

III. ERDBAU

1. AUFBAU VON VERKEHRSWEGEN	64
1.1 Untergrund	64
1.2 Unterbau	65
1.2.1 Planum	65
1.3 Oberbau	65
1.3.1 Tragschicht (Frostschuttschicht)	65
2. GRUNDLAGEN ERDBAU	66
2.1 Bodenarten	66
2.1.1 Fels	66
2.1.2 Nichtbindige Böden	66
2.1.3 Gemischtkörnige Böden	67
2.1.4 Bindige Böden	67
2.2 Sieblinie	68
2.3 Kornform	70
2.4 Bruchflächigkeit	70
3. VERDICHTUNGSPRÜFUNGEN	71
3.1 Ausstechzylinder	71
3.2 Sandersatz-Verfahren	71
3.3 Densitometer (Ballongerät)	72
3.4 Feuchtdichte	73
3.4.1 Wassergehalt	73
3.5 Trockendichte	73
3.6 Proctor-Dichte	74
3.7 Modifizierte Proctor-Dichte	74
3.8 Radiometrische Sonden	75
4. TRAGFÄHIGKEITSPRÜFUNGEN	76
4.1 Statischer Plattendruckversuch	76
4.2 Leichter Dynamischer Plattendruckversuch	77
4.3 CBR-Versuch	78
5. FDVK - ERDBAU	79
6. BEWERTUNG DER KENNGRÖSSEN	79

III. ERDBAU

Zum Erdbau sind alle Baumaßnahmen zu rechnen, bei denen Boden als Baumaterial verwendet wird, oder bei denen in offener Bauweise in den Boden hinein gebaut wird. Durch Erdbauarbeiten wird die „Geländeoberfläche modelliert“.

Typische Erdbauarbeiten:

- > Unterbau / Untergrund von Straßen
- > Schallschutzwälle
- > Dammbau
- > Industriegelände
- > Deponiebau
- > Dichtungsschichten
- > Rohrleitungs- und Dükerbau

> Die weltbekannten HAMM Walzenzüge der Serie H sind höchst leistungsfähige und produktive Verdichtungsgeräte für den Erdbau.

1. AUFBAU VON VERKEHRSWEGEN

Der Aufbau eines Verkehrswegs wird in drei Bereiche unterteilt:

- > Oberbau
- > Unterbau (gegebenenfalls)
- > Untergrund

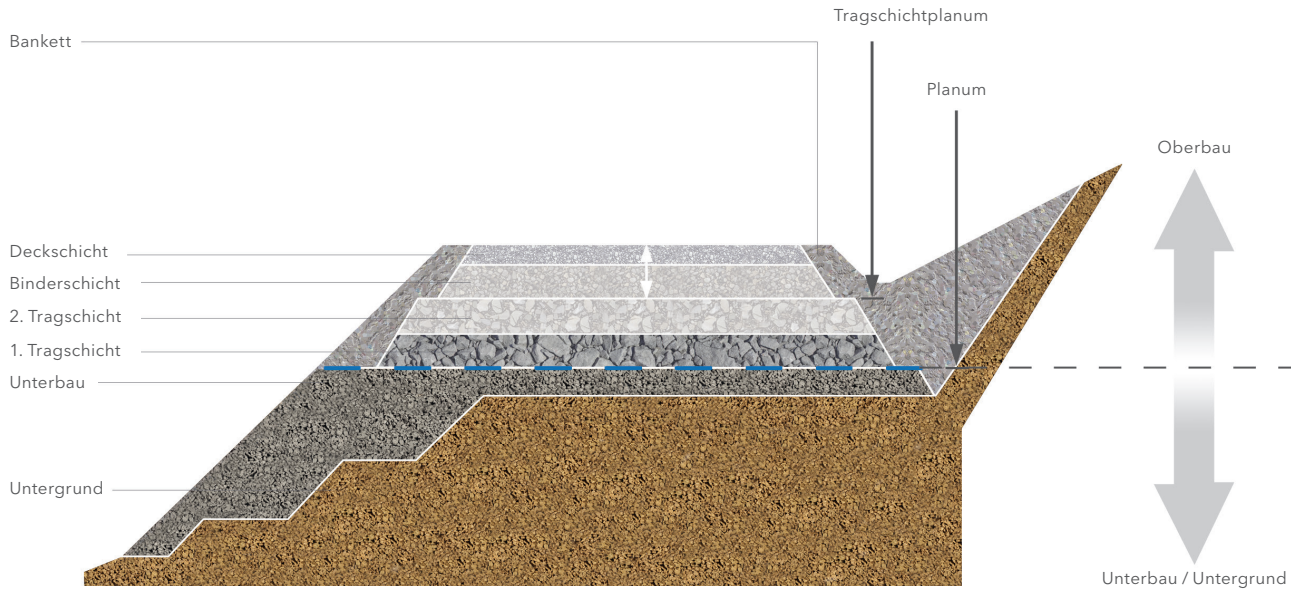
In diesem Kapitel werden die für den Erdbau relevanten Bereiche beziehungsweise Schichten beschrieben.

