



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auelehmb
 Korngrößerverteilung: EGG-S1, 13003-01

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0700 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,1000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	0,160 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	2,3 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,013 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	0 °

*siehe Korngrößenverteilung

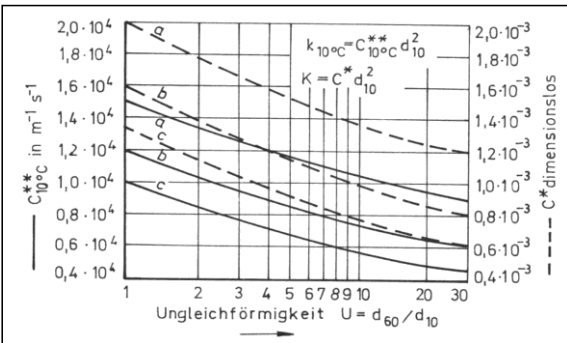
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k =$ 0,008 mm
 $C^* =$ 1,33E-03 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 =$ 6,5E-06 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{s,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} =$ 0,128 [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} =$ 2,500 [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{s,krit}}{i_{vorh}} =$ 0,051 < 2
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehm
Korngrößerverteilung:	EGG-S2, 13003-02

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	$e = 0,25$ [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} = 0,0090$ mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} = 0,0160$ mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} = 0,044$ mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U = 4,9$ [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} = 0,0010$ mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} = 0,002$ mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s = 0,6$ [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} = 1,70$ g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w = 1,00$ g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha = 0^\circ$

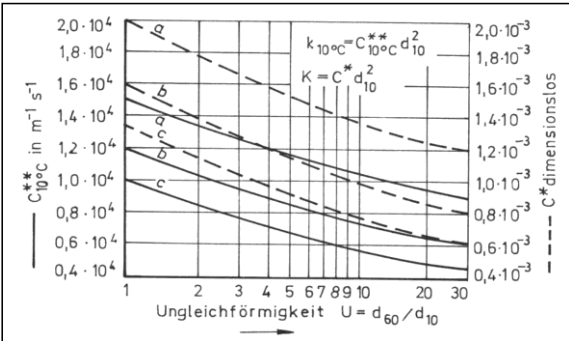
*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns	$d_s = F_s d_k = 0,001$ mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	$C^* = 1,16E-03$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	$K = C^* d_{10}^2 = 9,4E-08$ mm ²
---------------------------	--

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,200$$

vorhandener hydraulischer Gradient	$i_{vorh} = 2,500$ [-]
------------------------------------	------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,080 < 2$ Nachweis nicht erfüllt
------------	--

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehm
Korngrößerverteilung:	EGG-S3, 13003-03

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	e = 0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	d ₁₀ = 0,0026 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	d ₁₇ = 0,0060 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	d ₆₀ = 0,030 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U = 11,5 [-]
minimaler Korndurchmesser	d _{min} = 0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	d _k = 0,455 ⁶ √Ued ₁₇ = 0,001 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	F _s = 0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	ρ _{tr} = 1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	ρ _w = 1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	α = 0 °

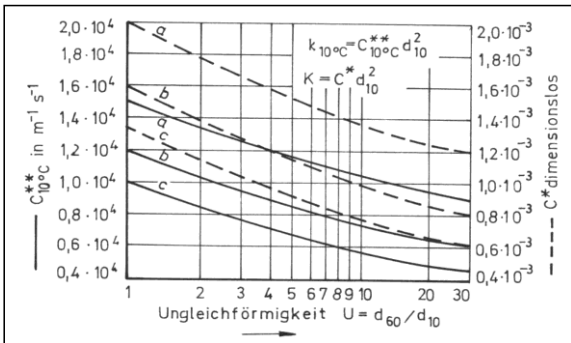
*siehe Korngrößerverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns	d _s = F _s d _k = 0,001 mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	C* = 9,40E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	K = C*d ₁₀ ² = 6,4E-09 mm ²
---------------------------	--

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\varphi_{tr}}{\varphi_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,363 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient	i _{vorh} = 2,500 [-]
------------------------------------	-------------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,145 < 2$ Nachweis nicht erfüllt
------------	--

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auelehm
 Korngrößerverteilung: EGG-S4, 13003-04

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0032 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,0070 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	0,044 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	13,8 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,001 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	0 °

