

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Laursen, Charlotte

Das neue BAW-Merkblatt zum Materialtransport im Boden (MMB)

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/101938>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Laursen, Charlotte (2014): Das neue BAW-Merkblatt zum Materialtransport im Boden (MMB). In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Filter und hydraulische Transportvorgänge im Boden. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 7-11.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Das neue BAW-Merkblatt zum Materialtransport im Boden (MMB)

Charlotte Laursen, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Einführung

An verkehrswasserbaulichen Anlagen ist i. d. R. mit planmäßiger oder unplanmäßiger Durchströmung von Boden zu rechnen. Dies betrifft Erdbauwerke wie Dämme, Einschnitte und wasserseitige Böschungen, ggf. mit deren jeweiligen Schutz- und Filterschichten, aber auch Baugruben und Bauwerksgründungen. Hier muss der Boden auch unter den hydrodynamischen Belastungen stabil bleiben. Für die Bewertung der natürlich anstehenden oder eingebauten Böden und für die Bemessung von mineralischen Schutzschichten hinsichtlich der Stabilität bei hydrodynamischer Belastung stehen eine Vielzahl an Kriterien aus der bodenmechanischen Praxis zur Verfügung. Diese wurden jedoch jeweils unter ganz bestimmten Randbedingungen entwickelt und sind dementsprechend auch nur eingeschränkt verwendbar.

Die BAW gibt in ihrem neuen Merkblatt „Materialtransport im Boden“ (MMB) (BAW, 2013) eine Übersicht über Nachweisverfahren für die wesentlichen Arten des Materialtransports Suffosion sowie Kontakt- und Fugenerosion, die zur Anwendung bei verkehrswasserbauspezifischen Fragestellungen empfohlen werden. Gemeinsam ist allen empfohlenen Verfahren, dass sie ausschließlich auf geometrische Kriterien der Bodenstruktur basieren. Geometrische Kriterien sind Grundvoraussetzung für das Auftreten von Materialtransport innerhalb der Bodenstruktur und definieren Grenzwerte für den Korndurchmesser bzw. den Durchmesser der Porenräume, bis zu denen ein Transport von Partikeln durch die Poren geometrisch möglich ist.

Da sich kohäsive und nicht kohäsive Böden aufgrund des Vorhandenseins bzw. des Fehlens von Bindungskräften zwischen den einzelnen Bodenpartikeln unterscheiden, sind die Nachweisverfahren für diese beiden Bodenarten grundsätzlich verschieden. Aus diesem Grund werden im MMB die Nachweise für kohäsive und nicht kohäsive Böden getrennt behandelt. Diese Trennung wird für den nachfolgenden kurzen Überblick über den Inhalt des MMB übernommen.

Nachweisverfahren für nicht kohäsive Böden

Suffosion

Für den Nachweis der Suffosionssicherheit gibt es eine Vielzahl verschiedener Verfahren, die unter jeweils unterschiedlichen Gesichtspunkten und Systematiken (theoretische Betrachtungen und/oder Laborversuche) entwickelt wurden und sich daher hinsichtlich ihrer Anwendungsgrenzen unterscheiden. Die zur Anwendung empfohlenen Verfahren zeichnen sich

durch einen möglichst weit gefassten Anwendungsbereich, eine einfache Handhabung und Zuverlässigkeit aus.

Neben der Darstellung der Grundlagen, der Anwendungsgrenzen und des eigentlichen Nachweises der einzelnen zur Anwendung empfohlenen Verfahren (Ziems, Burenkova, Kenney und Lau) wird ein Ablauf für den Nachweis der Suffosionssicherheit nach MMB vorgestellt (Bild 1).