1.1 UNTERGRUND

Der Untergrund ist der natürlich gewachsene, ungestörte Boden oder Fels. Er liegt unmittelbar unter dem Oberbau beziehungsweise dem Unterbau.

Ist die Tragfähigkeit des Untergrunds nicht ausreichend, muss der Boden weiter verdichtet, verfestigt, verbessert oder ausgetauscht werden. Auch durch das Verlegen von Geogittern und Vliesen kann eine Verbesserung der Tragfähigkeit erreicht werden.





> Schematische Darstellung des Aufbaus von Verkehrsflächen. Je nach Form und Beschaffenheit des Untergrunds und abhängig von den Anforderungen an die Tragfähigkeit der Straße sind nur einige der hier gezeichneten Schichten erforderlich.

1.2 UNTERBAU

Als Unterbau bezeichnet man den künstlich hergestellten Erdkörper zwischen Untergrund und Oberbau.

Aufgabe des Unterbaus ist es vor allem, die großen Unebenheiten des Geländes zur Erreichung der notwendigen Höhenlage der Verkehrsflächen auszugleichen. Außerdem dient er zusammen mit dem Untergrund als Gründung (Fundament) für den späteren Baukörper (Oberbau).

1.2.1 PLANUM

Untergrund und/oder Unterbau werden durch das Planum (die plangerecht bearbeitete Oberfläche des Untergrunds bzw. -baus) vom Oberbau abgegrenzt. Das Planum ist lediglich eine Grenzfläche und hat keine Höhe.

1.3 OBERBAU

Die verschiedenen Bauweisen des Oberbaus sind in Deutschland in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen - Ausgabe 2012“ (RStO 12) geregelt.

Der Oberbau besteht aus der Deckschicht, der Binderschicht und einer oder mehreren gebundenen oder ungebundenen Tragschichten. Deck-, Binder- und Tragschichten sind mitsamt ihrer Funktion detailliert im Kapitel Asphaltbau beschrieben.

1.3.1 TRAGSCHICHT (Z. B. FROSTSCHUTZSCHICHT)

Die Tragschicht hat die Aufgabe, die durch den Verkehr erzeugten und durch die Decke nicht ausreichend abgebauten Vertikal- und Horizontalbeanspruchungen so weit abzumindern, dass das Planum durch die Spannungen nicht unzulässig belastet und verformt wird. Tragschichten werden aus ungebundenen, gebundenen oder hydraulisch gebundenen Gemischen hergestellt.

Eine besondere Form der Tragschicht ist die Frostschutzschicht. Diese ungebundenen, aus grobem Schotter oder Kies bestehenden Schichten haben die zusätzliche Aufgabe, den darüberliegenden Straßenoberbau vor Schäden durch Frost-Tau-Wechsel zu schützen.

Das in der Frostschutzschicht vorhandene Wasser kann sich, wenn es gefriert, in den Räumen zwischen den einzelnen Gesteinskörnern ausdehnen, ohne den Straßenkörper zu schädigen.

2. GRUNDLAGEN ERDBAU

Im Folgenden werden die gebräuchlichsten, den Erdbau betreffende Begriffe, Kenngrößen und Laborversuche kurz erläutert. Einige dieser Erläuterungen sind auch für den Asphaltbau relevant.

