




Analyse der Erddrucklehre:

Kritik und Vergleich bestehender Regelwerke



Warum die aktuelle Erddrucklehre mit den Berechnungsvorgaben Eurocode 7, DIN 4022 und DIN 4085 unterstützen, wenn diese nachweislich mehrfach fehlerhaft ist?



Bodenwinkel, deren Messung und Wertung

	Seite
1. Vorwort	3
2. Bodenverhalten	3
3. Bodenwinkel nach derzeitiger Lehre	5
4. Kraft-/Spannungsflächen nach derzeitiger Lehre	7
a. Verfolgung des Kraftflusses der Gewichtskraft	7
b. Keine horizontale Spannung in der Basisebene	10
c. Kippen der vertikalen Gewichtskraft in die Horizontale	12
5. Bodenwinkel nach neuer Erddrucklehre	13
6. Fazit	14

Bodenwinkel, deren Messung und Wertung

1 Vorwort

In den Dokumentationen von derzeitiger und neuer Erddrucklehre bestehen gravierende Unterschiede insbesondere bei den Bodenwinkeln, deren Einfluss auf die Form der Kraft-/Spannungsflächen und auf die Größe und Lage der Erddruckkraft. Herangezogen für den Faktenabgleich werden die Schriften der Technischen Universität München TUM, Zentrum Geotechnik und jene der neuen Erddrucklehre. Letztere zu finden in der Webseite <https://erddruckgiesler.de>. Für den Vergleich waren für die neue Lehre andere Symbolzeichen und erläuternde Begriffsbestimmungen zu wählen: Buch: S. 21ff und S. 27ff.

In der neuen Lehre ist als Novum die Berechenbarkeit der Bodeneigenschaften zu benennen, wobei unter dem Begriff 'Boden' sich alle Felsgesteine und ihre Auflösungsprodukte zusammenfassen lassen, egal ob diese magmatischen, metamorphen oder sedimentären Ursprungs sind. Bei steigender Berechnungshöhe verlieren für die Erddruckermittlung selbst Böden mit extremen Korn-, Richtungs- und Verteilungsgefüge an Bedeutung Buch: 3 Berechnung von Bodeneigenschaften, S. 85ff.

Für den Faktenabgleich wird Bildmaterial verwendet. Dabei steht der Begriff 'Bild' für Fotografien und Abbildungen aus Forschungsprojekten der Technischen Universität München (TUM), die in den entsprechenden wissenschaftlichen Publikationen und Dokumentationen verwendet werden. Die neue Lehre nutzt für ihre schematischen Darstellungen und Grafiken den Begriff Abbildungen 'Abb.'.

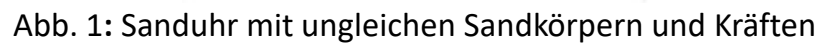
2. Bodenverhalten

Das Bewegungs- und Kräfteverhalten von Böden in freier Natur lässt sich nachvollziehen am Betrieb einer Sanduhr, siehe Kurzfassung zur neuen Lehre, S. 2.

Sand, der aus dem oberen Glaszylinder der Uhr in den unteren Zylinder fließt, lagert sich am Boden als Kreiskegel ab. Dieser Kegel kann keine horizontalen Kräfte entwickeln, die über seine Seitenfläche nach außen wirken, d. h. der Sand bleibt inaktiv. Diese Passivität lässt sich auf Erdkörper übertragen, deren Schwerpunkt im unteren Drittel der Körperhöhe zu finden ist.

Dreht man die Uhr um 180°, wird der Sand durch externe Kraft/Drehung vom unteren in den oberen Behälter gehoben. Jetzt mit der Schwerpunktlage im oberen Bereich des Kreiskegels wird der Sand aktiv und kann Druck über seine Seitenfläche auf den Glasbehälter ausüben. Dieses Kraftverhalten ist vergleichbar mit einem Bodenkeil hinter einer Stützwand, der in Abhängigkeit der Bodenart und ihres Neigungswinkels die Wand belastet.

Der Erdkeil, mit dem Schwerpunkt in $H/3$, wird in der Bauwirtschaft zur Abstützung einer maroden Stützwand angelegt, hier jedoch unter dem natürlichen Scherwinkel, Abb. 128.



Technical drawing of a roof structure showing dimensions and labels. The drawing includes a plan view (top) and a side elevation view (bottom).

Plan View (Top):

- Overall width: $b = 4,88$
- Width of the base: $bo = 1,89$
- Width of the roof: br
- Labels: C , A , A' , M , B , L
- Labels: Al , Ar
- Label: Nt
- Label: s
- Label: $Baseisebene$
- Label: $Nelgungsebene$

Side Elevation View (Bottom):

- Overall height: $ht = 2,28$
- Height of the base: $hk = 2,95$
- Height of the roof: hmo
- Height of the roof: hmu
- Width of the base: $bue = 3,78$
- Width of the roof: $bu = 1,89$
- Labels: D , B , L
- Labels: $0,55$, $0,55$

ABViewer 14 trial version - www.cadsofttools.com

Abb. 121 zeigt die natürliche Scherebene C-L, welche aus dem Erdkeil C-A-B die gleichgroßen Flächen Al und Ar entstehen lässt.

