

## Bodenzustände bei der Bearbeitung / Massenermittlung im Erdbau

### Auflockerung

Bei der Planung von Zwischenlagern ist zu beachten, dass Boden und Fels beim Lösen aufgelockert werden. Auch beim Einbau mit Verdichtung lässt sich der Boden nicht mehr in seine ursprüngliche Dichte bringen. In den ZTVE-StB sind Anhaltswerte für die Auflockerung und Überverdichtung von Boden- und Felsarten aufgeführt.

Der Auflockerungsfaktor  $\alpha_L$  wird aus dem Volumen des Materials vor dem Lösen und dem Volumen des Materials nach dem Lösen ermittelt.

$$\alpha_L = V_o/V_L$$

$V_o$  = Volumen des Materials vor dem Lösen

$V_L$  = Volumen des Materials nach dem Lösen

### Anhaltswerte für Auflockerungsfaktor

Boden-/Felsklasse nach DIN 18300	Auflockerungsfaktor $\alpha_L$
1	$0,91 \geq \alpha_L \geq 0,73$
2	-
3	$0,94 \geq \alpha_L \geq 0,76$
4	$0,95 \geq \alpha_L \geq 0,69$
5	$0,84 \geq \alpha_L \geq 0,63$
6	$0,80 \geq \alpha_L \geq 0,57$
7	$0,77 \geq \alpha_L \geq 0,50$

## Anhaltswerte für Auflockerung und Überverdichtung von Boden und Fels

Bodenart / Felsart	Auflockerung in % nach Lösen	Bleibende Auflockerung (+), Überverdichtung (-) in % nach dem Einbau
<b>Boden</b>		
Grobschluff	5 bis 20	-5 bis -25
Lehm	15 bis 25	-5 bis -15
Ton	20 bis 30	+2 bis -10
Sand	15 bis 25	-5 bis -15
Kies	25 bis 30	+8 bis 0
Kies-Sand-Gemische	20 bis 25	-5 bis -15
Steinige Böden mit Feinkorn < 0,06mm	20 bis 25	0 bis -15
<b>Fels</b>		
Schluffstein, Tonstein, Mergelstein	25 bis 30	+2 bis +15
Kalkstein, Sandstein, Granit u. a.	35 bis 60	+10 bis +35

### **Massenermittlung**

Bei der Massenermittlung von Erdbauwerken ist zwischen ausgehobenen (Graben, Baugrube) und aufgeschütteten (Damm, Wall) Bauwerken zu unterscheiden.

Sofern Erdkörper abzurechnen sind, die sich nur mit einem erheblichen Rechenaufwand mathematisch exakt erfassen lassen, werden Näherungsverfahren angewandt.

Als Beispiele sind hier langgestreckte, gewundene und unregelmäßig geformte Erdkörper zu nennen, wie Dämme und Einschnitte im Verkehrswegebau.

Die Ermittlung des Rauminhaltes erfolgt aus dem Mittelwert zweier benachbarter Querprofile und dem Abstand der jeweiligen Querprofile zueinander.

Bei maßstabsrecht dargestellten Querprofilen lassen sich die Flächen in der Regel mit Planimeter aus den Planunterlagen ermitteln. Dabei ist der Mittelwert aus drei Messungen maßgebend.

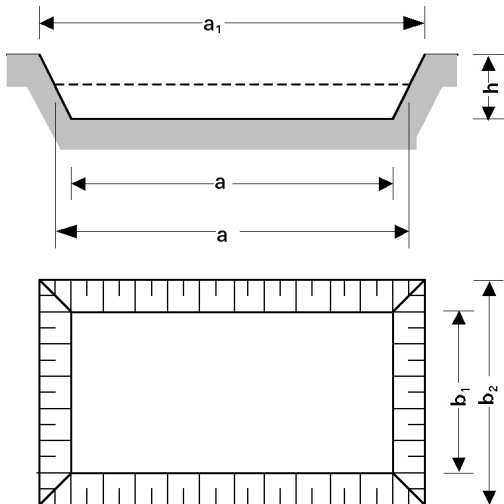


Bild 1: Ermittlung des Aushubs für eine abgeboßchte Bau-grube

Berechnung als Prisma nach der Simpson'schen Regel:

$$V_s = h/6 (G_1 + G_2 + 4 \cdot G_M)$$

$V_s$	Volumen
$h$	Höhe
$G_1$	große Grundfläche
$G_2$	kleine Grundfläche
$G_M$	Grundfläche bei $h/2$

Berechnung nach Näherungsformel 1:

$$V_1 = h \left( \frac{G_1 + G_2}{2} \right)$$

Berechnung nach Näherungsformel 2:

$$V_2 = h \cdot G_M$$

Die Ergebnisse der einzelnen Berechnungsverfahren weichen voneinander ab.

Mit größer werdendem Verhältnis zwischen oberer Grundfläche (G1) und unterer Grundfläche (G2) nehmen die Abweichungen zu.

Bei komplexen Baugruben erfolgt die Ermittlung des gesamten Volumens durch die Berechnung von Teilvolumina.