2.1 BODENARTEN

Ein Boden ist ein Haufwerk aus rolligen (Kies, Sand, Steine) und / oder bindigen (Lehm, Ton, Schluff) Bestandteilen.

Es gibt sehr viele unterschiedliche Bodenarten, da kaum ein Boden nur aus einem Material, sondern fast immer aus einem Gemisch mehrerer Materialien besteht. In Bezug auf ihre Verdichtbarkeit können die Bodenarten aber vereinfacht eingeteilt werden in z. B.:

- > Fels
- > grobkörnige Böden, nichtbindig (Sand, Kies, ...)
- > gemischtkörnige Böden (Schluff sandig, Ton kiesig, ...)
- > feinkörnige Böden, bindig (Ton, Lehm, Schluff, ...)

2.1.1 FELS

Im Gegensatz zu Lockergesteinen (z. B. Kies und Sand) ist Fels ein Festgestein. Er hat einen hohen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und eine hohe Gefügesteifigkeit.

Fels muss zur Verarbeitung im Erdbau zunächst gebrochen werden. Geeignete Verfahren dafür sind Sprengen, Meißeln, Fräsen und Reißen. Das so gewonnene Material kann im Anschluss durch Sieben in einzelne Kornklassen unterteilt werden. Aus diesen unterschiedlichen Kornklassen kann dann wieder, zum Beispiel anhand einer Siebkurve, ein gut abgestuftes Einbaumaterial hergestellt werden.

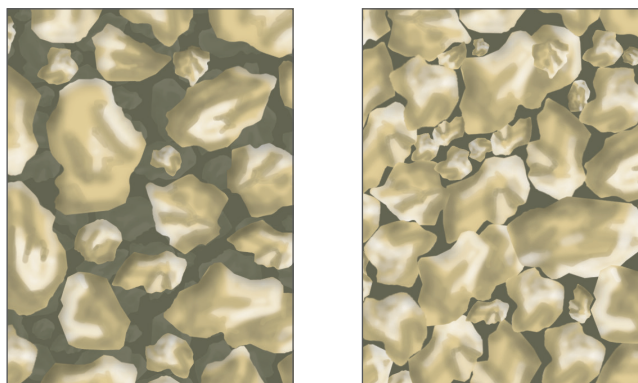
Ein Boden oder eine Schüttlage aus reinem Felsgestein wird am besten mit hohen Amplituden und hohem Gewicht verdichtet. Mit Stampffußwalzen, aber auch von speziellen Walzen mit VC-Brecherbandagen kann grobes Felsgestein zudem sehr gut nachzertrümmert werden.

Beim Einbau von reinem Felsmaterial ist darauf zu achten, dass wechselweise auch Ausgleichsschichten mit grobkörnigem Material eingebaut werden, um eine gute Befahrbarkeit und Verdichtung der Schüttlagen zu gewährleisten. Wird Felsmaterial mit sehr großen Felsblöcken (Durchmesser größer 50 cm / 19,7 in) eingebaut, müssen diese entweder nachzertrümmert oder aussortiert werden. Ansonsten können Hohlräume entstehen, die später zu Sackungen führen können.

2.1.2 NICHTBINDIGE BÖDEN

Nichtbindige Böden (grobkörnige Böden) bestehen im Wesentlichen aus einzelnen Körnern. Die Materialteilchen sind größer als bei bindigen Böden und haften nicht aneinander. Hauptsächlich die Form, Größe und Verteilung der Einzelkörner bestimmen die Eigenschaften solcher Böden. Zusätzlich beeinflusst auch die enthaltene Wassermenge die Struktur des Bodens.

Solche Böden werden am besten bei niedrigen Schütthöhen mit kleinen Amplituden zwischen 0,5 und 1,1 mm und leichteren Walzen verdichtet.



> Nichtbindige Böden vor und nach der Verdichtung.