*siehe Korngrößerverteilung

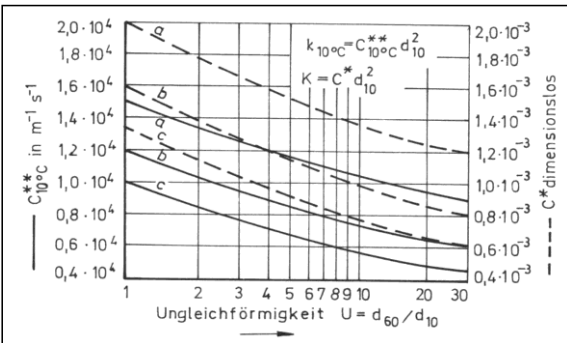
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,001$ mm
 $C^* = 9,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^*d_{10}^2 = 9,2E-09$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\varphi_{tr}}{\varphi_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,372$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 2,500$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,149 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehm
Korngrößeverteilung:	EGG-S5, 13003-05

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	$e = 0,25$ [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} = 0,0060$ mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} = 0,0110$ mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} = 0,032$ mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U = 5,3$ [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} = 0,0010$ mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} = 0,002$ mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s = 0,6$ [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} = 1,70$ g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w = 1,00$ g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha = 0^\circ$

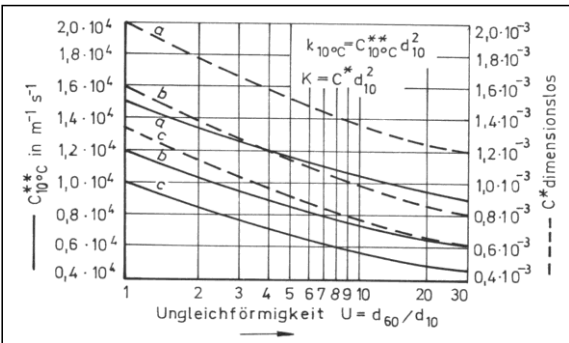
*siehe Korngrößerverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns	$d_s = F_s d_k = 0,001$ mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	$C^* = 1,12E-03$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	$K = C^*d_{10}^2 = 4,0E-08$ mm ²
---------------------------	---

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,214$$

vorhandener hydraulischer Gradient	$i_{vorh} = 2,500$ [-]
------------------------------------	------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,086 < 2$ Nachweis nicht erfüllt
------------	--

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehme
Korngrößeverteilung:	S-EGG-10, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	e = 0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	d ₁₀ = 0,0030 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	d ₁₇ = 0,0060 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	d ₆₀ = 0,026 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U = 8,7 [-]
minimaler Korndurchmesser	d _{min} = 0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	d _k = 0,455 ⁶ √Ued ₁₇ = 0,001 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	F _s = 0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	ρ _{tr} = 1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	ρ _w = 1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	α = 0°

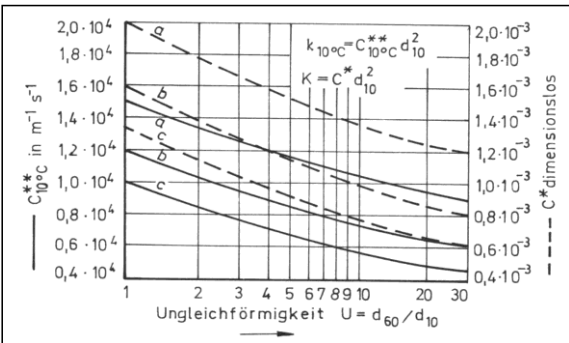
*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns	d _s = F _s d _k = 0,001 mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	C* = 1,00E-03 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	K = C*d ₁₀ ² = 9,0E-09 mm ²
---------------------------	--

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\varphi_{tr}}{\varphi_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,280 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient	i _{vorh} = 2,500 [-]
------------------------------------	-------------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,112 < 2$ Nachweis nicht erfüllt
------------	--

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehm
Korngrößerverteilung:	S-EGG-2, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffusionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0092 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,0160 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	0,072 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	7,8 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,003 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	0 °

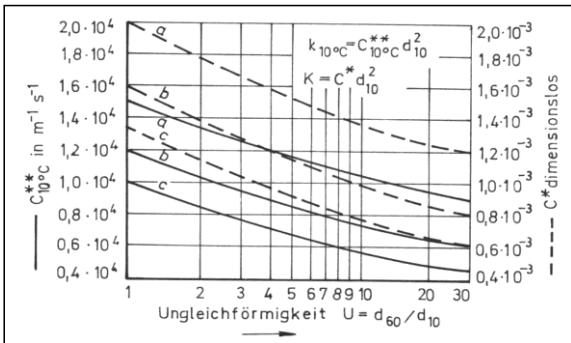
*siehe Korngrößerverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns	$d_s = F_s d_k =$	0,002 mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	$C^* =$	1,01E-03 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	$K = C^* d_{10}^2 =$	8,5E-08 mm ²
---------------------------	----------------------	-------------------------