4

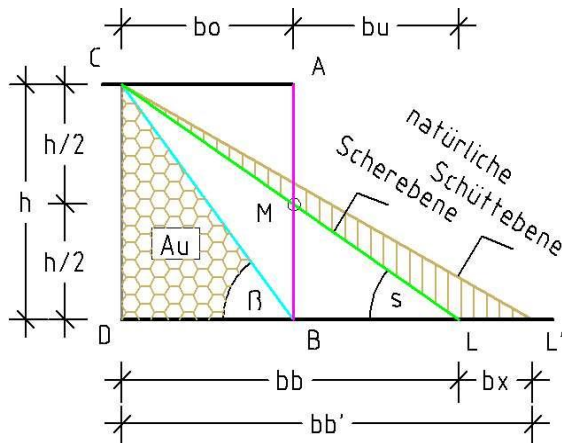


Abb. 122 zeigt die Volumenmehrung infolge der Bodenauflockerung C-L'-L

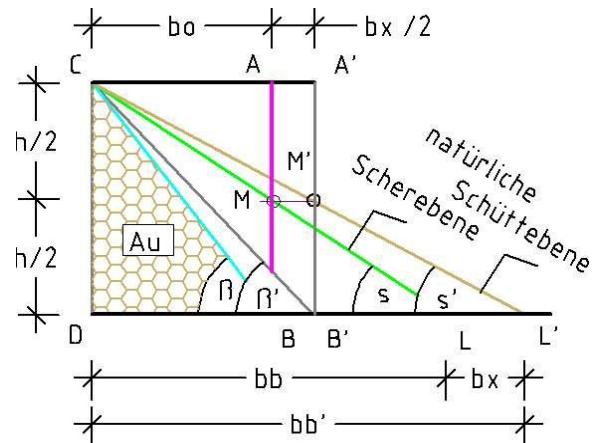


Abb. 123 zeigt die Veränderungen der Winkel infolge der Bodenauflockerung.

3. Bodenwinkel nach derzeitiger Lehre

Zur Messung der Bodenwinkel wird in der Schrift „Scherfestigkeit I“ der TUM unter I.4, S. I.11 vorgetragen. Der Zusammenhang zwischen Winkelmessung und Erddruckberechnung wird dargestellt auf S. 1.5 mit dem Bild I01.70: Physikalische Ebene und Mohr'scher Spannungskreis.

Zur Messung des Scherwinkels ϑ , auch als Gleit-, Bruch- oder Neigungswinkel in der Literatur vorgestellt, wird ein Erdkörper in eine Armaturngasse eingespannt und Druck auf ihn ausgeübt. Hierbei soll sich eine lineare Bruchebene nach Bild I06.40 einstellen. Vergleicht man die Bruchverläufe des abgepressten Betonwürfels, die nicht linear verlaufen, Abb. 38, so kommen Zweifel an den Messergebnissen auf. Die Bedenken verstärken sich durch die Erkenntnis, dass sich Probekörper aus nur wenigen Bodenarten ziehen lassen und weitere Bodeneigenschaften, wie Wassergehalt und Verdichtungsgrad, bei der Winkelmessung unberücksichtigt bleiben. Es stellt sich die Frage, wie lassen sich aus den spärlichen Messergebnissen die Unmenge von Zahlenwerten ersinnen, die in Tabellen für die Erddruckberechnungen nach EC7 und DIN 4085 vorgehalten werden?

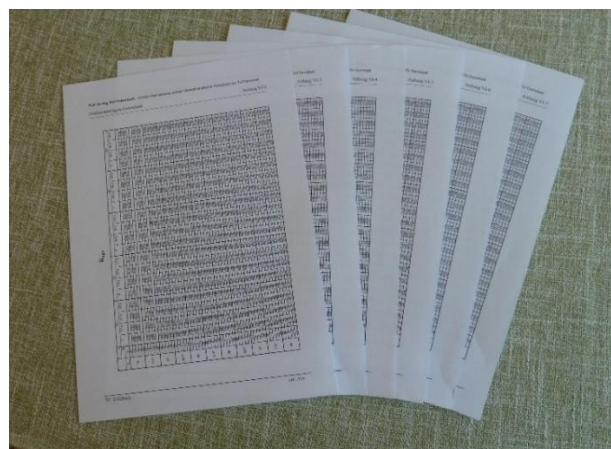
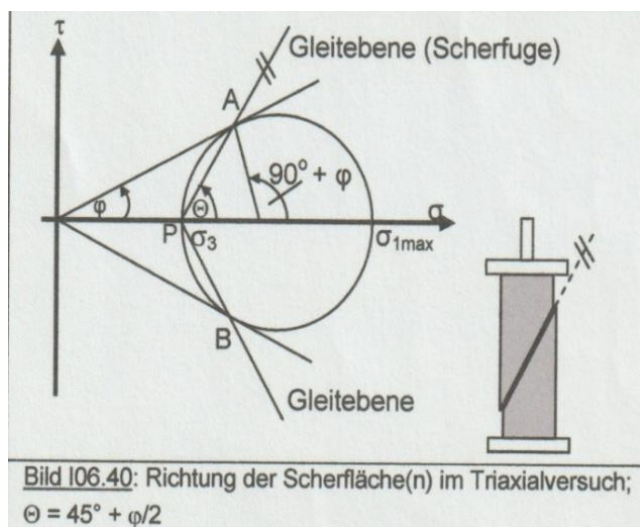


Abb.: Studienunterlagen Geotechnik, TU Darmstadt – Prof. Dr. Rolf Katzenberg - Anlage VI-2 – Erddruck vom 10.03.2014

Im Verfahren zur Messung des Bruch- oder Gleitwinkels $\vartheta = \Theta$ wird die auf den Probekörper aufgebrachte Vertikalkraft umgewandelt in horizontale Kräfte. Gleiches Kräfteverhalten zeigt sich innerhalb eines Betonwürfel unter Pressdruck. Will man das Verfahren zur Winkelbestimmung übertragen auf Böden in freier Natur, so ist zur Umwandlung des vertikalen Kraftflusses aus Oberflächenlast und Erdeigengewicht in eine Horizontalkraft eine Schicht aus Felsgestein oder Beton erforderlich, Bild 31. Da diese Konstellation bei Böden in freier Natur bei nur 0,1% vorkommt, dürften die Ergebnisse der mit dem Bruchwinkel vorgenommenen Erddruckberechnungen zu 99,9 % fehlerhaft sein. Dieses Thema wird auf Seite 10 dieser Abhandlung vertieft.

