

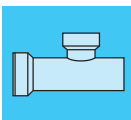
### Lernfeld 7 – Bauen einer Erschließungsstraße

Wir werden das Entwerfen einer Straßen-trasse nachvollziehen. Wir lernen, aus Lageplänen, Höhenplänen und Straßenquerschnitten die für unsere Arbeit notwendigen Informationen zu entnehmen. Wir lernen Untergrund, Unterbau und Oberbau sowie die verschiedenen Belastungsklassen zu unterscheiden. Wir erlernen das Einrichten und Absichern einer Straßenbaustelle und das Abstecken der Straßenachse und der Querprofile. Wir werden Zeichnungen anfertigen und Baustoffmengen berechnen sowie den Ablauf des Bauvorhabens planen.



### Lernfeld 8 – Herstellen eines Erddammes

Wir wählen die Methode zur Baugrunduntersuchung aus und planen die Erstellung des Erddammes einschließlich der notwendigen Maschinen. Dazu berücksichtigen wir die Bodeneigenschaften bei der Böschungsgestaltung und Verdichtung. Wir lernen, Querprofile zu zeichnen und die Mengen zu berechnen.



### Lernfeld 9 – Einbauen einer Rohrleitung

Wir lernen den Einbau einer Rohrleitung zu planen unter Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschriften für Arbeiten am Graben. Wir werden Entwässerungsröhre und die notwendigen Schächte auswählen. Wir lernen, die Geräte zum Verfüllen und Verdichten auszuwählen, die erforderlichen Materialberechnungen und Zeichnungen anzufertigen



### Lernfeld 10 – Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

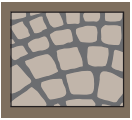
Wir lernen das Planen der Pflasterung mit künstlichen Steinen. Wir treffen die Steinauswahl und entscheiden uns für die Verbände und Verlegetechnik. Wir lernen Randbefestigungen und Rinnengestaltung auszuwählen und werden den Materialbedarf berechnen und die notwendigen Zeichnungen erstellen.



### Lernfeld 11 – Bauen einer Asphaltstraße

Wir lernen die verschiedenen Asphaltbauweisen zu unterscheiden und wählen die Materialien und Einbauverfahren für den Straßenoberbau aus. Wir planen die Randausbildung und die Straßenentwässerung und kennen die Anforderungen an Leistung und Qualität.





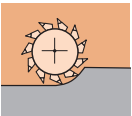
### Lernfeld 12 – Pflastern einer Fläche mit Naturstein

Wir lernen, die verschiedenen Natursteine zu unterscheiden. Wir entwerfen eine Flächengestaltung, fertigen die Zeichnungen dazu an, berechnen den Materialbedarf für die Bettung und das Pflaster. Wir planen den Arbeitsablauf für die Herstellung des gesamten Oberbaus sowie für die Rinnen und Straßenabläufe.



### Lernfeld 13 – Einbauen einer Fahrbahndecke aus Beton

Wir lernen, den Einsatz von Beton für die Fahrbahndecke zu planen. Wir wählen und berechnen die Materialien und lernen die Einbauverfahren kennen. Wir zeichnen den Fugenaufbau und die Anordnung der Fugen. Wir lernen die Prüfverfahren für die Qualität der Betondecken kennen.



### Lernfeld 14 – Instandsetzen einer Straße

Wir lernen die verschiedenen Straßenschäden und ihre Ursache zu unterscheiden. Wir wählen die entsprechenden Sanierungsmaßnahmen aus und planen die Baumaßnahme. Wir berechnen den Materialbedarf und vergleichen die Kosten mit denen eines Straßenneubaus.

In jedem Lernfeld werden Inhalte vermittelt, die für das Projekt, aber auch für andere ähnliche Arbeitsaufgaben von Bedeutung sind. Dies soll

- den **Praxisbezug**,
- die **Anschaulichkeit**,
- das **Interesse** am Lernen herstellen und fördern.

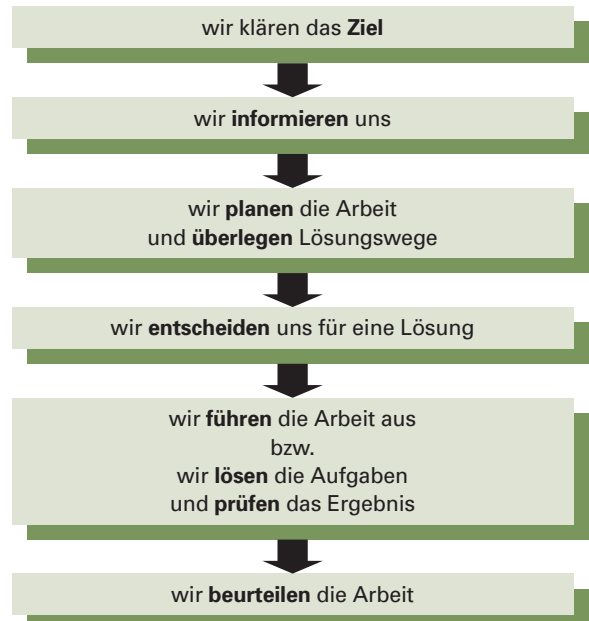
Die **Aufgaben** am Ende eines jeden Lernfeldes können bei entsprechender Mitarbeit im Unterricht selbstständig oder in Gruppen gelöst werden.

## Wie werden projektbezogene Aufgaben bearbeitet?

Zu jedem Kapitel sind auch projektbezogene Aufgaben gestellt. Diese sollen und können die **berufliche Handlungsfähigkeit** fördern.

Für projektbezogenes Lernen eignet sich besonders **Partner-** oder **Gruppenarbeit**. Bei Partner- und Gruppenarbeiten können sich die Lernenden gegenseitig helfen, sie können miteinander diskutieren, und sie können füreinander Verantwortung übernehmen.

