{ Steine/m}^2 = 703,95 \text{ Steine} = 704 \text{ Steine}$
 Anzahl Randsteine = $2 \cdot 4 \text{ m} \cdot 5,5 \text{ Steine/m} = 44 \text{ Steine}$
 Anzahl Schlusssteine = $2 \cdot 6 \text{ m} \cdot 3 \text{ Steine/m} = 36 \text{ Steine}$
- b) Gesamtfläche = $6 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$
 $m = 24 \text{ m}^2 \cdot 180 \text{ kg/m}^2 = 4320 \text{ kg} = 4,32 \text{ t}$

Größe	Breite mm	Länge mm	Höhe mm
1	160	160	140
2	160	240	140
3	160	160	120
4	160	240	120
5	100	200	100
6	100	100	80

Abmessungen einiger Betonpflastersteine



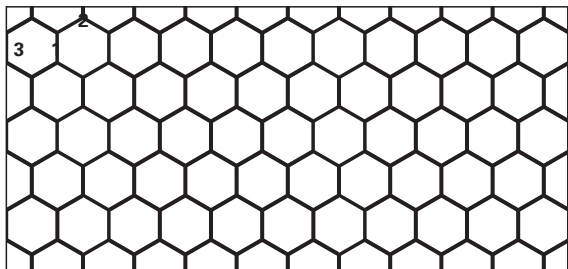
Doppel-T-Verbundpflaster



Verlegemuster eines Verbundpflasters

Pos.	Maße			Bedarf		Masse	
	Länge cm	Breite cm	Höhe cm	Stück/ m^2	Stück/m	kg/Stück	kg/ m^2
1	24,7	21,4	8	32,5	5	5,5	180
2	24,7	10,7	8	27,5	5,5	7	180
3	21,4	12,3	8	24	3	7	180
1 Normalstein; 2 Randstein; 3 Schlussstein							

Steckbrief für Sechseckstein



Verlegemuster Sechseckstein

10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

10.8.2 Einbau von Rinnenpflaster und -platten

Rinnen können aus Betonsteinen oder Platten in verschiedenen Ausführungen hergestellt werden.

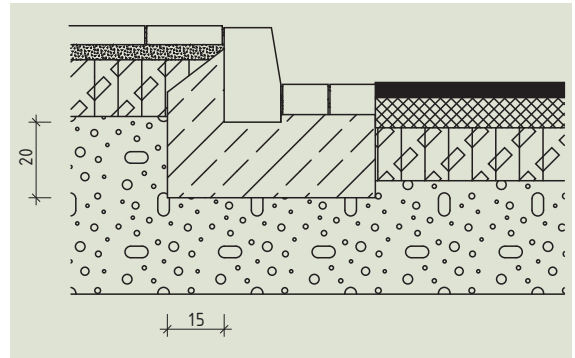
Die Rinnen werden in der Regel im Zusammenhang mit dem Einbau der Borde hergestellt, weil sie oft auf derselben Betonbettung verlegt werden und sich in ihrer Längsneigung auch an der Bordhöhe orientieren.

Die Längsneigung der Rinne soll mindestens 0,5% betragen. Sie wird oft auch im Verhältnis 1:n angegeben oder in mm/m. Bei solch geringer Neigung kommt es sehr auf genaues Arbeiten an, denn schon Ungenauigkeiten von wenigen Millimetern können zur Pfützenbildung führen. Um Längs- und Querneigung der Rinne zu sichern, sind vor dem Pflastern oder Plattenlegen am Bord z.B. ein Schnurschlag mit Kreide und ein Schnurzug am Fahrbahnanschluss günstig. Die Neigungen sind vor dem Erhärten des Betons zu kontrollieren. Neigung und Ebenheit der Fläche werden mit dem Richtscheit überprüft. Dabei soll die Abweichung von der Ebenheit der Betonpflasterrinne höchstens 1 cm pro 4 m betragen, bei Natursteinpflaster sind 2 cm pro 4 m gestattet (vgl. Lernfeld 12).