Schrift TMU: Scherfestigkeit 1.6, S. I.14f.



Anmerkung: Lineare Bruchebenen lassen sich möglicherweise durch Einbauten in den Armaturen erzwingen.

Neue Erddrucklehre – Kurzfassung:
 2.12



Abb. 38

Bruchverläufe im Beton-Probewürfel

Die derzeitige Lehre führt neben dem Bruchwinkel ϑ den Wandreibungswinkel $\delta\alpha = \phi'$ ein, Bild P05.60. Er soll beeinflusst durch Bodenreibung, an der dem Erdreich zugewandten Wandfläche eine gekrümmte Gleit- oder Bruchebene ausbilden. Ferner sollen Wanddrrehungen und Wandkippen auf die Erddruckberechnungen Einfluss nehmen können. Diese Mutmaßungen sind widerlegbar. Gekrümmte Gleitebenen stellen sich selbst beim Abgleiten von Böden unter Wasser nicht ein, Abb. 63. Eine Bodenreibung kann nach dem Regelwerk der Physik nur durch Bewegung von Wand oder Boden entstehen, eine derartige Reibung lässt sich vor Ort aber nicht erkennen. Wandkippen und Wandbewegungen sind im Bauwesen als Baumängel zu verfolgen.

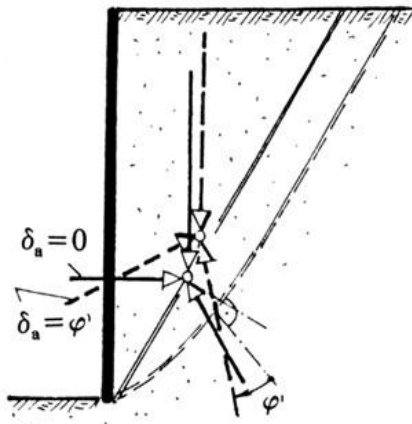


Bild P05.60: Schnitt und Kräfteck der Kräfte in einem Punkt

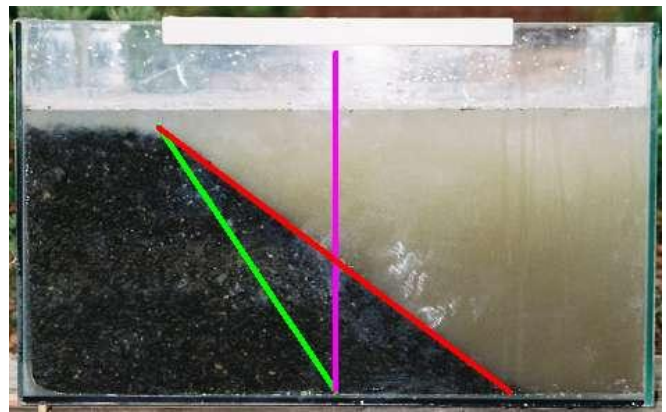


Abb. 63 zeigt die Gleitebene des Basaltgrus unter Wasser.

4. Kraft-/Spannungsflächen nach derzeitiger Lehre

a) Verfolgung des Kraftflusses der Gewichtskraft

Es wird vorgegeben die Fläche der Gewichtskraft G (Bild P05.50) über den Winkel ϑ und die Höhe H zu ermitteln und hiernach die Gewichtskraft G , Querkraft Q und Erddruckkraft Ea in einem Punkt auf der Bruch- /Neigungsebene zu konzentrieren. Die weitere Berechnung der Kraftgrößen findet sich in der Schrift 'Erddruck', S. 10.

Da die Kraftbündelung auf der Neigungsebene dem Regelwerk der Physik widerspricht, wurden die Gewichtskraft und ihre vektoriellen Komponenten Normalkraft FN und Hangabtriebskraft FH auf den Schwerpunkt ausgerichtet. Die weitere Kraftentwicklung wird in den Abb. 32 bis 36 dargestellt. Es zeigt sich, dass diese Kraftverteilung der 'Klassischen Erddrucklehre' von Monsieur de Coulomb entspricht und ihre Richtigkeit durch die Erfüllung des Gleichgewichts der aktiven und reaktiven Kräfte innerhalb eines Kreises bestätigt wird, siehe nachfolgende Abb. 53.

Schrift TMU: P Erddruck, P.5.3, S. P.10

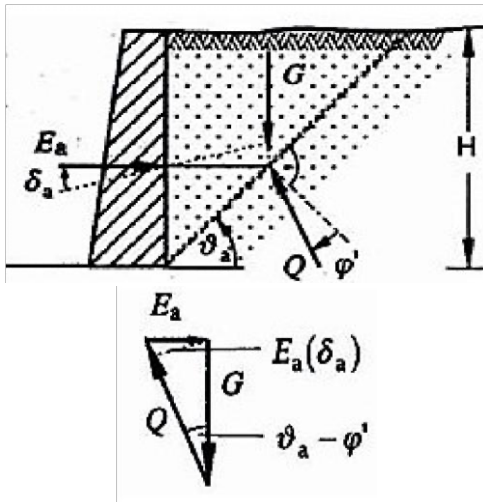


Bild P05.50

Schnitt und Kräfteck der Kräfte, Gewichtskraft, Quer- und Erddruckkraft in einem Punkt auf der Bruchebene.

Die Keilfläche der Gewichtskraft G errechnet sich über die Höhe H und den Winkel ϑ_a .