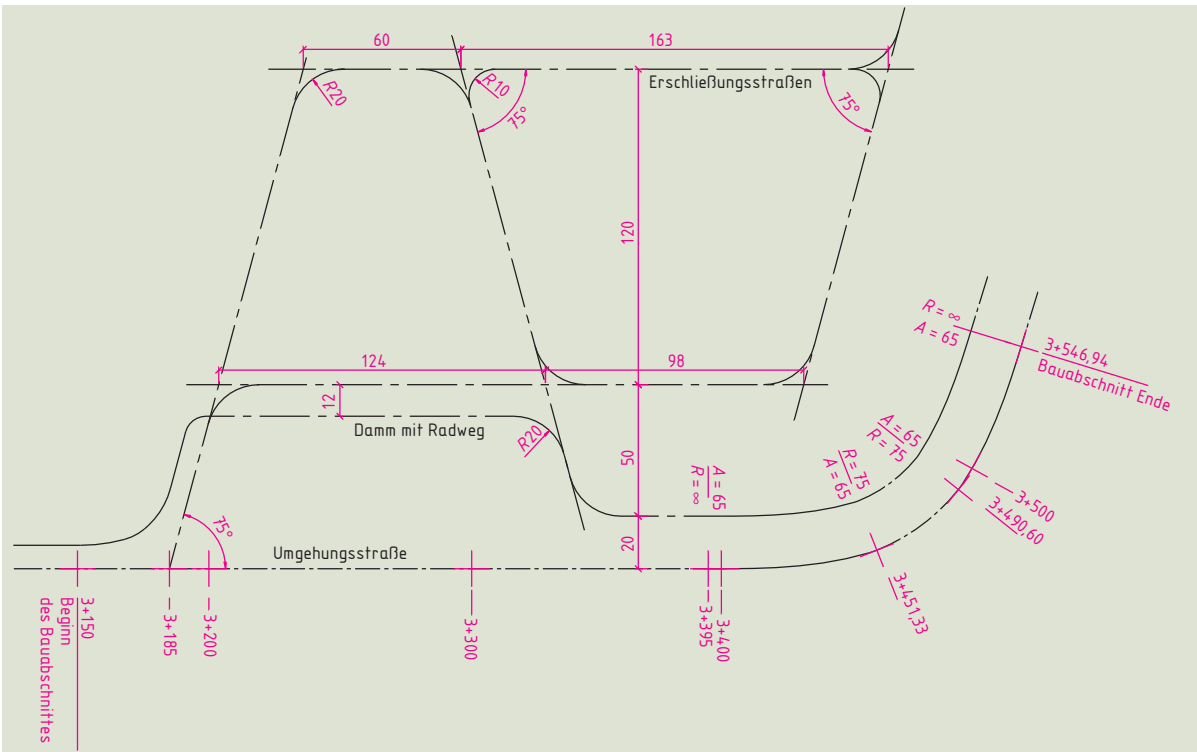
Beim Lösen der projektbezogenen Aufgaben empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:





Draufsicht auf das Modell

Aus den Vorstellungen der Entwurfsingenieure müssen für die Planung der Bauaufgaben exakte Zeichnungen (Pläne) entwickelt werden. Zunächst müssen die Achsen der Straßenbauwerke in ihren Längen und Winkeln festgelegt werden.



Achsenplan zum Projekt

Da die Einbau- und Verdichtungsgeschwindigkeit der modernen Maschinen sich immer mehr erhöht, kommt man oft mit der punktuellen Überprüfung des Verdichtungsgrades nicht mehr aus. Deswegen werden mehr und mehr Verdichtungsmaschinen eingesetzt, die beim Überfahren die Verdichtungsleistung messen und das Ergebnis entweder spurbezogen oder als Flächenprotokoll (Flächenplot) ausdrucken. Man spricht von einer **flächendeckenden dynamischen Verdichtungskontrolle (FDVK)**.

### Zusammenfassung

Durch den Proctorversuch kann die Verdichtbarkeit des Bodens ermittelt werden. Es entsteht die Proctorkurve, die anzeigt, bei welchem Wassergehalt der Boden die größte Verdichtung zulässt.

Die tatsächlich erreichte Verdichtung kann durch die verschiedenen Verfahren überprüft werden.

Dabei ist wieder der Proctorversuch nutzbar, aber auch der Plattendruckversuch sowie andere, zum Teil radiometrische Verfahren.

Für große Flächen und Sofortkontrollen eignen sich besonders die flächendeckenden dynamischen Verfahren.

### 8.4.2 Bodenbehandlungen

Wenn die Eigenschaften des anstehenden oder zum Einbau vorgesehenen Bodens nicht den Anforderungen an Einbaufähigkeit, Verdichtbarkeit und Belastbarkeit entsprechen, ergeben sich nur zwei grundsätzliche Möglichkeiten:

Entweder man tauscht den Boden gegen einen besseren aus oder man verbessert bzw. verfestigt den vorhandenen Boden.

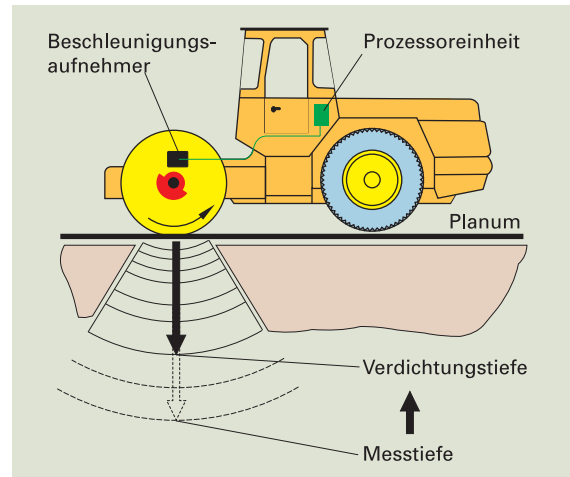
Die beiden folgenden Begriffe sind auf eng beieinander liegende Ziele gerichtet:

Durch die **Bodenverbesserung** sollen die Einbaufähigkeit und Verdichtbarkeit verbessert werden, entweder durch Bindemittelzusatz oder durch Einbringen anderer geeigneter Baustoffe.

Durch die **Bodenverfestigung** wird Boden widerstandsfähig gegen Beanspruchung durch Verkehr und Klima gemacht, sodass er dauerhaft tragfähig und frostbeständig wird.

Im Straßen- und Tiefbau werden folgende Verfahren angewendet, die in der Regel bei beiden Behandlungen zum Einsatz kommen:

- a) Verfahren zur **Regulierung des Wasserhaushaltes**:
  - Entwässerung des Untergrundes durch Dränung,
  - Einmischen von hydraulischen Bindemitteln, Weißkalk oder Kalkhydrat zum Binden des überschüssigen Wassers,
  - Einbau von Geotextilien\* oder Vliesen, um Sicker- und Grundwasser zurückzuhalten oder abzuleiten,
  - Befeuchten von sehr trockenen Böden, um die Verdichtbarkeit zu erhöhen.