10.8.3 Einbau von Kasten- und Schlitzrinnen

Wenn Rinnen überfahren werden können, sollen sie in Beton verlegt werden. Sonst können sie auch auf ein verdichtetes Kiesbett gesetzt und durch die Tragschicht der Pflaster- oder Plattendecke seitlich gestützt werden. Die Fuge zwischen Rinne und befestigter Fläche ist elastisch abzudichten.

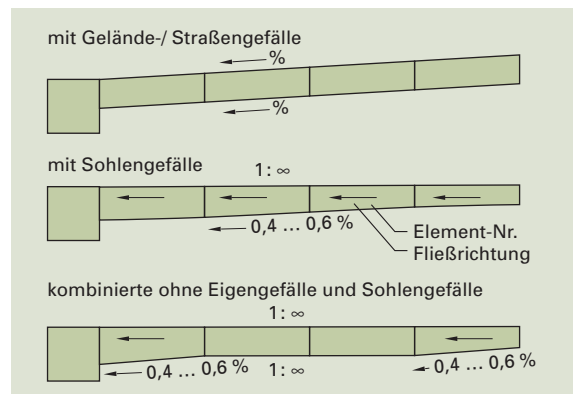
Entwässerungsrinnen sammeln und leiten das Oberflächenwasser zum nächsten Ablauf. Es gibt verschiedene Rinnenarten, wie z.B. Bordrinnen, Pendelrinnen, Muldenrinnen, Spitzrinnen und Kastenrinnen. Sie unterscheiden sich in ihren Aufgaben und der Wasserführung. Rinnen werden am tiefer liegenden Rand der Fahrbahnen oder Verkehrsflächen angelegt.



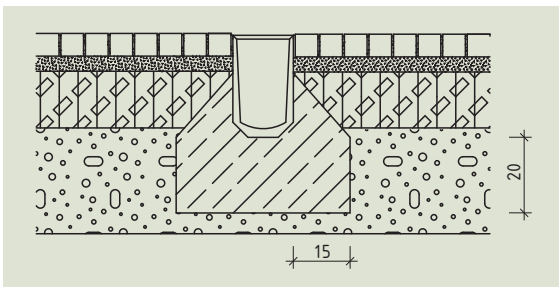
Gemeinsame Bettung von Bord- und Rinnensteinen



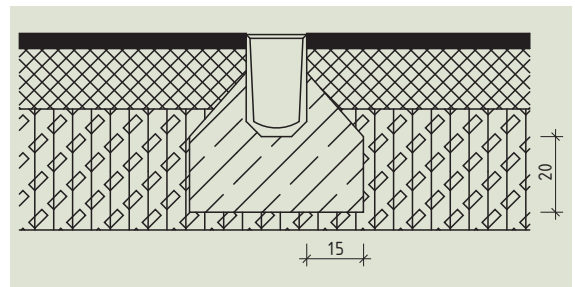
Bord- und Rinnensteine in Betonbettung



Unterschiedliche Gefällegestaltung bei Kastenrinnen



Bettung einer Kastenrinne (Pflasterdecke auf Schottertragschicht)



Bettung einer Kastenrinne (Asphaltdecke auf Asphalttragschicht)



- Die Luftporen wirken wie Kugellager und erleichtern damit das Gleiten der festen Betonbestandteile aufeinander. Der Beton ist dadurch leichter zu verarbeiten.
- Die Luftporen erhöhen das Schwindmaß und damit auch die Gefahr der Rissbildung.
- Die Druckfestigkeit wird durch hohen Luftporengehalt etwas beeinträchtigt.

Die Luftporen werden in der Regel durch Zugabe eines Luftporenbildners (LP) beim Mischen des Betons erzeugt. In neuester Zeit werden anstelle von Luftporenbildnern auch sogenannte Mikrohohlkugeln (MHK) eingesetzt. Dies sind kleine, in sich geschlossene Luftbläschen mit elastischer Kunststoffhülle, die einen Durchmesser von 0,02...0,08 mm haben können. Sie werden genau dosiert in den Beton eingemischt.

Die für Fahrbahndecken aus Beton erforderliche Menge an Luftporen ist vorgeschrieben (siehe Tabelle Seite 273).