Die Kraftverteilung nach dem Regelwerk der Physik, Buch: 2.6, S. 68f.

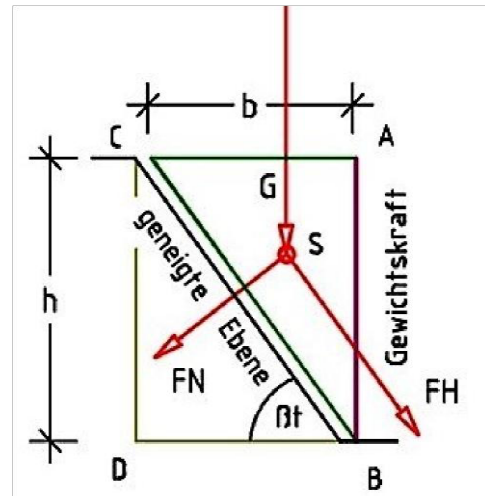


Abb. 32 Erdkeil mit Ansatz der Gewichtskraft G , der Normalkraft FN und der Hangabtriebskraft FH im Schwerpunkt S .

Nach neuer Lehre ist anstatt des Winkels ϑ_a der Neigungswinkel βt anzusetzen.

Neue Erddrucklehre, Buch: 2.6, S. 68f.

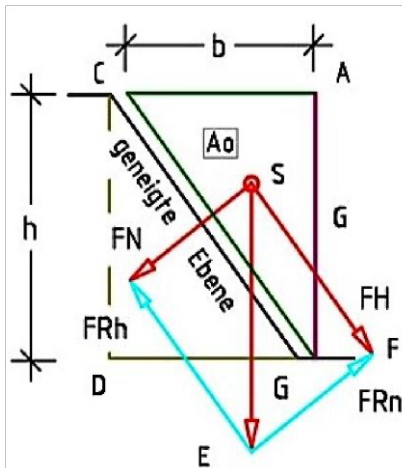


Abb. 33

Das Parallelogramm der Kräfte entsteht, wenn G unterhalb von S angesetzt und den aktiven Kräften FN und FH ihre reaktiven Kräfte hinzugefügt werden.

Neue Erddrucklehre, Buch: 2.6, S. 68f.

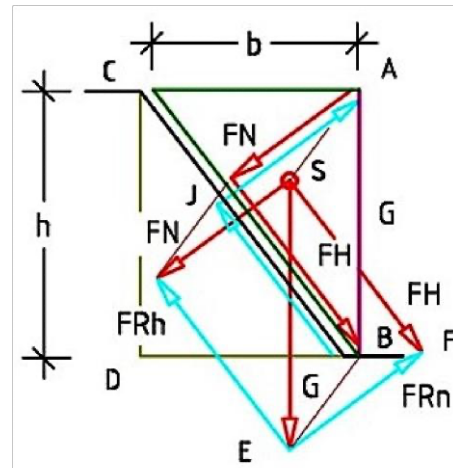


Abb. 34

Mit der Verschiebung der Kraft G in die Ebene A-B nehmen auch die Normalkraft FN und die Hangabtriebskraft FH ihre neuen Positionen im Erdkeil ein.

Neue Erddrucklehre, Buch: 2.6, S. 68f.

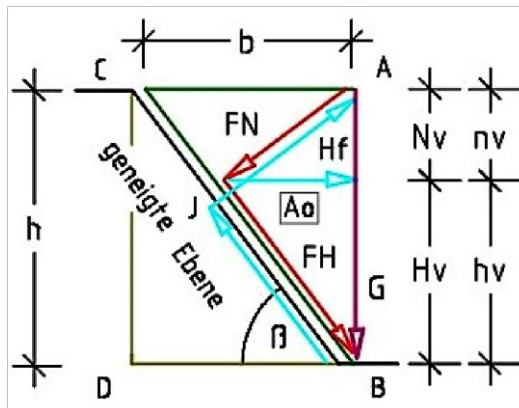


Abb. 35

Im Erdkeil C-A-B zugeordnet sind den Kräften FN und FH die aktiven und reaktiven Krafrichtungen.

Sie verlaufen parallel, nehmen aber konträre Richtungen ein. Nur bei der Erddruckkraft Hf vereinen sich aktive und reaktive Krafrichtung und wirken gemeinsam gegen die Wand (aktiver / roter Pfeil nicht eingezeichnet).

Neue Erddrucklehre, Buch: 2.6, S. 68f.

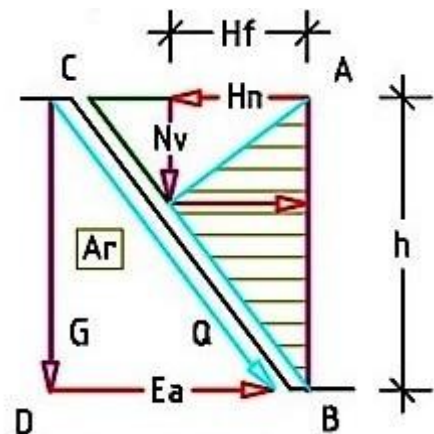


Abb. 36

Die Gewichtskraft aus der schraffierten Fläche mit der Berechnungstiefe a entspricht der vertikalen Kraft Hv .

In gleicher Weise lässt sich die horizontale Kraft Hf ermitteln über die Gewichtskraft, die sich errechnet über die Keilfläche mit der Höhe nv und der Breite hf multipliziert mit der Bodendichte.

Neue Lehre, Buch: 2.6, S. 78.