Schematische Anordnung zur flächendeckenden dynamischen Verdichtungskontrolle



Messwalze zur dynamischen Verdichtungskontrolle

#### b) Verfahren zur **Verbesserung der Korngrößenverteilung**

- Einmischen von geeigneten Körnungen bei Sand oder Kies mit eng gestufter Sieblinie,
- Verbesserung von schluffigen oder tonigen Böden durch Einmischung fehlender Körnungen,
- Einschlagen eines Steingerüstes bei weichen Böden (z. B. im ländlichen Wegebau).

#### c) Verfahren zur **Erhöhung der Tragfähigkeit** des Bodens in der Bauphase und im Einsatz

- Einmischen von Bindemitteln (Zement, hydraulische Kalke oder Bitumen) zur Erhöhung der Bindung zwischen den Bodenbestandteilen.

Welches der Verfahren zum Einsatz kommt, hängt von der Bodenuntersuchung, von den Anforderungen an das Erdbauwerk und von wirtschaftlichen Überlegungen ab.

\* Daneben können Geotextilien auch die Aufgabe haben, Schichten mit sehr unterschiedlicher Korngrößenverteilung so zu trennen, dass die Feinanteile der oberen Schicht nicht in die grobkörnige Frostschutzschicht eindringen und dort Kapillaren bilden können.

Der Lichtstrahl des Lasers „steht“ als ständig sichtbare Linie. Der Rohrverleger bringt nun die Rohrachse des Anschlussrohres mit der vorgeschriebenen Gefälleachse dadurch zur Deckung, dass er die Lage des Rohres so verändert, bis der Laserpunkt im markierten Kreis des Zielzeichens die genaue Höhe und Richtung des Rohres anzeigt. Für verschieden große Rohre stehen auch unterschiedliche Zielzeichen zur Verfügung.

Jede Haltung (Abstand von Schachtmitte zu Schachtmitte) braucht mit diesem Gerät nur einmal eingestellt zu werden.



Rohrbettung und Ausrichtung mittels Laser

## 9.9 Gefälle von Entwässerungsleitungen

Im Tiefbau werden die Begriffe Neigung, Steigung und Gefälle unterschiedlich verwendet. Wenn man die Fließrichtung des Wassers in Rohrleitungen berücksichtigt, so spricht man vom **Gefälle**.

Wenn man die Verlegerichtung (gegen die Fließrichtung) betrachtet, ist der Begriff **Steigung** richtig. Den Begriff **Neigung** verwendet man hauptsächlich für Flächen.

Die Festlegung des Gefälles für die einzelnen Haltungslängen (Abstand von Schachtmitte zu Schachtmitte) bei Entwässerungsleitungen hängt von den unter 9.3 genannten Kriterien ab, die der planende Ingenieur berücksichtigen muss. Das Gefälle ergibt sich im Allgemeinen aus der **Füllhöhe** und der **Mindestfließgeschwindigkeit** des Abwassers. Es variiert meistens nach jedem Schachtbauwerk, weil sich durch die Reibung des Abwassers im Gerinne des Schachtes und im Rohr selbst die Fließgeschwindigkeit verändert.

Allgemein gilt: **Regenwasserleitungen ≥ 1%**  
**Schmutzwasserleitungen und Mischsystem 1...2%**

Nenn-durchmesser DN	Mindestgefälle für		
	Misch- und Schmutzwasserleitungen	Regenwasserleitung	Schmutz-, Regen- und Mischwasserleitungen
	innerhalb von Gebäuden		außerhalb von Gebäuden
bis 100	1:50 (=2%)	1:100 (=1%)	1:DN
125	1:66,7 (= 1,5%)	1:100	1:DN
150	1:66,7	1:100	1:DN
ab 200	1: $\frac{DN}{2}$	1: $\frac{DN}{2}$	1:DN

Mindestgefälle von Leitungen nach DIN 1986

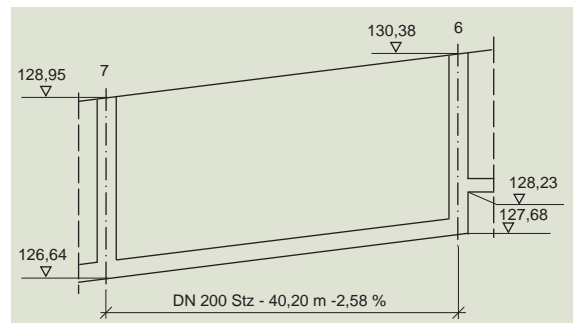
Ist es nicht möglich, diese allgemeinen Regeln einzuhalten, muss der Nachweis erbracht werden, dass bei Grundstücksentwässerungen bei Teilfüllung des Rohres eine Mindestfließgeschwindigkeit von 0,7 m/s nicht unterschritten wird. Bei geringen Füllhöhen im Abwasserrohr und Fließgeschwindigkeiten unter 0,5 m/s bei Trockenwetterabfluss, kommt es mit Sicherheit zu Ablagerungen. Bei Regenwetterabfluss sollte die Fließgeschwindigkeit 5...8 m/s nicht überschreiten.

Bei Ortsentwässerungen mit Steinzeugrohren sind auch Gefälle über 5% noch zulässig. Hier müssen gegebenenfalls Absturzbauwerke vorgesehen werden (vgl. 9.14.1).

Bei Anfangsstrecken des Entwässerungskanal wird meistens ein größeres Gefälle gewählt. Um Ablagerungen so gering wie möglich zu halten, sollte im Regelfall das Gefälle von 0,6% nicht unterschritten werden.

In den Entwässerungsplänen wird das Gefälle in **Prozent = %** (von Hundert), **in Promille = ‰** (von Tausend), als **Verhältnis = 1 : n** oder in mm je m, **Strecke = mm/m** angegeben.

Der Tiefbauer muss entsprechend den Angaben auf der Ausführungszeichnung z.B. das Gefälle zwischen zwei Schächten (Haltung) **aus-** oder **umrechnen**, wenn der verwendete Laser eine andere Einteilung besitzt, als auf den Plänen oder Zeichnungen angegeben ist.