13.6.5 Fließmittel (FM)

Fließmittel (FM) ist ein besonders wirksamer Betonverflüssiger (BV). Es wirkt als Gleitmittel und verringert damit die innere Reibung des Betongemenges. Durch das Fließmittel wird der w/z-Wert bei gleichbleibender Konsistenz vermindert. Dies führt zu einer verbesserten Betonqualität durch

- erhöhte Festigkeit,
- größere Dauerhaftigkeit,
- verringertes Schwinden und Kriechen.

Beim Einsatz von Fließmittel darf der Mehlkornanteil 500 kg pro m³ verdichtetem Frischbeton nicht übersteigen.

Im Straßenbau bietet sich der Einsatz von Beton mit Fließmittel (FM) bei Reparaturen oder kleinen Flächen an, da er mit Schalung und ohne Fertiger eingebaut werden kann. Im Straßenbau wird zwischen zwei Arten von Beton mit Fließmittel unterschieden:

FrühhoCHFester Straßenbeton

(Einbaukonsistenz plastisch, Ausbreitmaßklasse F2)

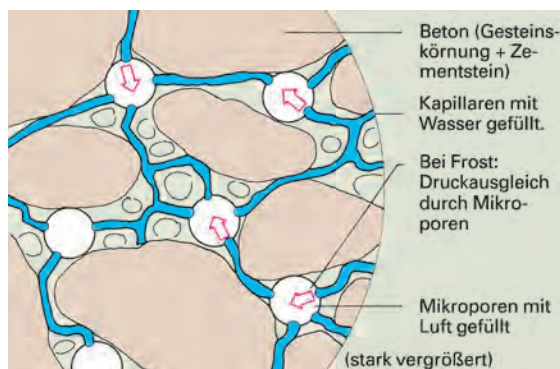
erreicht durch die Verwendung hochwertigen Zements mit der Festigkeitsklasse CEM I 42,5 R hohe Anfangsfestigkeiten und kann bereits nach einem Tag befahren werden. Er wird daher bei Verkehrsflächen mit hoher Beanspruchung eingesetzt, die nur kurzfristig gesperrt werden können (z. B. Kreuzungen, Autobahnen).

„Weicher“ Straßenbeton

(Einbaukonsistenz weich, Ausbreitmaßklasse F3)

findet dort Anwendung, wo Deckenfertiger nicht oder nicht wirtschaftlich eingesetzt werden können, z. B. bei Einzelfeldern und Feldern mit ungünstigen Abmessungen.

Mit Fließmittel (FM) kann ein weicher Beton mit geringem Wassergehalt hergestellt werden. Im Straßenbau wird er gern eingesetzt, weil er leicht verarbeitbar und ohne Fertiger einbaubar ist.



Wirkung von Luftporen im Beton

Beton ohne BV oder BM		Beton mit BV oder BM	
Einzelwert	≥ 3,5 Vol.-%	Einzelwert	≥ 4,5 Vol.-%
Tagesmittelwert	≥ 4,0 Vol.-%	Tagesmittelwert	≥ 5,0 Vol.-%

Mindestluftgehalt des Frischbetons

Luftporen sind kleine, kugelige, in sich abgeschlossene Luftbläschen. Sie gewährleisten die Frost- und Taumittelbeständigkeit des Betons.

Be-lastungs-klasse		Exposi-tions-klasse	Feuchtig-keits-klasse	Druck-festig-keits-klasse	Mindestens erf. Korngruppen nach TL Gestein-StB (mm)
Bk100 ... Bk3,2	Oberbeton	XF4,	WS	C30/37	0/2, 2/8, > 8 0/4, 4/8, > 8 0/2 oder 0/4, ≤ 8 ²⁾
		XM2 ¹⁾			
Unterbeton	XF4	WS			
Bk1,8 ... Bk0,3	Oberbeton	XF4,	WA		0/4, > 4
		XM1 ¹⁾			
Unterbeton	XF4	WA			

¹⁾ Bei Verwendung für Waschbeton entfällt die Obergrenze des Zementgehaltes.

²⁾ für Größtkorn 8 mm

Anforderungen an den Fahrbahnbeton



Herstellung einer Kreisverkehrsfläche im Handeinbau