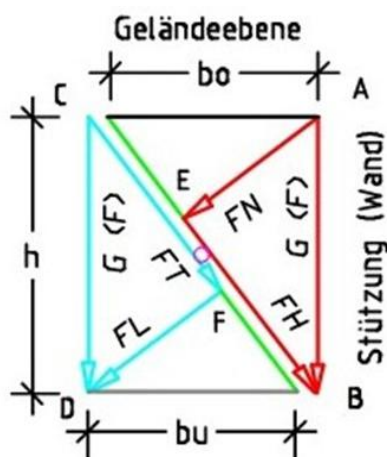


Abb. 41

Die Fläche C-A-B-D mit der Berechnungstiefe a wird als Erdblock benannt.

Er wird durch die Neigungsebene aufgeteilt in den oberen aktiven und den unteren reaktiven Teil.

Neue Erddrucklehre, Buch: 3.2, S. 95.

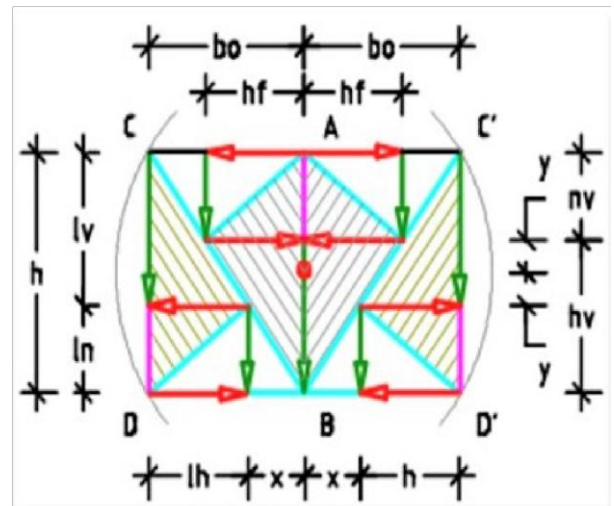


Abb. 53

Die Kraftverteilung nach dem Regelwerk der Physik lässt innerhalb eines Kreises infolge der aktiven und reaktiven Krafrichtungen das Gleichgewicht der Kräfte entstehen.

b) Keine horizontale Spannung in der Basisebene

Nach dem Bild P05.120 ist der Spannungskeil bei belasteter Oberfläche über die Keilhöhe und die Winkel $\delta_{xx}(g)$ und $\Delta \delta_{xx}(p)$ zu ermitteln und so aufzustellen, dass die größte horizontale Spannung in der Basisebene des Erdkeils zu liegen kommt. Diese Lage der horizontalen Spannung wird widerlegt durch die Versuchsanordnung 2.10 ‚Bestimmung der Höhenlage der Erddruckkraft‘, Kurzfassung der neuen Lehre, S. 10.

Schrift TMU: P Erddruck, P.5.7, S. P.14

Neue Erddrucklehre – Kurzfassung: 2.12

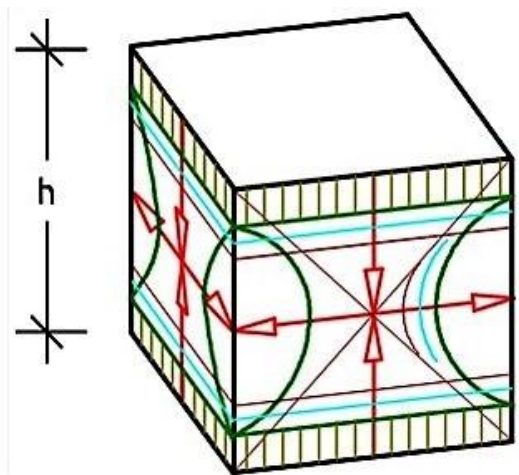
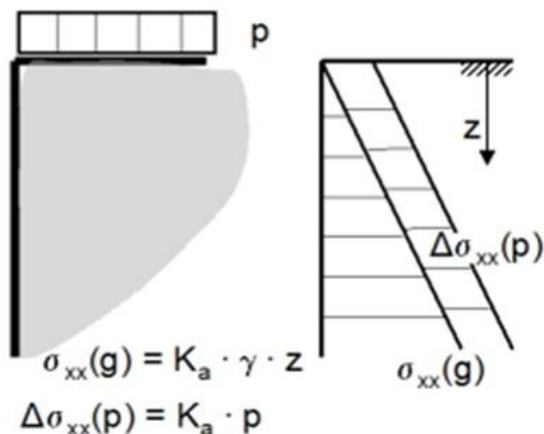


Bild P05.120

Erdspannungen aus belasteter Geländeoberfläche mit größter horizontaler Erdspannung in der Basisebene.

Abb. 39

Horizontale Spannungen im Beton-Probewürfel verlaufen in der Körpermitte

Deutsche Wikipedia

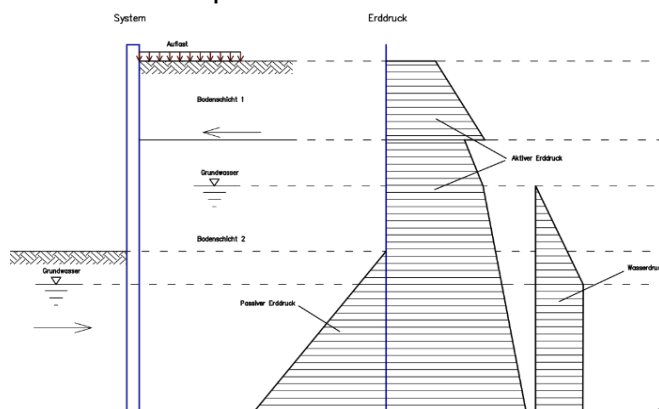


Bild zeigt eine Geometrie von Erdspannungen gegen eine Wand (Aktiver Erddruck) bei anstehendem Grundwasser mit maximaler horizontaler Spannung in der Basisebene des Erdkeils.