Längsschnitt durch die Haltung zwischen Schacht 6 und 7

## 10 Pflastern einer Fläche mit künstlichen Steinen

Jetzt wird die **Pflasterbettung** eingebracht. Sie soll nach der Verdichtung eine Dicke von 3...5 cm nicht überschreiten, um eine Verformung der Decke durch die Verkehrslasten zu vermeiden.

Als Bettung kommen infrage:

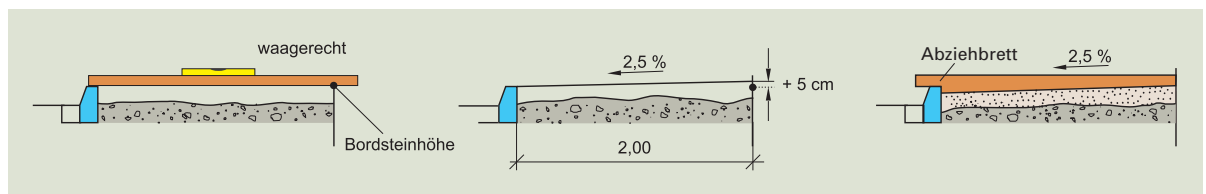
- ungebrochene Gesteinskörnungen, z. B. Sand 0/4 mm,
- gebrochene Gesteinskörnungen, z. B. Splitt 2/5 mm,
- Gemische, z. B. Brechsand-Splittgemisch 0/5 mm,
- Recycling-Baustoffe, z. B. Betonsplitt 0/8 mm.

Das Größtkorn soll 8 mm nicht überschreiten.

Um die Bettung wasserdurchlässig zu halten, darf der Feinkornanteil nicht mehr als 6% betragen. Wenn die Gefahr besteht, dass das Bettungsmaterial in die Unterlage gespült wird, sollen beide Schichten durch Geotextilien getrennt werden.



Die Bettung wird abgezogen (hier Betonbett)



### Abziehen auf den Lehren

Das Bettungsmaterial wird meist zwischen Lehren abgezogen. Dabei muss bedacht werden, dass die geforderte Querneigung gesichert wird und dass nach der Verdichtung und dem Einrütteln der Steine die geforderte Sollhöhe erreicht wird. Da die Steinart und das Bettungsmaterial verschieden sind, muss die richtige Höhe der Lehre durch Versuche oder mit viel Erfahrung bestimmt werden.

Allgemein gilt:

Abziehhöhe = Sollhöhe + 1... 1,5 cm Rüttelmaß – Steinhöhe

Bei besonders belasteten Flächen wie Bushaltestellen, Werksstraßen usw. kann durch Zugabe von Bindemittel (Zement oder Trasskalk) die Stabilität der Bettung erhöht werden (vgl. 8.4.2).



Nochmaliges Glätten nach der Verdichtung der Bettung

Unterlage und Bettung der Pflasterfläche sollen tragfähig, wasserdurchlässig, profilgerecht und eben sein.

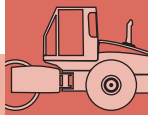
Die Wasserdurchlässigkeit muss durch die Unterlage oder Tragschicht und durch das Bettungsmaterial gesichert werden. Es sollen in der Bettung nicht mehr als 6% Feinkornanteile enthalten sein.

Tragschicht und Bettung sollen gleichmäßig dick sein und neigungsgerecht eingebaut werden.

Die Ebenheit der Bettung wird durch profilgerechtes Abziehen auf Lehren gesichert.



Der Fugensand wird eingekehrt



## 11 Bauen einer Asphaltstraße

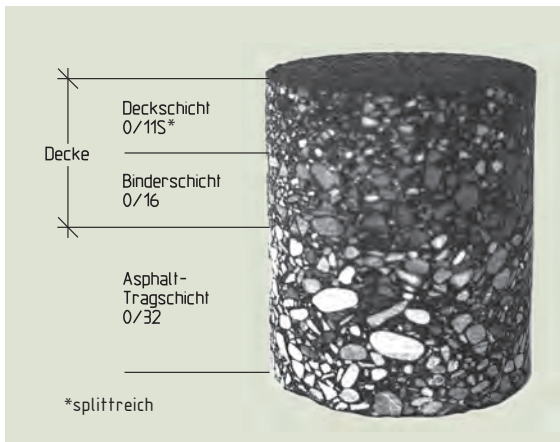
### 11.11 Arten der Deckschichten

#### 11.11.1 Asphaltbinderschichten (AC B)

Die Binderschicht stellt die Verbindung zwischen der grobkörnigen Tragschicht und der feinkörnigen Deckschicht her. Mit ihrem Einbau werden kleine Unebenheiten in der Tragschicht ausgeglichen. Sie dient vor allem der Spannungsaufnahme. Scherkräfte aus der Deckschicht (durch die Verkehrsbelastung) werden abgebaut. Der Binder wird einschichtig eingebaut. Das Größtkorn im Mischgut wird auf die erforderliche Dicke abgestimmt.



Einbau der Binderschicht



Bohrkern aus Oberbau, Belastungsklasse Bk32

Unter normalen Belastungen sind 5,0 cm Binder mit einem Mischgut 0/16 mm ausreichend. Wenn eine hohe Standfestigkeit gefordert wird, kommt unter Verwendung von Brechsand eine Einbaudicke von 5 cm und mehr infrage. Bei geringer Verkehrsbeanspruchung übernimmt die Asphalttragschicht die Aufgabe des Binders mit.

Für Straßen mit besonders hohen Beanspruchungen und Straßen der Belastungsklassen Bk100 und Bk32 kommen hochstandfeste Binderschichten zur Anwendung. Hier gelten höhere Größtkornanteile, schmalere Grenzen für den Bittemittel- und den Hohlraumgehalt sowie die ausschließliche Verwendung von Brechsand.

Die endgültige Zusammensetzung des Mischgutes ergibt sich aus einer Eignungsprüfung, die von einem Straßenbaulabor ausgeführt wird. Die verschiedenen Körnungen des Asphaltbinders haben dabei innerhalb der untenstehenden Grenzsieblinie zu liegen.

Ein hergestellter Probekörper darf einen bestimmten Hohlraumgehalt (3...7%) nicht überschreiten. Für Binder- und Deckschicht wird meist das gleiche Bindemittel eingesetzt.

