

1. Übung – Grundlagen der Seismik, Elastische Moduln

Man betrachte das folgende Untergrundmodell, das die Verteilung der seismischen P-Wellengeschwindigkeit v_P , der S-Wellengeschwindigkeit v_S , und der Dichte ρ in einem Kies-Sand-Gemisch beschreibt. Der Grundwasserspiegel liegt in einer Tiefe von 10 m. Unterhalb dieser Tiefe verändern sich die seismischen Geschwindigkeiten und die Dichte des Materials aufgrund der Tatsache, dass der Porenraum nicht mehr mit Luft, sondern mit Wasser gefüllt ist.

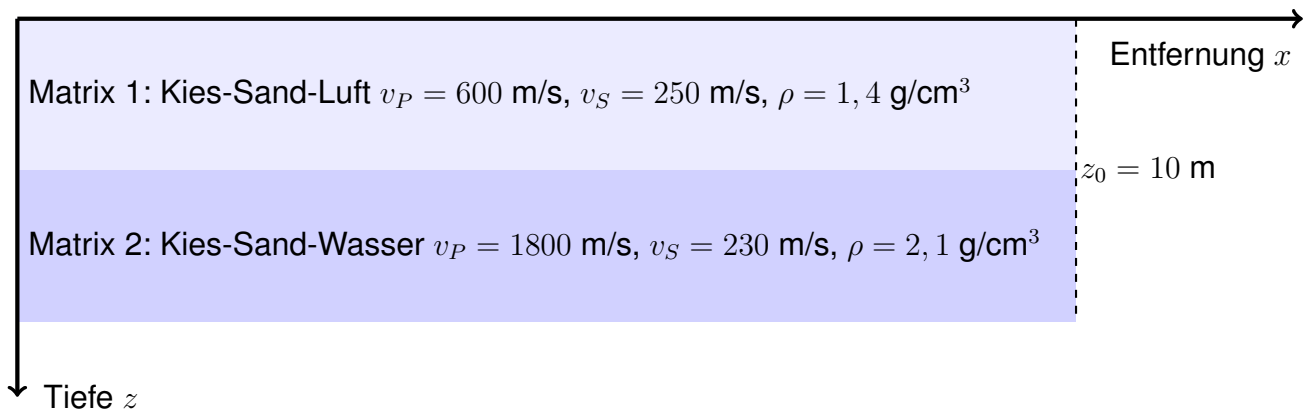


Abbildung 1: Tiefenschnitt eines homogenen Kies-Sand-Gemischs, das durch den Grundwasserspiegel in zwei Schichten aufgeteilt wird. Die obere Schicht besteht aus einer Matrix aus Kies, Sand und Luft, in der unteren Schicht ist der Porenraum mit Wasser verfüllt. Dargestellt sind die Werte der seismischen Wellengeschwindigkeiten und der Dichte in den beiden Schichten. Es handelt sich um typische Werte für Lockersedimente ober- und unterhalb eines Grundwasserspiegels.

1. Bestimmen Sie Kompressions- und Schermoduln für die beiden Schichten.
2. Erläutern Sie, warum sich die elastischen Moduln in der beobachteten Art ändern.
3. Eine seismische Punktquelle (z.B. Hammerschlag) an der Erdoberfläche strahlt P- und S-Wellen ab. Gehen Sie für beide Wellentypen von einem Abstrahlwinkel von 30° an der Quelle (15° zum Lot) aus. An der Grenzfläche zum unteren Medium wird ein Anteil der Energie in das untere Medium gebrochen (transmittiert) und ein Anteil reflektiert. Sowohl bei der Transmission als auch bei der Reflexion können aus P-Wellen S-Wellen entstehen und umgekehrt. Dies bezeichnet man als Wellenkonversion. Zeichnen Sie zuerst den Strahlverlauf einer P-Welle ein, die in das untere Medium als P- und S-Welle transmittiert wird. Benutzen Sie dazu das Snellius'sche Brechungsgesetz.
4. Wie sieht im Vergleich dazu der Strahlverlauf einer transmittierten P- und S-Welle bei einfallender S-Welle aus?
5. Wie sehen die Strahlverläufe der reflektierten P- und S-Wellen aus? Auch hier können sich wieder konvertierte Wellen bilden.

6. Was versteht man unter dem *kritischen Winkel* und wie groß ist er für P- und S-Wellen in dem vorliegenden Fall?
 7. Wie sähe der Strahlverlauf der P-Welle für ein Medium mit vielen Schichten aus, wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit der P-Welle mit der Tiefe konstant zunimmt?
 8. Wie lange benötigt eine P-Welle mindestens, um von einem Schusspunkt an der Erdoberfläche ein Bohrlochgeophon in 20 m Tiefe zu erreichen?
 9. Welche weiteren Wellentypen wären bei einer Feldmessung (Hammerschlagseismik) in den Seismogrammen erkennbar?
-