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,236 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient	$i_{vorh} =$	2,500 [-]
------------------------------------	--------------	-----------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} =$	0,094 < 2 Nachweis nicht erfüllt
------------	--	-------------------------------------

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehm
Korngrößeverteilung:	S-EGG-2, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	$e = 0,25$ [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} = 0,0090$ mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} = 0,0160$ mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} = 0,070$ mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U = 7,8$ [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} = 0,0010$ mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} = 0,003$ mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s = 0,6$ [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} = 1,70$ g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w = 1,00$ g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha = 0^\circ$

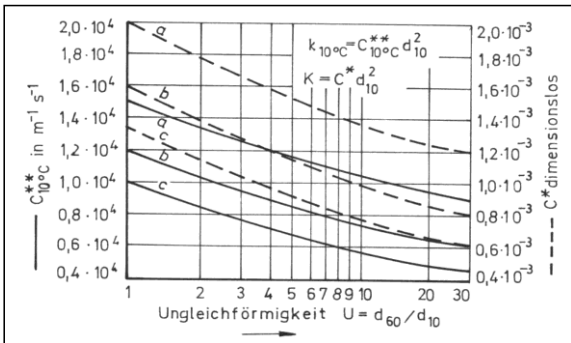
*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns	$d_s = F_s d_k = 0,002$ mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	$C^* = 1,01E-03$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	$K = C^*d_{10}^2 = 8,2E-08$ mm ²
---------------------------	---

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,241$$

vorhandener hydraulischer Gradient	$i_{vorh} = 2,500$ [-]
------------------------------------	------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,096 < 2$ Nachweis nicht erfüllt
------------	--

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auelehme
 Korngrößenverteilung: S-EGG-3, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0044 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,0064 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	0,028 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	6,4 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,001 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	0 °

*siehe Korngrößenverteilung

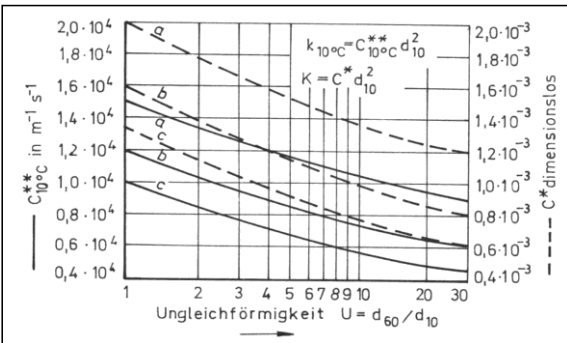
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,001$ mm
 $C^* = 1,10E-03$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^*d_{10}^2 = 2,1E-08$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{s,krit} = 0,6 \left(\frac{\varphi_{tr}}{\varphi_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,179$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 2,500$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{s,krit}}{i_{vorh}} = 0,072 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehme
Korngrößerverteilung:	S-EGG-7, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffusionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	e = 0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	d ₁₀ = 0,0750 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	d ₁₇ = 0,1200 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	d ₆₀ = 0,220 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U = 2,9 [-]
minimaler Korndurchmesser	d _{min} = 0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	d _k = 0,455 ⁶ √Ued ₁₇ = 0,016 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	F _s = 0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	ρ _{tr} = 1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	ρ _w = 1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	α = 0°

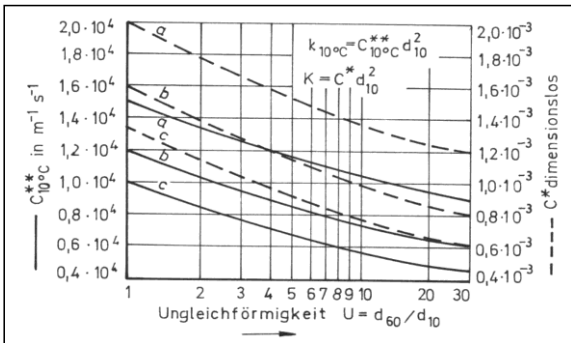
*siehe Korngrößerverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Kornes	d _s = F _s d _k = 0,010 mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	C* = 1,26E-03 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	K = C*d ₁₀ ² = 7,1E-06 mm ²
---------------------------	--

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,155 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient	i _{vorh} = 2,500 [-]
------------------------------------	-------------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,062 < 2$ Nachweis nicht erfüllt
------------	--

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auelehme
Korngrößerverteilung:	S-EGG-9, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	$e = 0,25$ [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} = 0,0130$ mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} = 0,0250$ mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} = 0,110$ mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U = 8,5$ [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} = 0,0010$ mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} = 0,004$ mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s = 0,6$ [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} = 1,70$ g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w = 1,00$ g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha = 0^\circ$