Wegen des geringen Bitumengehaltes bei Binderschichten besteht die Gefahr, dass sich nach dem Einbau durch die Abkühlung Risse bilden. Diese wiederum ermöglichen das Eindringen von Wasser. Deshalb sind die Fahrbahn­ränder mit Kantenrollen zu glätten und mit einem Bitumenanstrich zu versiegeln.

Durch die Verkehrsbelastung und die erforderliche Standfestigkeit wird die Bindemittelauswahl beeinflusst. Für Straßen mit hohen Verkehrsbelastungen und Flächen mit stehenden Verkehr wird die Sorte 50/70 verwendet. Bei stärksten Beanspruchungen bringt Sorte 30/45 die maximale Widerstandsfähigkeit. Allerdings besteht hier die Gefahr der Rissbildung bei Kälte. Ziel ist es, das Mischgut so herzustellen, dass es sich gerade noch verdichten lässt und eine geringe Mörtelmenge besitzt. Es soll so widerstandsfähig sein, dass unter der nachverdichtenden Wirkung des Verkehrs kein Hohlraumverlust und damit keine plastische Verformung der Schicht eintritt.

#### 11.11.2 Asphaltdeckschichten aus Asphaltbeton (AC D)

Die Deckschicht aus Asphaltbeton im Heißeinbau hat sich zur Standardbauweise entwickelt. Die Mischgutzusammensetzung richtet sich nach der Verkehrsbelastung. Asphaltbeton ist bei guter Verdichtung praktisch wasserdicht und gleicht Längenänderungen durch plastische Verformung auch ohne Fugen aus. Es erhält seine Stabilität aus der Reibung des Korngerüstes und muss durch Walzen verdichtet werden. Zu niedriger Bitumengehalt führt zu Ermüdungserscheinungen der Decke und damit zu kürzerer Nutzungsdauer. Ist der Bindemittelgehalt zu hoch, verliert das Mischgut an Stabilität.

Das Standardmaterial für die Straßen der freien Strecke ist Asphaltbeton 0/11 mit Bitumen der Sorte 70/100. Bei einer Einbaudicke von 4 cm nach RStO ist das Mischgut sicher einbau- und verdichtbar. Asphaltbeton 0/11 sichert auch bei höheren Geschwindigkeiten außerhalb der Stadt die Griffbarkeit der Oberfläche. Für Straßen mit



## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

Bogenraster und Bogenradius unterscheiden sich um einige Zentimeter, weil im Herzen der Schuppe ein Stein zwischen den beiden Bögen liegt.

Steingröße:  $C$

Rasterbreite:  $B = 10 \cdot C$

Radius des äußeren Bogens  $R_a = 9,5 \cdot C$

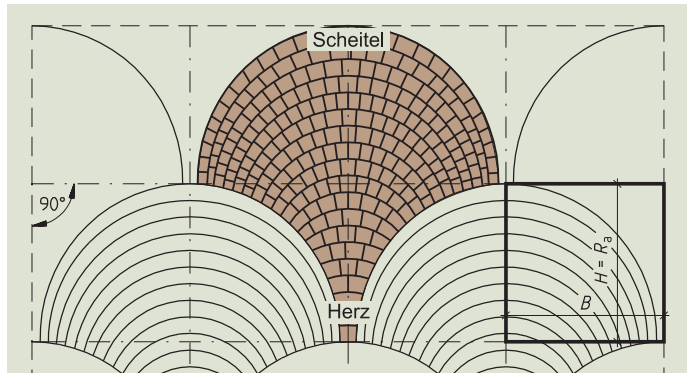
Rasterhöhe = Bogenradius:  $H = R_a$

Nach dem Anreißen des Rasters mithilfe der Schnurzüge wird der Außenradius gezogen. Danach werden die 19 Steinhöhen in der Mitte angezeichnet. Die weiteren Radien verkleinern sich und die Mittelpunkte verschieben sich zunächst um eine halbe Steingröße zum Herzen hin und nach 8...10 Bögen um einen  $\frac{3}{4}$ -Stein. Bei großen Flächen stellen sich manche Pflasterer auch eine Schablone her, um das Anreißen zu erleichtern.

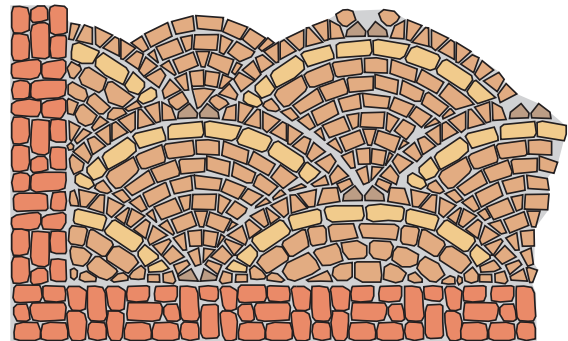
Wenn die Straße eine Längsneigung aufweist, soll der Scheitel oben liegen.

Neben diesen „klassischen“ Bogenverbänden werden, zum Teil regional unterschiedlich, weitere abgewandelte Bögen gearbeitet. So zum Beispiel das Spitzbogen-Pflaster, die holländische Schuppe oder der Halbkreisbogen bzw. Hufeisen.

Für die Gestaltung von **Ornamenten** sind dem Pflasterer kaum Grenzen gesetzt, sofern er die grundlegenden Verlegeregeln sinngemäß anwendet und nicht wild drauflos pflastert.



Bogengeometrie bei Schuppenbögen



Holländische Schuppe

### 12.3.4 Plattenverbände

Für unbehauene oder wenig geschlagene Platten lässt sich kein standardisierter Verband vorgeben. Solche Verlegungen werden in Anlehnung an das Natursteinmauerwerk **Zyklophenverband** oder auch Polygonalverlegung genannt.



Kreisrund eingefasstes Sternmuster



Vier Schuppen wurden um jeweils  $90^\circ$  versetzt und zu einer Blume ergänzt



Verlegen von Natursteinplatten





## 12 Herstellen einer Pflasterdecke aus Naturstein

Häufig wird versucht, durch Verbandswechsel, Einbau von Unterbrechungen und Einfassungen die Fläche aufzulockern.