Englische Wikipedia

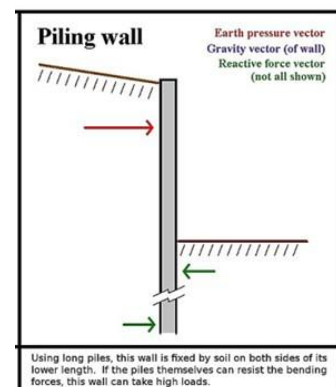
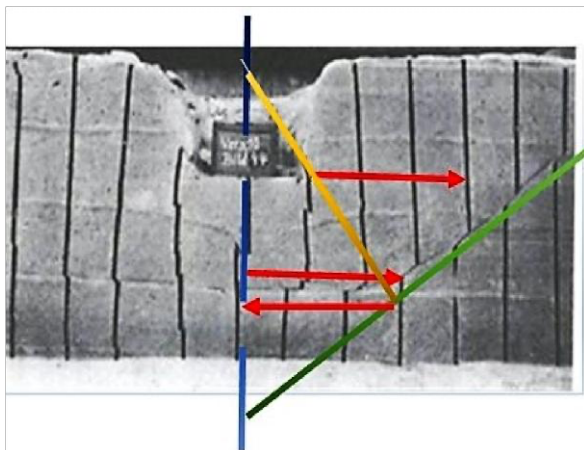


Abb. zeigt die Höhe der Erddruckkraft (rot) gegen die Stützwand für den englischsprachigen Raum nach englischer Wikipedia, nachempfunden nach Coulomb.

Die in die Dt. Wikipedia neu aufgenommene 'Geometrie der Erdspannungen' mag wohl brillieren, findet aber weder Bestätigung im Bodenverhalten noch in den reinen Grundlagen der Physik. Umfangreiche Versuchsanordnungen mit Böden in trockenen, feuchten und nassen Zustand sowie mit Böden unter Wasser zeigten die Erddruckkraft in Abhängigkeit der Bodenwinkel β , β_e und β_e' , wie nachstehend in der Abb. 11 dargestellt. Um Erdspannungen beim Abgleiten von Erdmassen gezielter verfolgen zu können, wurde die Versuchsanordnung 4 durchgeführt. In eine Kammer eines Glaskastens wurde schichtweise zunächst trockener und zuletzt nasser Basaltgrus eingebaut. Eingelegte rosafarbige Papierstreifen zwischen den Schichten sollten die Bodenbewegungen beim Abgleiten des Gruses sichtbar machen. Nach dem Ziehen der eingestellten Glasscheibe glitt der Basaltgrus bis zur Glasboden der zweiten Kammer ab, **wobei keinerlei Spuren horizontaler Erdkräfte / Erdspannungen in der Basisebene unterhalb des stehenden Erdkeils erkennbar waren**, siehe Webseite, Schrift, 'Studie Erddruckberechnungen', S. 52.

Auch die Universität Berlin hat sich dem Abtrag von Oberflächenlasten gewidmet und hierzu eine Versuchsanordnung veröffentlicht, Heft 28. S. 122 Bild 01.

DEGEBO Berlin



Das Bild 01 zeigt ein flach gegründetes Einzel-fundament eingelagert in einem nichtbindigem Boden, der eingebaut worden ist in eine Betonwanne. Vergleiche Abb. 26.

Erddruck-Studie: März 2015, 5.5.7, S.19 und Buch 2.3, S. 55f.

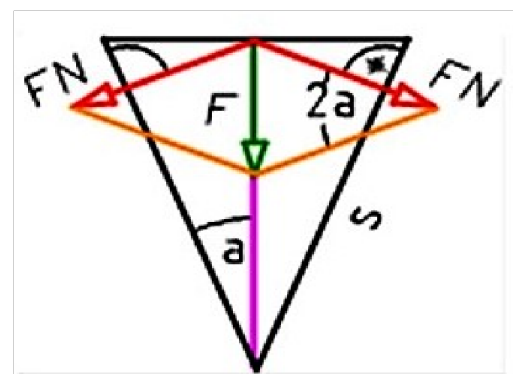


Abb. 26 zeigt die inneren Kräfte des physikalischen Keils bei vertikaler Belastung F .

Die Versuchsanordnung der DEGEBO Berlin lässt horizontale Bodenverschiebungen infolge der Fundamentbelastung erkennen, die nach Höhe und Lage den Kraftverläufen des physikalischen Keils ähneln, Abb. 26. Nicht aber zeigten sich Wirkungen horizontaler Kräfte im Sohlbereich des Beckens, wie diese im Bild P05.120 von der derzeitigen Lehre vorgegeben werden.

c) Kippen der vertikalen Gewichtskraft in die Horizontale

Zur Darstellung von Druck- und Schubspannungen im Erdkörper bedient sich die derzeitige Lehre des Mohr'schen Spannungskreises und ordnet die Gewichtskraft auf der Abszisse zwischen den Spannungen $\delta 1$ und $\delta 3$ ein.

