

Er d a r t	Specifisches Gewicht $\gamma$	Natürlicher Böschungswinkel $\varrho$	Reibungscoefficient $\varphi = \tan \varrho$	
Dammerde	locker und trocken . .	1,33	39° 18'	0,818
	etwas feucht . . . .	1,33	41° 17'	0,877
	ganz naß . . . . .	1,86	34° 28'	0,686
Lehm . .	locker und trocken . .	1,44	39° 39'	0,828
	etwas feucht . . . .	1,44	39° 44'	0,831
	ganz naß . . . . .	1,99	33° 41'	0,667
Sand . .	trocken . . . . .	1,68	37° 1'	0,754
	etwas feucht . . . .	1,68	39° 45'	0,832
	ganz naß . . . . .	1,95	41° 51'	0,890
Schotter . . . . .	1,68	40° 46'	0,862	
Also Erde im Durchschnitt . . .	1,65	38° 40'	0,80	

Für ganz feinen Sand hat man die Böschung  $\frac{5}{3}$ , daher den Böschungswinkel  $\varrho = 31^\circ$  gefunden; Roggenkörner haben  $\varrho = 30^\circ$ , sowie Erbsen  $\varrho = 27^\circ$  gegeben, dagegen lockerer Haldensturz aus Gneisstückchen von 18 ebem bis 0,03 ebm bestehend, sowie Steinkohlen und Schlacken in Stücken von 50 bis 120 ebem im Mittel  $\varrho = 38^\circ$ . Für Schrottkörner hat man ferner  $\varrho = 25^\circ$ , für Vogelkorn  $\varrho = 22\frac{1}{2}^\circ$  und für Sägespäne  $\varrho = 44^\circ$  gefunden. Versuche über die natürliche Böschung lockerer Massen werden durch Aufschütten und Streichen dieser Massen von unten nach oben angestellt. Dabei ist eine hinreichende Rauigkeit der Bodenfläche vorausgesetzt, damit dieselbe vermöge ihrer Reibungsfähigkeit die horizontale Druckcomponente der auf ihr ruhenden Erdmasse aufzunehmen vermag\*).

**Activer und passiver Erddruck.** Wenn eine cohesionsfreie Erdmasse  $E$ , Fig. 2 (a. f. S.), unter einer steileren Neigung gegen den Horizont, als dem natürlichen Böschungswinkel  $BAC$  entspricht, erhalten werden soll, so muß man ihrem Bestreben, auf  $BA$  abwärts zu gleiten, durch eine stützende Mauer oder Bohlenwand  $M$  entgegenwirken. Diese Stützmauer wird auf ihrer hinteren Fläche  $AD$  einem gewissen Drucke  $P$  der Erde ausgesetzt sein, welchem sie durch ihre Reaction —  $P$  das Gleichgewicht zu halten hat. Man nennt diesen Druck der Erde, welcher ein Umstürzen oder Verschieben der Mauer anstrebt und auch bewirkt, sobald die Mauer nicht

\*) S. Scheffler, Theorie der Gewölbe, Futtermauern und eisernen Brücken. Braunschweig 1857.

das erforderliche Stabilitätsmoment besitzt, den activen Erddruck, oder auch wohl schlechtweg Erddruck. Im Gegensatz hierzu versteht man unter dem passiven Erddrucke oder Erdwiderstande denjenigen Widerstand,

Fig. 2.

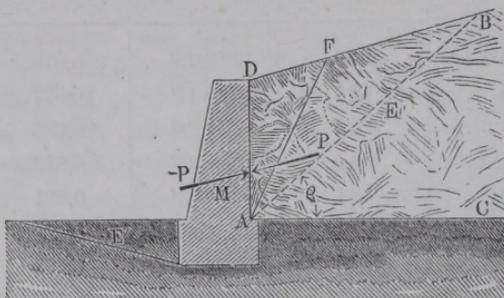
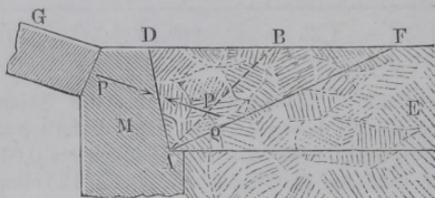


Fig. 3.



den die Erdmasse *E*, Fig. 3, einer Verschiebung entgegensetzt, welche durch die Mauer *M*, etwa in Folge der Schubkraft *P* des Gewölbes *G* angestrebt wird. Die Kenntniß des Erddruckes ist daher von besonderer Wichtigkeit für die Festsetzung der Stabilitätsverhältnisse von Futtermauern, Fig. 2, welche der Erddruck umzustürzen bzw. zu verschieben strebt. In Fig. 3 kommt der Erdwiderstand der Stabilität der Widerlagemauer zu Hülfe, ebenso wie der passive Erddruck der Erdmasse *E'*

in Fig. 2 die Widerstandsfähigkeit der Futtermauer *M* erhöht, doch muß im Allgemeinen die Berücksichtigung des passiven Erddruckes mit Vorsicht geschehen, da auf diese Wirkung von Erdmassen wegen der mehr oder minder großen Zusammendrückbarkeit der letzteren nicht mit unbedingter Sicherheit zu rechnen ist.

