

Grenzzustände beim Hydraulischen Grundbruch an Baugrubenwänden

*Dipl.-Ing. R.-B. Wudtke, Bauhaus-Universität Weimar, Professur Grundbau
e-mail: robert-balthasar.wudtke@bauing.uni-weimar.de*

Der aktuell gültige Ansatz zur Analyse der Sicherheit gegen einen hydraulischen Grundbruch an einer Baugrubenwand stützt sich im wesentlichen auf Erkenntnisse von Terzaghi [5]. Die Definition eines Kontrollvolumens, dessen Breite der halben baugrubenseitigen Einbindung der Wand entspricht, geht auf Ergebnisse, gewonnen durch Versuche mit nicht bindigem Boden, zurück und deckt sich mit Versuchsergebnissen von Bažant [1] und Knaupe [3]. Dem Nachweis des hydraulischen Grundbruchs liegt die Modellvorstellung zu Grunde, dass der Bereich des Kontrollvolumens gewichtslos wird, seine Kontinuität verliert und aufschwimmt. Widerstände infolge einer durch Volumenvergrößerung aktivierten Reibung finden hierbei keine Berücksichtigung. Bei einer äquivalenten Situation in bindigem Boden können entsprechend DIN 1054 zusätzliche Widerstände aktiviert werden. Dem Ansatz von Davidenkoff [2] folgend ist es beispielsweise möglich an einem Kontrollvolumen mit variierender Breite Scher- und Zugwiderstände im Boden zu aktivieren.

Angeregt von der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) werden derzeit an der Bauhaus-Universität Weimar, Professur Grundbau, Untersuchungen durchgeführt bei denen speziell die Art des hydraulischen verursachten Versagens an einer Baugrubenwand im bindigen Boden im Fokus steht. Zentrale Ziele der Untersuchungen sind die versuchstechnische Abbildung des Versagens, die Klärung der Größe des Aufbruches und der Identifizierung von Vorankündigungsphänomen und Zeiträumen in denen diese gültig sind. Durch theoretische Gegenüberstellung verschiedener möglicher Grenzzustände wird die Entwicklung eines Bemessungsansatzes für die betrachtete Situation möglich.

Den bisherigen Erkenntnissen zum durch Strömung verursachten Versagen bindiger Böden folgend, sind als Grenzzustände eine Erosion, ein Scherbruch und eine Rissentstehung möglich. Entsprechend den bei einem Erosionsversagen gültigen Randbedingungen lösen sich im Grenzzustand Aggregate von Körnern aus dem Bodenverband. Hierbei werden im bindigen Boden die durch Eigengewicht und zusätzlich haltende Kräfte aus Zugfestigkeit und/oder Kohäsion durch die einwirkenden Strömungskräfte aufgehoben. Die Kohäsion repräsentiert in diesem Zusammenhang die aktivierten Widerstände bei einem Scherversagen, die Zugfestigkeit bei einem reinen Normalspannungsversagen. Die Form des Bruchkörpers ist maßgeblich durch die geometrischen Randbedingungen, resultierend aus der Konstruktion und der geologischen Abfolge des Untergrundes, bestimmt. In [6] wird im Hinblick auf eine Erosion als Versagenskriterium eindeutig gezeigt, dass der für ein Herauslösen von Aggregaten notwendige kritische Gradient bei konstanten Randbedingungen proportional mit der Kohäsion ansteigt. Bereits bei kleinen Partikelgrößen müssen hierbei im Versagensfall kritische Gradienten erreicht werden, die erfahrungsgemäß baupraktisch nicht mehr relevant sind.

Eine Abgrenzung zwischen einer Rissentstehung und einem Scherbruch ist hauptsächlich vom lokalen vorhandenen Spannungszustand abhängig (siehe [4]). Bei gleichen Bodeneigenschaften und einer identischen Änderung der Spannungsverhältnisse ist für das Versagen als Riss oder Scherbruch einzig die kleinste Hauptspannung zu Beginn der Änderung des hydraulischen Gradienten bestimmend. Maß für die Abgrenzung der Grenzzustände ist die Differenz der kleinsten und der größten Hauptspannung.

Anhand der in [7] dargestellten Abfolge des Versagens als initiale Rissentstehung gefolgt von einer vom Wandfuß aufsteigenden strukturellen Zerstörung des Bodens bei gleichzeitiger Volumenvergrößerung und Hebung der Baugrubensohle resultierend in einem finalen Durchbruch zur Baugrubenseite ist die Definition eines reinen Kontrollvolumens praktikabel. Hierbei ist es möglich versagensspezifische Bodenwiderstände zu berücksichtigen. Eine Interpretation des Versagens als reinen Scher- oder Rissvorgang ist im bindigen Boden, vor dem Hintergrund der durch einen Baugrubenaushub verursachten komplexen Spannungsverhältnisse im Widerlagerbereich des Verbaus, nicht wahrscheinlich. An einem potentiellen Versagenskörper werden ausgehend vom Wandfuß bis zur Baugrubensohle unterschiedliche Anteile der Widerstände aktiviert.

Literaturhinweise

- [1] Z. BAŽANT
"Grundbruch unter einer Spundwand", Bautechnik, Vol. 18, 595 - 599, (1940)
- [2] R. DAVIDENKOFF
"Unterläufigkeit von Stauwerken", Werner-Verlag GmbH, Düsseldorf, (1970)
- [3] W. KNAUPE
"Hydraulischer Grundbruch an Baugrubenumschließungen", Deutsche Bauzyklopädie, Schriftenreihen der Bauforschung, Reihe Ingenieur- und Tiefbau, Leipzig, (1968)
- [4] J. K. MITCHELL und K. SOGA
"Fundamentals of Soil Behavior", John Wiley & Sons, New York, (2005)
- [5] K. TERZAGHI und R. B. PECK
"Die Bodenmechanik in der Baupraxis", Springer-Verlag, Berlin / Göttingen / Heidelberg, (1961)
- [6] K. J. WITT und R.-B. WUDTKE
"Versagensformen des Hydraulischen Grundbruches an einer Baugrubenwand", 22 Christian Veder Kolloquium, Graz, 229 - 242, (2007)
- [7] R.-B. WUDTKE und K. J. WITT
"Einfluss von Bodenwiderständen beim Hydraulischen Grundbruch", 6. Kolloquium Bauen in Boden und Fels, Ostfildern, (2008)