**Kleinpflaster durch Betonpflaster unterbrochen**

Die Kombination verschiedener Steinarten ist eine sehr gute Möglichkeit, die Fläche abwechslungsreich zu gestalten.



**Kombination von Klinker- und Natursteinpflaster**

Die Verwendung gebrauchter oder gar „antiker“ Steine, Klinker oder Kacheln und Findlinge wird bei der gefälligen Gestaltung öffentlicher Plätze und privater Grundstücke oft verlangt.



**Einrahmung einer Stele mit verschiedenen Steinen**

Bei der Pflasterung in Gärten und Parkanlagen ergibt sich oft die Möglichkeit, auch Höhenunterschiede, Hügel und Wannen in die Gestaltung mit einzubeziehen und mit unterschiedlichen Materialien zu arbeiten.



**Überpflastern von Hügeln und Einbau von Findlingen**



**Setzen von Natursteinen**



**Brückenzugang mit Ornamenten**

Durch die Kombination verschiedener Gesteinsarten, Steingrößen und durch Variation der Verbände können Pflasterflächen kreativ gestaltet werden.



Heute werden zum Schließen von Schein- und Pressfugen i. d. R. komprimierbare elastische Profile eingesetzt. An Kreuzungspunkten müssen diese Profile eingeschnitten werden.

Fugen **quer** zur Fahrbahn werden in der Regel als Scheinfugen ausgeführt, Fugen **längs** zur Fahrbahn als Schein- oder Pressfugen.

Raumfugen werden nur erforderlich, wenn Fahrbahnen an feste Einbauten angrenzen.

## 13.7.2 Dübel

Dübel müssen den Anforderungen nach DIN EN 13877-3 entsprechen.

Dübel werden **an Querschnitten zur Lastübertragung** und zur Sicherung der gleichen Höhenlage ohne Behinderung der Wärmedehnung eingebaut.

Als Dübel wird **glatter Betonstabstahl** mit einem Durchmesser von 25 mm und einer Mindestlänge von 50 cm eingebaut. Zum Schutz vor Korrosion und zu Verbesserung der Gleitfähigkeit wird er in voller Länge mit einem 0,3 mm starken Kunststoffüberzug versehen.

Die Dübel werden entweder beim Einbau des Betons eingerüttelt oder vor dem Betonieren auf Unterstützungskörben ausgelegt. Sie sollten in der Mitte der Decke eingebaut werden. Der Abstand zwischen den einzelnen Dübeln darf bei stark befahrenen Straßen 25 cm nicht überschreiten. Bei weniger befahrenen Flächen darf der Abstand verdoppelt werden.

Bei Decken der Belastungsklassen Bk100... Bk3,2 ist der Einbau von Dübeln zwingend erforderlich. Bei den Belastungsklassen Bk1,8... Bk0,3 kann auf Dübel verzichtet werden.

Dübel verhindern Absätze an Querschnitten durch unterschiedliche Setzung der Platten.

## 13.7.3 Anker

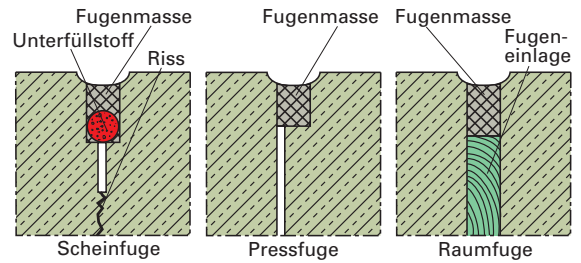
Anker werden **an den Längsfugen zur festen Verbindung** der Längsstreifen eingebaut.

Als Anker wird **gerippter Betonstahl** (B500B), der nur im Fugenbereich auf einer Länge von 20 cm durch einen Kunststoffüberzug vor Korrosion geschützt wird, eingebaut. Die möglichen Maße der Anker sind entsprechend nebenstehender Tabelle auszuwählen.

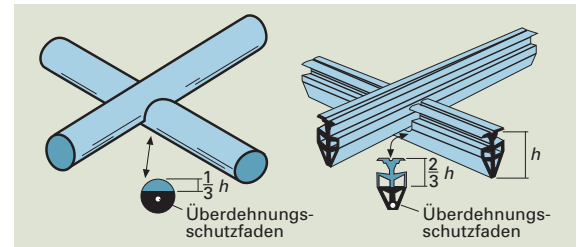
Auf geraden Strecken werden in der Regel drei bis fünf Anker je Platte in gleichmäßigen Abständen eingelegt.

Bei Decken der Belastungsklassen Bk100... Bk3,2 ist der Einbau von Ankern zwingend erforderlich. Bei den Belastungsklassen Bk1,8... Bk0,3 kann auf Anker verzichtet werden.

Anker verbinden die Platten an den einbaubedingten Längsfugen.



Fugenausbildungen im Vergleich



Kreuzungspunkt Hohlkammer- und Rundprofil

Fugen verhindern Schäden durch Wärmedehnung an der Betondecke.



Einrütteln der Dübel



Eingebaute Dübel

Durchmesser in mm				Länge in mm
10	12	16	20	800

Maße für Anker

Die konstruktive Gestaltung der Betondecke muss gewährleisten, dass weder durch Wärmedehnung Schäden an der Fahrbahn noch durch Setzungen Höhenunterschiede zwischen den Platten der Fahrbahn entstehen.



## 13.8 Einbau und Nachbehandlung der Betondecke

Die Betondecke kann **ein- oder zweischichtig** eingebaut werden. Zweischichtig bedeutet, dass die Decke aus zwei Betonschichten unterschiedlicher Zusammensetzung aufgebaut wird. Jede Schicht kann **ein- oder mehrlagig** eingebaut werden.

Mehrlagig bedeutet, dass eine Schicht aus mehreren Lagen gleichartigen Betons aufgebaut wird.

Einlagiger und einschichtiger Beton erfordert weniger Einbauaufwand und wird heute bevorzugt. Bei zweischichtigem Aufbau kann in der unteren Schicht auf die teurere gebrochene Gesteinskörnung verzichtet werden.

Beim Einbau in mehreren Schichten oder Lagen muss die Mindestdicke der einzelnen Schicht dem dreifachen Korndurchmesser des Größtkorns entsprechen. Die oberste Schicht muss mindestens 4 cm dick sein.