Schrift TMU: Scherfestigkeit, S. I.5

Neue Erddrucklehre – Kurzfassung: 2.5

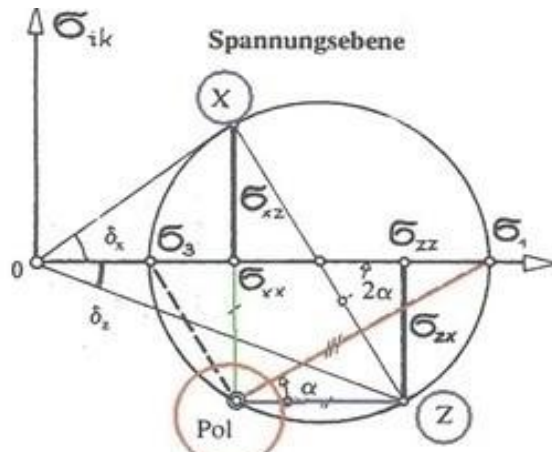


Bild I01.70: Mohr'scher Spannungskreis

Auf der Abszisse positiv dargestellt sind die Druckspannungen und auf der Ordinate die Schubspannungen, siehe Schrift Scherfestigkeit I.1.6, S. 1.5

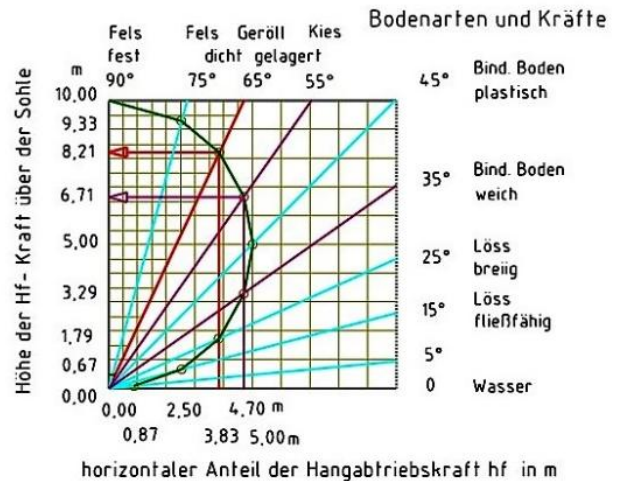


Abb. 11

zeigt die Abhängigkeiten von Neigungswinkel, Erddruckkraft und Angriffshöhe gegen die Wand im 'Halbkreis der Bodenarten'

Die Gewichtskraft wirkt entsprechend der Gravitation stets lotrecht. Daher können Erddruckberechnungen, bei denen die Gewichtskräfte in die Horizontale gelegt wird, nur fehlerhafte Ergebnisse bringen (Bild I0170: Mohr'scher Spannungskreis).

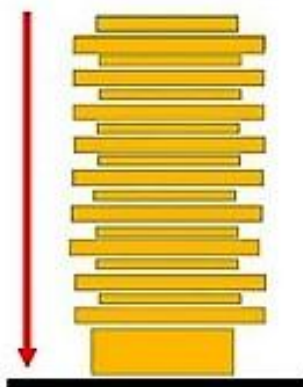


Abb. 402

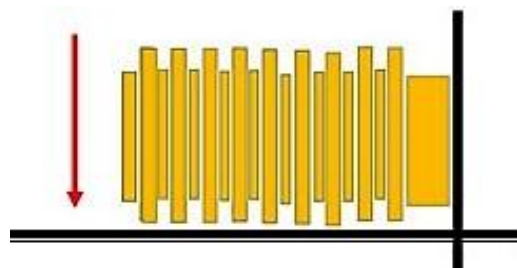


Abb. 403

Abb. 402 Gewichtskraft G eines stehenden Gebäudes

Abb. 403 Gewichtskraft G eines horizontal gelegten Gebäudes

5. Bodenwinkel nach neuer Erddrucklehre

Im Regelfall ist der Neigungswinkel β maßgebend zur Bestimmung der Gewichtskraft und der Größe und Lage der Erddruckkraft (Abb. 35). Oberflächenlasten sowie unregelmäßige Bodenschichtungen und weitere Einflüsse auf den anstehenden Boden, wie Verdichtung, Auflockerung, Wasserzugabe und Wasserentzug schaffen neue Winkel und lassen neue Bodenarten mit eigenen Bodeneigenschaften entstehen. Der Umbau der Bodeneigenschaften lässt sich über die Veränderungen der Feststoff- / Poren- und Wasservolumina verfolgen, Buch 1, S. 31ff.

Nachstehend gezeigt wird die Winkeländerung infolge Geländebelastungen /Auflasten.

Neue Lehre, Buch: 2.5.3, S. 66ff.

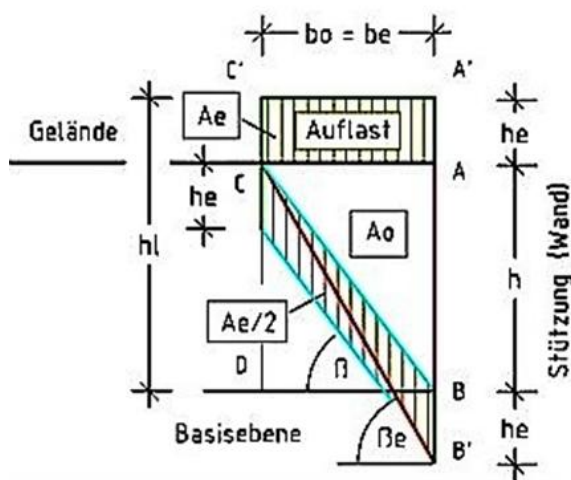


Abb. 30

Kraftfläche C-A-B mit dem Neigungswinkel β wandelt sich durch die auf die Geländeoberfläche aufgetragene Auflast

Die Auflast, in der Ansicht gekennzeichnet durch die Fläche Ae, bildet im Erdreich eine gleichgroße Fläche aus, die sich aber in einen aktiven und einen reaktiven Part teilt. Wird der vertikale Kraftabbau der Auflast gewährleistet, bildet sich die Neigungsebene unter Auflast C-B' mit dem Neigungswinkel β_e aus.

Die Winkel β_e und ϑ sind gleich, ihr vertikaler Kraftfluss wurde horizontal umgeleitet.