2.1.3 GEMISCHKÖRNIGE BÖDEN

Diese Böden bestehen aus einem Gemisch von bindigen und nichtbindigen Böden. Ihre Beschaffenheit richtet sich sehr stark nach dem Mischungsverhältnis der einzelnen Bodenarten, aus denen sie zusammengesetzt sind. Der Feinkornanteil (Korndurchmesser $< 0,063$ mm) darf nach DIN 18196 zwischen 5 und 40 % liegen. Ein Boden mit einem hohen Feinkornanteil verhält sich ähnlich wie ein bindiger Boden. Ist der Feinkornanteil hingegen gering, bilden die grobkörnigen Bestandteile ein tragfähiges und standfestes Korngerüst. Trotzdem sollte beachtet werden, dass der Boden aufgrund der feinkörnigen Anteile immer noch ein witterungsabhängiges Verhalten zeigt, also auf Wasser empfindlich reagieren kann.

Eine konkrete Aussage zur Wahl der geeigneten Amplitude kann hier wegen der Vielfalt der möglichen Materialkombinationen nicht getroffen werden.

2.1.4 BINDIGE BÖDEN

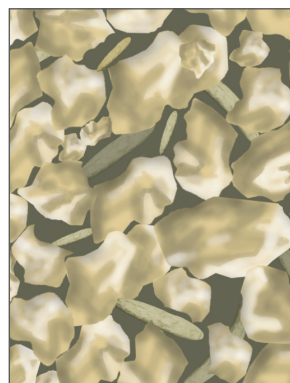
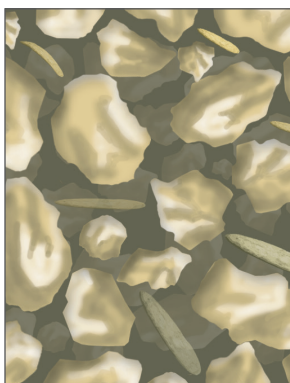
Bindige Böden bestehen hauptsächlich aus sehr kleinen Körnern beziehungsweise Feststoffteilchen mit einer entsprechend großen Oberfläche. Der Zusammenhalt und somit auch die Eigenschaften dieser Böden werden überwiegend durch elektrochemische Kräfte beeinflusst, die auf die Oberflächen der Teilchen wirken. Diese Kräfte

nennt man Kohäsionskräfte. Massenkräfte spielen hier nur eine untergeordnete Rolle.

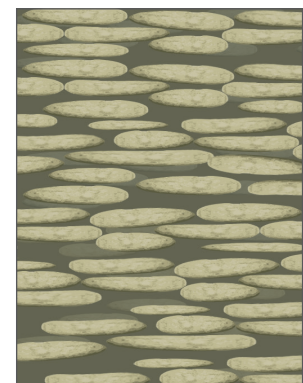
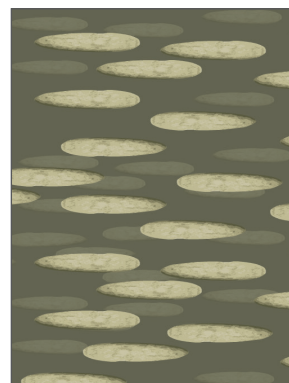
Durch die Kohäsionskräfte haften und kleben die Teilchen bei bindigen Böden aneinander. Die Struktur und Konsistenz dieser Böden hängt außerdem sehr stark von der enthaltenen Wassermenge ab. Bei geringem Feuchtigkeitsgehalt ist der Boden bröckelig, bei hohem Feuchtigkeitsgehalt breiig bis flüssig. Bindige Böden sind also sehr wasserempfindlich. Deshalb muss auch beim Einbau darauf geachtet werden, dass ein bindiger Boden möglichst im Bereich des optimalen Wassergehalts (Proctor) und bei trockener Witterung eingebaut wird und er nachträglich nicht wieder aufweichen kann.

Bindige Böden werden am besten durch Vibration oder Oszillation mit hohen Amplituden bis 1,8 mm verdichtet. Besonders gut eignen sich schwere Stampffußwalzen, da sie den Boden durchkneten und die Oberfläche vergrößern. Im Boden enthaltenes Wasser kann so besser verdunsten. Der Boden erhält eine steifere Konsistenz, wodurch die Tragfähigkeit steigt.