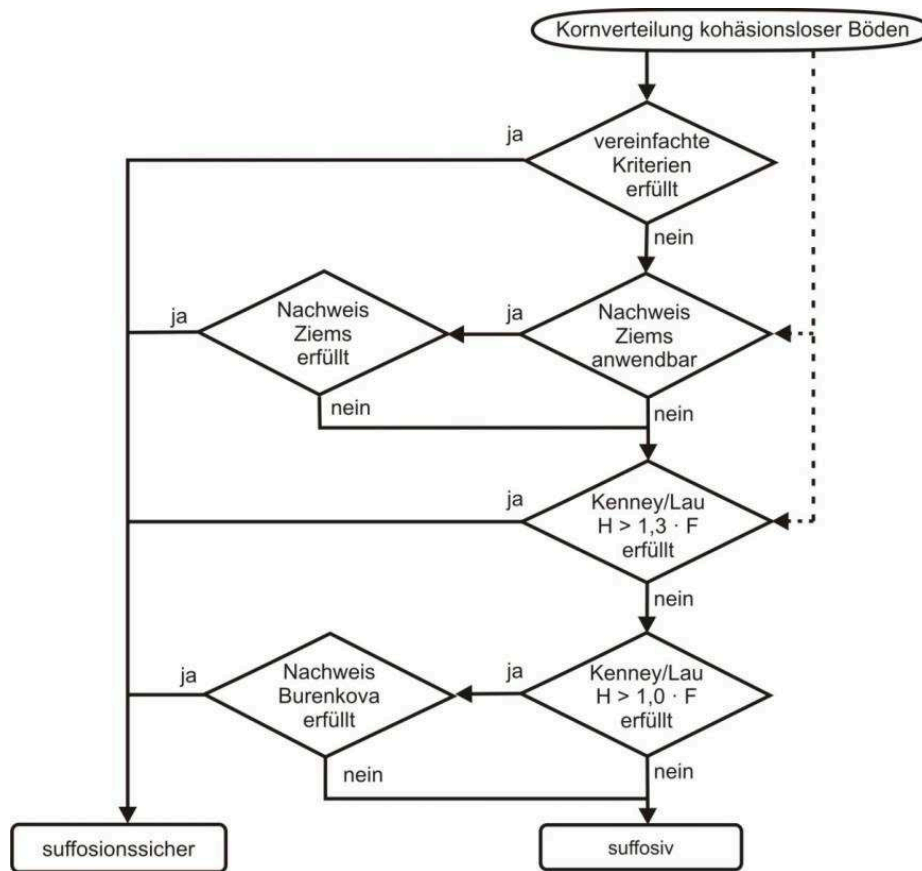


Bild 1: Empfohlener Ablauf für den Nachweis der Suffosionssicherheit nach MMB (BAW, 2013b)

Dieser zur Anwendung empfohlene Ablauf sieht in einem ersten Schritt die Überprüfung der vereinfachten Kriterien vor. Falls diese nicht erfüllt sind, wird in einem zweiten Schritt das Verfahren nach Ziems angewandt. Sind die Anwendungsgrenzen des Nachweises nach Ziems nicht erfüllt oder ergibt der Nachweis nach Ziems eine Suffosionsgefährdung, erfolgt der Nachweis mit dem Verfahren nach Kenney und Lau. Hierbei wird aus Gründen der Sicherheit zunächst der Ansatz des harten Kriteriums (Stabilitätskriterium $H > 1,3 F$) empfohlen. Ist dieses nicht eingehalten, ist zu prüfen, ob der Boden im Übergangsbereich zwischen dem harten und dem weichen Kriterium ($1,0 F < H \leq 1,3 F$) liegt. In diesem Fall wird die zusätzliche Absicherung mit dem Verfahren von Burenkova empfohlen. Liegt die Formkurve des Bodens im Bereich

$H \leq 1,0 F$, so ist der Boden suffosiv. Es ist aber auch möglich auf den vereinfachten Nachweis zu verzichten und direkt mit dem Nachweis nach Ziems oder nach Kenney und Lau zu beginnen.

Die Verfahren im Einzelnen werden hier nicht dargestellt. Sie sind im MMB zu finden.

Kontakterosion

Zum Nachweis der geometrischen Sicherheit gegen Kontakterosion werden im MMB die Verfahren von

- Terzaghi,
- Cistin und Ziems,
- Lafleur und
- Myogahara

zur Anwendung empfohlen.

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Anwendungsgrenzen der einzelnen Verfahren.

	Terzaghi	Cistin und Ziems	Lafleur	Myogahara
$C_{U,Filter}$	< 2	≤ 18	< 27	-
$C_{U,Boden}$	< 2	≤ 20	-	-
Filter	SE	$d_{10} \leq 100 \text{ mm}$	sandiger Kies	GW, GE oder gröber
Boden	SE	-	kohäsionslose Böden	
hydr. Gradient	< 8	≤ 9	≤ 8	

Tabelle 1: Anwendungsgrenzen Nachweisverfahren Kontakterosion nicht kohäsive Böden (BAW, 2013b)

Für die einzelnen Nachweise wird auch hier auf die entsprechenden Kapitel im MMB verwiesen. Eine Vorgehensweise für den Nachweis der Kontakterosion analog zur Suffosion gibt es nicht. Die Wahl eines geeigneten Verfahrens ergibt sich in Abhängigkeit der jeweiligen Anwendungsgrenzen.

Fugenerosion

Die Gefahr der Fugenerosion ist an der Grenzfläche von einem durchströmten Bodenkörper zu einem Bauwerk oder einer unterlagernden, nicht kohäsiven Bodenschicht gegeben. Für den erst genannten Fall beinhaltet das MSD ein Verfahren für den Nachweis der Sicherheit gegen

Fugenerosion an Massivbauwerken. Grundlage dieses Nachweises sind Strömungsberechnungen, die unter der Berücksichtigung möglicher Fugen zwischen den Bauwerksteilen und dem Baugrund durchgeführt werden und die in den zu führenden geotechnischen und geohydraulischen Nachweisen berücksichtigt werden. In Bild 2 ist diese Vorgehensweise in grafischer Form dargestellt.