Sofern für das ein-/ausgebaute Material eine Abrechnung nach Gewicht vorgesehen ist, erfolgt dies in der Regel durch das Wiegen auf geeichten Waagen, bei Schiffsladungen durch Schiffseiche. Die entsprechenden Nachweise (z. B. Wiegescheine) sind der Abrechnung beizufügen.

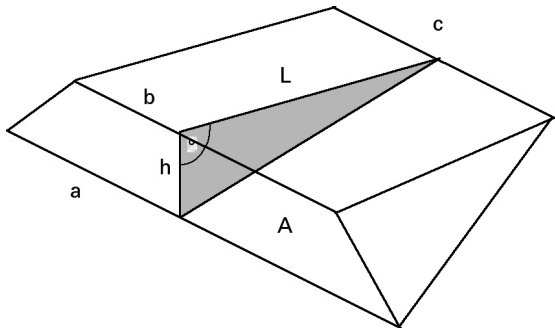


Bild 2: Berechnung des Volumens eines Keiles

$$V = \frac{L \cdot h}{2} \cdot \frac{(a + b + c)}{3} = \frac{L \cdot h}{6} (a + b + c)$$

oder in Bezug auf die Profilfläche A:

$$V = \frac{A \cdot L}{3} \cdot \left(1 + \frac{c}{a + b}\right)$$

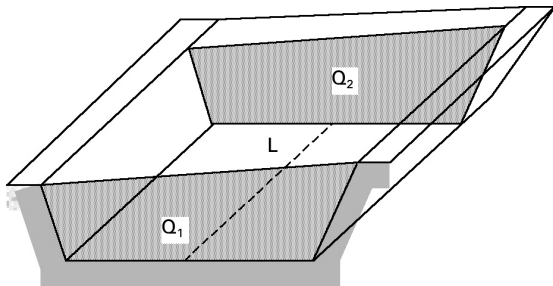


Bild 3: Geländeabtrag Straße

Das Volumen wird aus den Flächen der Querprofile und der Länge zwischen den Querprofilen ermittelt.

Die Querprofile sind dort anzulegen, wo sich die Lage oder die Neigung der Geländeoberfläche ändert.

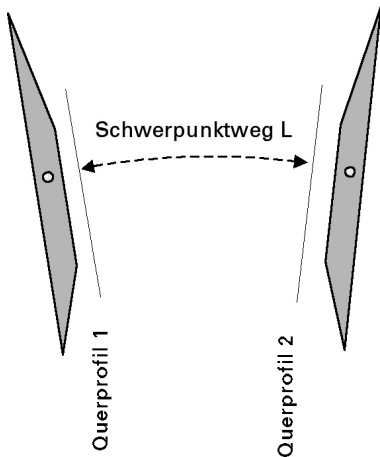


Bild 4: Bodenabtrag bei Krümmung

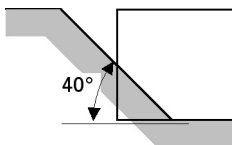
Bei gekrümmten Bauwerken ist als Länge die Bogenlänge in Längsrichtung zwischen den Schwerpunkten der benachbarten Querprofile anzusetzen.

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot L$$

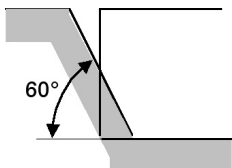


Sofern bei Baugruben und abgestuften Gräben kein Standsicherheitsnachweis erforderlich ist, gelten die folgenden Böschungswinkel:

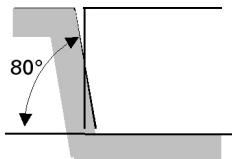
Bodenklasse 3 und 4	40°
Bodenklasse 5	60°
Bodenklasse 6 und 7	80°



Bodenklassen 3 und 4



Bodenklasse 5



Bodenklassen 6 und 7

Bild 5: Baugrubenböschungen

Wenn in den Böschungen Berme erforderlich sind, ist dies bei der Ermittlung des Böschungsraumes zu berücksichtigen.

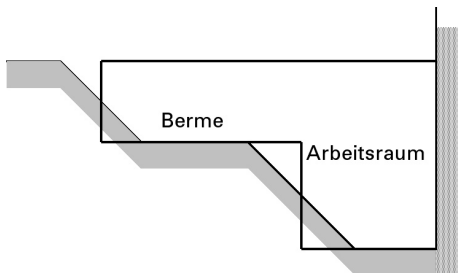


Bild 6: Baugrube mit Berme

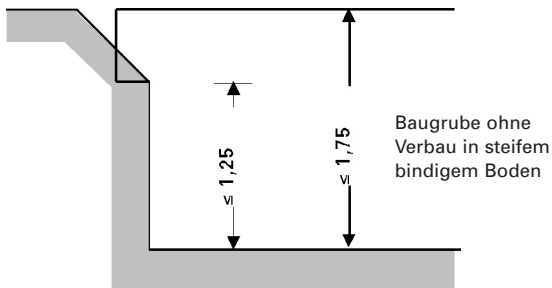


Bild 7: Baugrube mit abgeböschten Kanten