Durch eine Bodenstabilisierung (z. B. mit Kalk zum Entzug des Wassers) oder eine Bodenverbesserung (z. B. mit Zement zur Erhöhung der Tragfähigkeit) kann ein bindiger Boden schon vor der eigentlichen Verdichtung deutlich verbessert beziehungsweise stabilisiert werden.



> Gemischtkörnige Böden vor und nach der Verdichtung.

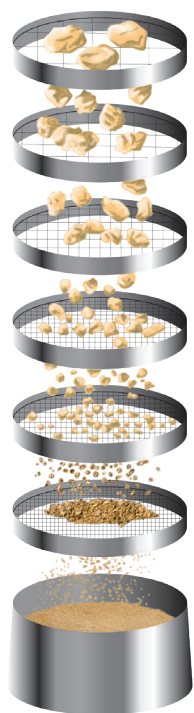


> Bindige Böden vor und nach der Verdichtung.

2.2 SIEBLINIE

Die Sieblinie beschreibt die Korn- bzw. Stückgrößenverteilung einer Bodenprobe oder eines Asphaltgranulats. Sie wird durch eine Siebanalyse bestimmt.

Die zu untersuchende Probe wird auf das oberste Sieb eines Satzes von Analysesieben gegeben. Die Maschenweiten dieser Siebe entsprechen einer genormten Größenabstufung und nehmen von oben nach unten ab. Unter dem untersten Sieb befindet sich eine Schale zum Auffangen der Kleinstpartikel. Mit Hilfe eines Motors wird der komplette Siebsatz für eine bestimmte Zeit in Schwingung versetzt. Dauer und Schwingungsintensität der Siebung sind abhängig von der zu untersuchenden Probe (Probenmenge, augenscheinliche Kornverteilung und Verhalten der Probe während der Siebung). Nach der Siebung befinden sich auf den einzelnen Sieben Rückstände der Ausgangsprobe. Diese Rückstände werden gewogen und in Masseprozent umgerechnet. Zur besseren Beurteilung der Siebanalyse werden die erhaltenen Prozentzahlen in einem Diagramm mit logarithmischer X-Achse über den jeweiligen Siebgrößen aufgetragen. Die so erhaltene Sieblinie kann nun mit vorgegebenen Regelsieblinien verglichen werden.



Unterscheidung nach Korngrößenbereichen:

- > **Feinanteile** $\leq 0,063 \text{ mm}$
- > **Sand** $> 0,063 \text{ mm} \leq 2,0 \text{ mm}$
- > **Kies / Schotter** $> 2,0 \text{ mm} \leq 63,0 \text{ mm}$
- > **Stein** $> 63,0 \text{ mm}$

Zusätzlich werden noch verschiedene Korngrößen innerhalb der Korngrößenbereiche unterschieden:

Feinanteile:

- > Ton $\leq 0,002 \text{ mm}$
- > Schluff $> 0,002 \text{ mm} \leq 0,063 \text{ mm}$

Sandbereich:

- > Feinsand $> 0,063 \text{ mm} \leq 0,2 \text{ mm}$
- > Mittelsand $> 0,2 \text{ mm} \leq 0,63 \text{ mm}$
- > Grobsand $> 0,63 \text{ mm} \leq 2,0 \text{ mm}$

Kies- / Schotterbereich:

Kies

- > Feinkies $> 2,0 \text{ mm} \leq 6,3 \text{ mm}$
- > Mittelkies $> 6,3 \text{ mm} \leq 20,0 \text{ mm}$
- > Grobkies $> 20,0 \text{ mm} \leq 63,0 \text{ mm}$

Gebrochenes Korn

- > Splitt $> 2,0 \text{ mm} \leq 32,0 \text{ mm}$
- > Schotter $> 32,0 \text{ mm} \leq \text{bis } 63,0 \text{ mm}$

Steinbereich:

- > Steine $> 63,0 \text{ mm} \leq 200,0 \text{ mm}$
- > Blöcke $> 200,0 \text{ mm}$

> *Typischer Aufbau einer Siebanalyse. Die getrockneten Mineralstoffe durchlaufen Siebe mit genormten Maschenweiten. Anschließend wird der Inhalt eines jeden Siebs einzeln gewogen und der prozentuale Anteil berechnet.*