Der Einbau einer Betondecke bis zur Fertigstellung ist ein komplizierter technischer Vorgang, der sich aus mehreren Teilprozessen zusammensetzt:

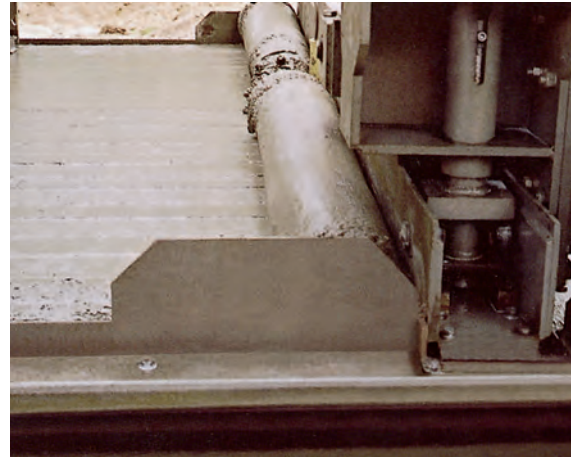
- Der Beton muss eingebracht und gleichmäßig verteilt werden.
- Die Oberfläche muss geglättet und der Beton verdichtet werden.
- Anker und Dübel müssen versetzt werden.
- Die glatte Betonfläche muss zur Erzielung einer besseren Anfangsgriffigkeit aufgeraut werden.
- Die Fugen müssen frühzeitig geschnitten werden.
- Der Beton muss durch Zelte und/oder Nassbehandlung oder durch Aufsprühen eines Nachbehandlungsmittels vor zu rascher Austrocknung geschützt werden.
- Der Beton muss gegen zu rasches Abkühlen und/oder Frost geschützt werden, z.B. durch Abdecken mit Folien.
- Der Beton muss durch Imprägnieren der Oberfläche im ersten Winter gegen Taumittleinwirkung geschützt werden.
- Bei der ungerichteten Waschbetonoberfläche muss die Oberfläche geglättet, mit Abbindeverzögerer eingesprüht und anschließend das Feinkorn abgebürstet werden.

Fast alle Teilarbeiten werden heute maschinell ausgeführt. Die für die verschiedenen Arbeiten erforderlichen Geräte sind in **Gleitschalungsfertigern** zusammengefasst. Der Name weist darauf hin, dass auch die seitliche Schalung am Fertiger angebaut ist und mitgezogen wird. Bei dieser Einbautechnik besteht die Gefahr, dass beim Weiterziehen der Schalung die Betonschulter herabfällt. Um dies zu vermeiden, muss die Konsistenz richtig gewählt und völlig gleichmäßig sein.

Nach Höhe und Richtung wird der Gleitschalungsfertiger meist über Sensoren gesteuert, die die entsprechenden Daten von einem **Leitdraht** abtasten und auf die Maschine übertragen. Inzwischen gibt es aber auch leitdrahtlose Steuerungen, bei denen die am Computer ermittelten Projektdaten per Funk direkt zum Fertiger übertragen werden.



Gleitschalungsfertiger



Querglätter



Längsglätter



Nachbehandlungsgerät



## 14.2.2 Erhaltung von Flächen aus Asphalt

Als Verfahren zur **Instandhaltung** von Asphaltflächen gelten nach ZTV BEA-StB:

- Anspritzen und Abstreuen,
- Aufbringen bitumenhaltiger Schlämmen,
- Verfüllen und Vergießen,
- Ausbessern mit Asphaltmischgut,
- Aufrauen.

Verfahren der **Instandsetzung** von Asphaltflächen sind:

- Oberflächenbehandlung (OB),
- griffigkeitsverbessernde Maßnahmen,
- dünne Schichten im Kalteinbau (DSK),
- dünne Schichten im Heißeinbau (DSH),
- Einbringen von Membranschichten,
- Fräsen von Asphaltfahrbahnen,
- Rückformen (RF),
- Ersatz einer Deckschicht (ED),
- Kunstharzbeschichtungen.

Häufig sind die Übergänge zwischen Instandhaltung und Instandsetzung jedoch fließend. So wird bei kleineren Schadensfällen mit ähnlichem Gerätesatz angespritzt und abgestreut (Instandhaltung) und bei größeren Flächen eine Oberflächenbehandlung durchgeführt (Instandsetzung). Wenn das Aufrauen einen größeren Bauaufwand einnimmt, kann es zur griffigkeitsverbessernden Maßnahme im Rahmen einer Instandsetzung oder zur Vorarbeit für den Einbau neuer Deckschichten werden.

### Anspritzen und Abstreuen

Das Verfahren kommt vor allem zur Beseitigung von Netzlüssen und Ausmagerungen zum Einsatz. Nach dem Reinigen der verschlissenen Flächen wird zunächst ein bitumenhaltiges Bindemittel, zumeist kationische Emulsionen oder polymermodifizierte Bitumen, angespritzt. Die Anschlussflächen sollen 10 cm breit mit überspritzt werden. Danach wird als Abstreumaterial Gesteinskörnung der Korngruppen/Lieferkornungen 2/5 und/oder 5/8 aufgestreut und eingewalzt. Bei kleineren Flächen (< 10% der Verkehrsfläche) wird ein Reparaturzug zum Einsatz kommen, bei größerer geschädigter Fläche sollte eine Instandsetzungsmaßnahme mindestens in der Breite eines Fahrstreifens vorgesehen werden. Bei der neu entwickelten **Patchmatic-Sanierung** wird die Schadstelle mit Druckluft gereinigt, eine gut haftende Emulsion vorgespritzt und danach ein Emulsions-Splittgemisch durch Pressluft auf die Stelle geblasen. Abschließend wird mit Splitt abgedeckt.

### Aufbringen bitumenhaltiger Schlämmen

Bitumenhaltige Schlämmen werden bei Bitumenausmagerungen aufgebracht. Sie sind lösemittelfreie Gemische aus etwa 15% Bitumenemulsion, 55% feinen Gesteinskörnungen und Füller, etwa 20% Wasser sowie Zusätzen.