Neue Erddrucklehre, Buch: 2.5.3, S. 67

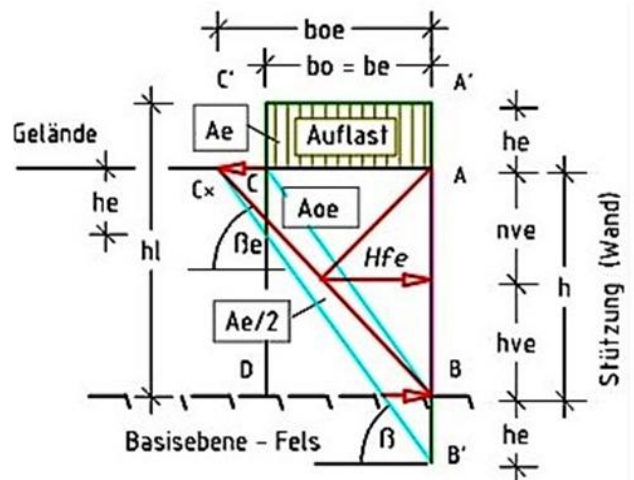


Abb. 31

Kraftabtrag der Auflast bei behindertem vertikalen Kraftfluss und Kraftumlenkung in horizontale Richtung

Wird im Erdreich unterhalb der Basissebene (Punkt B) die Ausbreitung der Auflastfläche Ae durch eine Sperrschicht unterbunden, breitet sich die Abtragsfläche Ae horizontal bis zum Punkt C^x aus. Damit entsteht die "Neigungsebene unter Auflast" C^x-B mit dem abgeflachten Neigungswinkel β_e' .

Damit: Winkel $\beta_e \neq \beta_e'$

In den Abbildungen 30 und 31 kann gezeigt werden, dass die Auflast sich im Erdreich über eine aktive und eine reaktive Keiffläche abträgt. Unbekannt ist diese Teilung in den Berechnungsvorgaben der zeitigen Lehre, Bild P05.120.

6. Fazit

Es wurde der Nachweis erbracht, die aktuelle Erddrucklehre nach TUM widerspricht den grundlegenden physikalischen Prinzipien, wie dem Gesetz von Newton über die Kräfteverteilung.

So nutzt die Lehre für ihre Erddruckberechnungen den Bruch-, Gleit- oder Neigungswinkel ϑ , den sie an in Aggregaten eingespannten Erdkörpern unter Druckausübung misst. Bei Böden in freier Natur käme ein vergleichbarer Berechnungsfall ‚belastete Geländeoberfläche mit Behinderung des vertikalen Kraftabbaus durch eine Sperrschicht aus Beton oder Felsgestein‘ höchstens zu 0,1% vor. Da die Lehre den Winkel ϑ in allen Erddruckermittlungen verwendet, wären deren Ergebnisse zu 99,9 % fehlerhaft.

Probekörper für die Winkelmessung in Armaturen müssen bei ihrer Entnahme eine gewisse Festigkeit besitzen und lassen sich daher aus maximal fünf Bodensorten gewinnen. Dabei nicht erfasst werden Bodeneigenschaften, wie Bodenart, Verdichtungsgrad und Wassergehalt. Bemerkenswert bleibt, wie man aus den wenigen Messdaten eine Unmenge empirischer Zahlenwerte für alle Bodenarten und Eigenschaften kreieren kann. Den Aufstellern von Erddruckberechnungen bietet die breite Streuung der in Tabellen angebotenen Werte deren Bauvorhaben in einen günstigeren Kostenrahmen zu versetzen und Gutachtern bei einem Schadensfall die Schadensursachen ohne sachlichen Bezug der einen oder anderen Partei zuzuweisen. Durch die Berechenbarkeit aller Bodeneigenschaften schließt die neue Erddrucklehre Manipulationen mit Bodenwerten aus, da Bodeneigenschaften in einem direkten Abhängigkeitsverhältnis zueinanderstehen. Es wird erkannt, ändert sich ein Bodenwert, entsteht eine neue Bodenart mit eigenen Eigenschaften.

Die derzeitige Lehre berechnet die Erdspannungen gegen eine Wand über einen Spannungskeil, dessen Schwerpunkt in $H/3$ liegt. Die maximale horizontale Erddruckkraft fällt damit in der Basisebene des Keils. Die derzeitige Lehre begründet ihr Vorgehen mit dem Mohr'schen Spannungskreis. Es soll es erlauben zur Darstellung der Druck- und Schubspannungen im Koordinatensystem, die vertikale Gewichtskraft G auf die Abszisse zu legen. Für die Berechnung der Erddruckkraft wäre die Umwandlung der vertikalen Gewichtskraft in eine Horizontalkraft wohl abwegig. Kein Statiker würde davon ausgehen, dass die Bodenbelastung unter einem stehenden Hochhaus unverändert bleibt, wenn das Gebäude gekippt, d.h. auf die Seite gelegt wird.

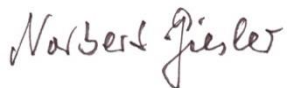
Es kann zusammengefasst werden, die derzeitige Erddrucklehre und die daraus entwickelten Regelwerke, EC7 / DIN 4085 und weitere sind nachweislich mehrfach fehlerhaft. Ihre Anwendungen können zu Bauschäden, verletzten und toten Personen führen.

Eine Überarbeitung nachstehender DIN wird angeraten:

DIN 1054 / EC/7, DIN 4020 bis DIN 4023, DIN 4030, DIN 18196, DIN 18300, DIN 19682-1+2, DIN 19682-2, DIN 19682-12, DIN EN 1997-1, DIN EN ISO 14688-1, DIN EN ISO 14688-2, DIN EN ISO 14689-1 und weitere.

Aufgestellt:

Lohfelden, Dez. 2025

A handwritten signature in dark ink, reading 'Norbert Giesler' in a cursive script.

Norbert Giesler