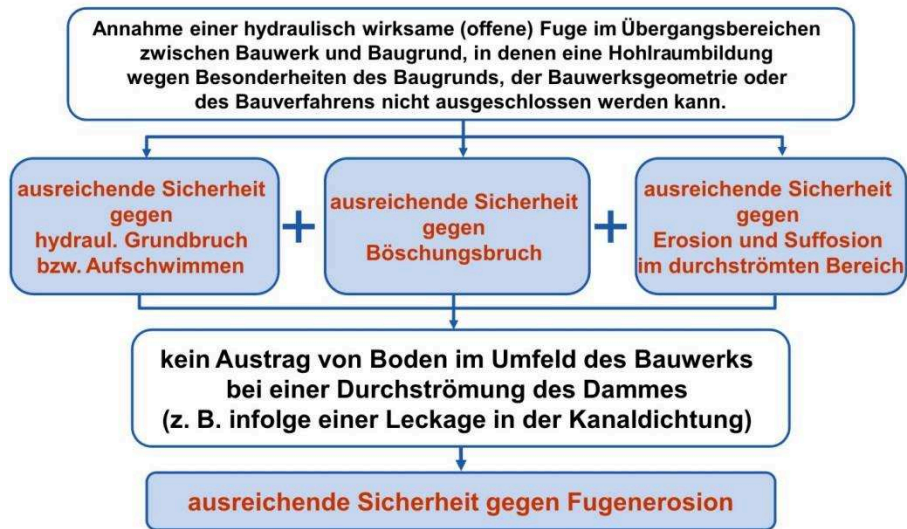


Bild 2: Ablauf Nachweis gegen Fugenerosion an Bauwerken nach MSD

Für den Nachweis der Fugenerosion an Schichtgrenzen wird ein Nachweisverfahren aus einem Regelwerk des Rijkswaterstaat, Road and Hydraulic Engineering Institute zur Anwendung empfohlen, das in den Niederlanden seit vielen Jahren für Nachweise dieser Art herangezogen wird. Für Details zu diesem Nachweis wird auf das MMB und den Beitrag „Die Anwendung von MAK und MMB bei Untersuchungen der Dammstandsicherheit nach MSD“ in diesem Tagungsband verwiesen.

Nachweisverfahren für kohäsive Böden

Kohäsive Böden (mittelplastische feine- und gemischtkörnige Böden mit einer effektive Kohäsion) sind gegen jede Form von Materialtransport weniger empfindlich als nicht kohäsive Böden. Aufgrund ihrer inneren Bindungskräfte bestehen kohäsive Böden aus untereinander fixierten und damit weniger mobilen Bodenpartikeln als nicht kohäsive Böden. Bei entsprechender Strömungsbelastung können größere Bodenteile, sogenannte Aggregate, aus dem Verbund herausgelöst werden. Die Gefahr eines Materialtransports sinkt mit zunehmender Kohäsion. Kohäsive Böden können an spannungsfreien Grenzflächen (z. B. an Rissflächen und Hohlräumen infolge von Herstellungsfehlern oder natürlichen Einflüssen) so viel Wasser aufnehmen, dass sie ihre inneren Bindungskräfte und damit ihre Festigkeit nahezu vollständig

verlieren. In Verbindung mit strömendem Wasser erhöht sich die Gefahr des Materialtransports. Sie steigt mit der Größe des hydraulischen Gradienten.

Suffosion

Aufgrund der oben beschriebenen der Fixierung der Bodenpartikel durch die Kohäsionskräfte kann bei kohäsiven Böden ohne weiteren Nachweis von Suffosionssicherheit ausgegangen werden.

Kontakterosion

Bei Schichtgrenzen zwischen kohäsivem und nicht kohäsivem Boden im gewachsenen Untergrund ist kein Nachweis gegen Kontakterosion erforderlich, da das Auftreten spannungsfreier Grenzflächen (Risse) im kohäsiven Boden i. d. R. ausgeschlossen werden kann.

Besteht die Möglichkeit einer Rissbildung wie z. B. im Innern von Erdbauwerken, sollte die Gefahr der Kontakterosion nach dem Verfahren von Sherard überprüft werden. Details des Verfahrens sind im MMB zu finden.

Ein Sonderfall für den Nachweis der Kontakterosion ist im Bereich von Deckwerken gegeben. Je nach Ausbildung des Deckwerks und Beschaffenheit des Untergrundes existieren Kontaktflächen zwischen dem kohäsiven Boden des Untergrundes und dem Kornfilter oder zwischen der Tondichtung und dem nicht kohäsiven Untergrund. An diesen Grenzflächen ist eine ausreichende Sicherheit gegen Kontakterosion gegeben, wenn die in Tabelle 2 genannten Bedingungen eingehalten sind.

kohäsiver Boden oder Tondichtung	Kornfilter oder nicht kohäsiver Boden
$I_p < 0,15$ und $c_U \geq 10 \text{ kN/m}^2$	$d_{10} \leq 0,2 \text{ mm}$ und $d_{60} \leq 0,7 \text{ mm}$
$I_p \geq 0,15$ und $c_U \geq 10 \text{ kN/m}^2$	$d_{10} \leq 0,6 \text{ mm}$ und $d_{60} \leq 2,0 \text{ mm}$

Tabelle 2: Nachweis Kontakterosion in und unter Deckwerken (BAW, 2013)

Literatur

BAW, 2013: Merkblatt Materialtransport im Boden, Bundesanstalt für Wasserbau (MMB), Karlsruhe