Merkmalsgruppe	Zustandsmerkmal	Ursache/Erscheinungsbild	Instandsetzungsverfahren				
			OB	DKS	DHS	RF	ED
Ebenheit	eben im Längsprofil	Verformung	-	-	-	+	+
		Tragfähigkeit	-	-	-	-	-
	eben im Querprofil	Verformung	-	+	+	+	+
		Tragfähigkeit	-	-	-	-	-
Rauheit	Griffigkeit	Bindemittelanreicherung	-	+	+	+	+
		poliertes Korn	+	+	+	+	+
Substanzmängel	Netzlisse		+	+	+	+	+
	Abmagerung		+	+	+	+	+
	Flickstellen		-	+	+	-	+
	Kornausbrüche		+	+	+	+	+
	Einzelrisse		-	-	-	-	+*

+ geeignet, - nicht geeignet, \* bei Häufung von Einzelrissen

### Zuordnung von Merkmalsgruppen zu geeigneten Instandsetzungsverfahren

Bitumenhaltige Schlämmen werden als Fertigprodukt auf die gereinigte, trockene Unterlage aufgetragen und gleichmäßig verteilt. Sie sollen in einer oder mehreren Lagen in aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen aufgebracht werden. Die zweite Lage ist erst aufzubringen, wenn die erste Lage trocken und begehbar ist. Der Abbindeprozess erfordert in der Regel bei warmer und trockener Witterung einen Zeitraum von 1...2 Stunden. Die behandelten Flächen dürfen erst nach Abtrocknung befahren werden.

Für das Füllen von Poren sind wiederum **Porenfüllmassen** vorgesehen. Mit Porenfüllmassen behandelte Flächen sind mit ca. 3 kg/m<sup>2</sup> feiner Gesteinskörnung, Lieferkornung 0/2, mit einem Gehalt an Feinanteilen von 3 Masse-% der Korngröße 0,063 mm, abzustreuen. Bitumenhaltige Schlämmen und Porenfüllmassen dürfen nur bei trockener Witterung und Temperaturen über 10°C verarbeitet werden.



Patchmatic-Spritzgerät für alle Funktionen



## Oberflächenbehandlung

Unter einer Oberflächenbehandlung (OB) versteht man das Anspritzen der Unterlage oder des zuvor aufgetragenen Edelsplittes mit einem bitumenhaltigen Bindemittel und das anschließende Abstreuen mit rohem oder vorbituminiertem Edelsplitt. Das Abstreuen erfolgt ein- oder mehrlagig.

Oberflächenbehandlungen werden vorwiegend auf Straßen der Belastungsklassen Bk3,2... Bk0,3 sowie auf Wegen und sonstigen Verkehrsflächen durchgeführt. Die Arbeiten sollen nur von Mitte April bis Mitte September stattfinden. Nach der Anzahl der Arbeitsgänge wird unterschieden:

- Oberflächenbehandlung mit einfacher Splittabstreuerung,
- OB mit doppelter Splittabstreuerung und
- OB mit Splittvorlage.

In allen Fällen sind die folgenden Arbeitsgänge erforderlich:

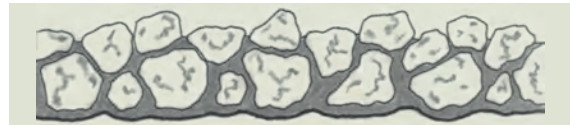
1. **Säubern** der Unterlage; Achtung! Unebenheiten der Unterlage können mit Oberflächenbehandlungen nicht beseitigt werden!
2. **Aufspritzen** des warm oder heiß zu verarbeitenden Bindemittels; die Verarbeitungs- und Gerätetemperaturen sind zu kontrollieren; auf eine gleichmäßige Dosierung ist zu achten; bei kleinen und nicht mit Rampenspritzgeräten erreichbaren Flächen kann mit handgeführtem Spritzgerät gearbeitet werden.
3. **Abstreuen** mit Gesteinskörnung unmittelbar nach dem Aufspritzen des Bindemittels aus einer Fallhöhe von höchstens 40 cm.
4. **Abwalzen** zum Zwecke des Eindrückens der Gesteinskörnung in das Bindemittel. Fehlstellen oder Körneranhäufungen sind vor dem Walzen zu beseitigen.
5. **Abkehren** des ungebundenen Abstreumaterials vor dem Aufheben der Geschwindigkeitsbegrenzung.



Einbauzug für Oberflächenbehandlung



Oberflächenbehandlung mit einfacher Splittabstreuerung



Oberflächenbehandlung mit doppelter Splittabstreuerung



Oberflächenbehandlung mit Splittvorlage



Abstreuen mit Gesteinskörnung

Bindemittelart und -sorte	Lage bzw. Schicht	Bindemittelmenge kg/m <sup>2</sup>	Edelsplittmenge in kg/m <sup>2</sup> bei Körnung		
			8/11	5/8	2/5
<b>1 Oberflächenbehandlung mit einfacher Splittabstreuerung 1-lagig</b>					
unstabile Bitumenemulsion C6784-REP		1,5...2,0	–	11...17	–
polymermodifizierte unstabile Bitumenemulsion C67BP4-REP		1,2...1,6	–	–	9...14
polymermodifiziertes Heißbitumen C69BP4-OB		1,0...1,4 0,9...1,1	–	9...15	– 8...12
<b>2 Oberflächenbehandlung mit doppelter Splittabstreuerung 2-lagig</b>					
unstabile Bitumenemulsion C67B4-OB	1. Lage 2. Lage	1,6...2,2 –	10...13 –	– –	– 3...6
polymermodifizierte unstabile Bitumenemulsion C67BP4-PEP	1. Lage 2. Lage	1,4...1,8 –	–	10...12	– 3...6
polymermodifiziertes Heißbitumen C69BP4-OB	1. Lage 2. Lage	1,1...1,2 –	– –	9...12 –	– 2...5
<b>3 Oberflächenbehandlung mit Splittvorlage</b>					
polymermodifizierte unstabile Bitumenemulsion C67BP4-PEP	1. Schicht 2. Schicht	– 1,8...2,3	10...13	– (10...15)*	– 10...13
	1. Schicht 2. Schicht	– 1,7...2,1	– –	9...12 –	– 10...13
polymermodifiziertes Heißbitumen C60BP5-DSH	1. Schicht 2. Schicht	– 1,3...1,6	10...13 –	– (10...12)*	– 10...13
	1. Schicht 2. Schicht	– 1,2...1,5	– –	9...12 –	– 10...13

## Baustoffe für Oberflächenbehandlungen nach ZTV BEA-StB