Die Theorien, welche bislang zur Bestimmung des Erddruckes aufgestellt worden sind, können sämmtlich nur als Annäherungen gelten, da die für den Erddruck geltenden Gesetze nur ungenügend bekannt sind, und die strenge Durchführung der bezüglichen Rechnungen zu unüberwindlichen Schwierigkeiten führt. Die verschiedenen zur Anwendung gekommenen Theorien fußen auf der Annahme, daß von der Erdmasse beim Ausweichen der Mauer *M*, Fig. 2, ein keilförmiges Prisma *DAF* auf einer ebenen Trennungsfäche *AB* wie auf einer schiefen Ebene herabgleite, so daß der auf die Mauer ausgeübte Druck *P* durch die betreffende Gewichtskomponente dieses Erdprismas dargestellt ist. Diese die Rechnung vereinfachende Annahme einer ebenen Gleitfläche wird durchgehend zu Grunde gelegt, obwohl sich aus

allgemeinen Betrachtungen erkennen läßt, daß bei einem eintretenden Zusammenstürzen des Bauwerkes die Bruchfläche eine gekrümmte sein muß. Ferner nahm man in den ersten Theorien an, daß die Bruchfläche mit der Ebene  $AB$  der natürlichen Böschung zusammenfalle, worauf später zuerst Coulomb von der ohne Zweifel richtigeren Voraussetzung ausging, daß unter allen möglichen Erdprismen, welche betreffenden Falles zum Abgleiten kommen können, jedenfalls dasjenige am ehesten zum Abbruche gelangt, welches, Fig. 2, den größten Druck  $P$  auf die Wand  $AB$  ausübt, oder welches, Fig. 3, dem ausgeübten Schube  $P$  den kleinsten Widerstand entgegengesetzt. Demgemäß spricht man von einem Prisma des größten Druckes und einem solchen des kleinsten Widerstandes.

Diese Annahme ist in den späteren Arbeiten über den Erddruck fast allgemein angenommen worden, und man hat dabei behufs Ermittlung des ausgeübten Druckes oder Widerstandes die betreffenden Gleitflächen  $AF$  der ausgesprochenen Bedingung gemäß zu bestimmen, daß die von der Erde ausgeübte Kraft in dem einen Falle, Fig. 2, ein Maximum, in dem anderen, Fig. 3, ein Minimum sei.

In der letzten Zeit hat man sich ferner bemüht, über die Gesetze, welchen die Druckvertheilung im Innern einer unbegrenzten Erdmasse unterworfen ist, ins Klare zu kommen, und wenn auch die erzielten Resultate dieser Arbeiten noch nicht das Problem als gelöst erscheinen lassen, so sind doch die Ergebnisse für die Beurtheilung der vorliegenden Fragen von entscheidener Bedeutung. Es sollen daher im Folgenden zunächst die Gesetze angeführt werden, welche für die Vertheilung des Druckes im Innern einer unbegrenzten homogenen Erdmasse gelten. Bei dieser Darstellung soll der Einfachheit und Anschaulichkeit wegen im Wesentlichen die graphische Methode befolgt werden, welche in der vorzüglichen Arbeit von Mohr\*) angegeben ist.

**Druckkräfte im Innern einer Erdmasse.** In dem Folgenden §. 3. werde eine Erdmasse von durchaus gleichmäßiger Beschaffenheit vorausgesetzt, welche nur oberhalb durch eine Ebene  $OL$ , Fig. 4 (a. f. S.), begrenzt ist. Diese Begrenzung sei gegen den Horizont  $OJ$  unter dem Winkel  $\omega$  geneigt, wobei  $\omega$  nicht größer als der natürliche Böschungswinkel  $\varrho$ , sonst aber beliebig groß sein kann. Die Erdoberfläche selbst sei als die eine Coordinatenebene ( $xz$ ) und als  $Y=Ax$  die in dem beliebigen Punkte  $O$  auf der Oberfläche senkrechte Gerade gewählt, so zwar, daß die  $Z$ -Axe horizontal und auf der Bildebene in  $O$  senkrecht ist. Man denke sich zunächst in einem

\*) Zeitschr. d. Hannov. Architekten- u. Ingenieur-Vereins. 1871.