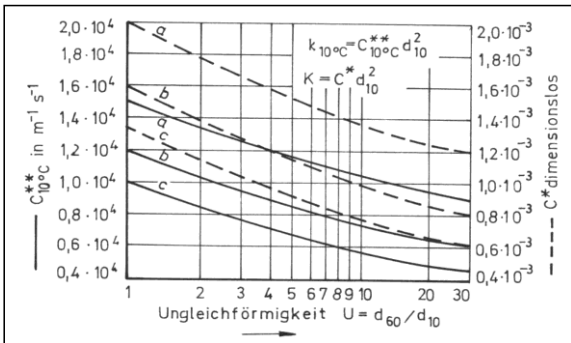
*siehe Korngrößerverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns	$d_s = F_s d_k = 0,002$ mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	$C^* = 1,02E-03$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	$K = C^* d_{10}^2 = 1,7E-07$ mm ²
---------------------------	--

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,265$$

vorhandener hydraulischer Gradient	$i_{vorh} = 2,500$ [-]
------------------------------------	------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,106 < 2$ Nachweis nicht erfüllt
------------	--

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auelehme
 Korngrößenverteilung: S-ACH-2, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0080 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,0170 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	0,150 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	18,8 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,003 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	- °

*siehe Korngrößenverteilung

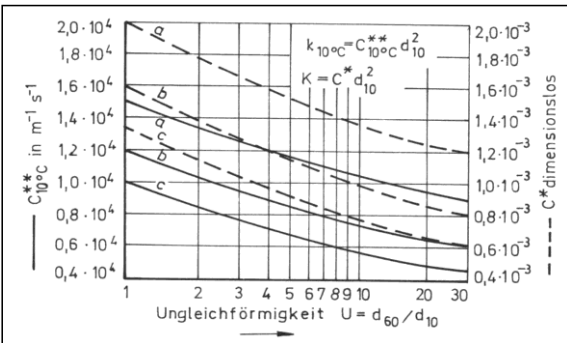
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k =$ 0,002 mm
 $C^* =$ 8,50E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 =$ 5,4E-08 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\varphi_{tr}}{\varphi_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} =$ #WERT! [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} =$ - [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} =$ #WERT! / #WERT!

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auelehme
 Korngrößerverteilung: S-MÜHL-6, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0100 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,0320 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	0,170 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	17,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0010 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,006 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	0 °

*siehe Korngrößenverteilung

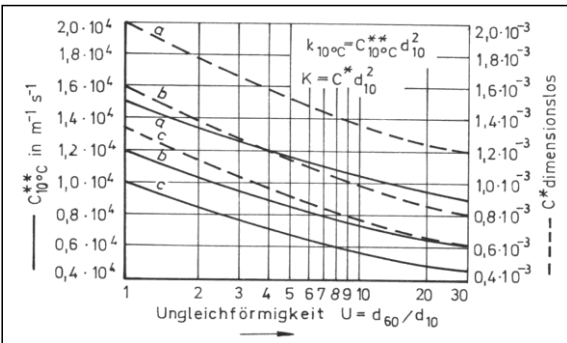
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,004$ mm
 $C^* = 8,60E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 8,6E-08$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,599$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 2,500$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,240 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößeverteilung:	S-EGG-11, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	d ₁₀ =	0,3500 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	d ₁₇ =	3,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	d ₆₀ =	30,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	85,7 [-]
minimaler Korndurchmesser	d _{min} =	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	d _k = 0,455 ⁶ √Ued ₁₇ =	0,717 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	F _s =	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	ρ _{tr} =	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	ρ _w =	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	α =	70 °

*siehe Korngrößenverteilung

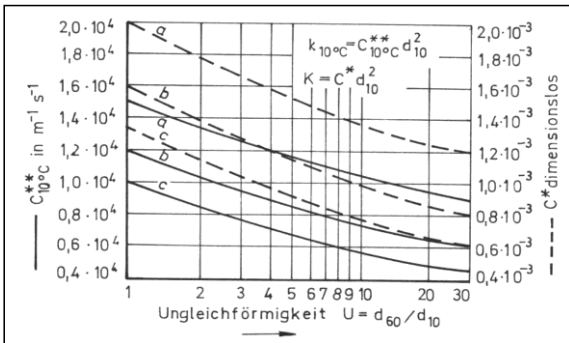
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

d_s = F_s d_k = 0,430 mm
 C* = 8,00E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

K = C*d₁₀² = 9,8E-05 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 4,904 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient

i_{vorh} = 0,500 [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 9,808 \geq 2$
 Nachweis erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößerverteilung:	S-EGG-1, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0800 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,1800 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	12,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	150,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,047 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	70 °

*siehe Korngrößenverteilung

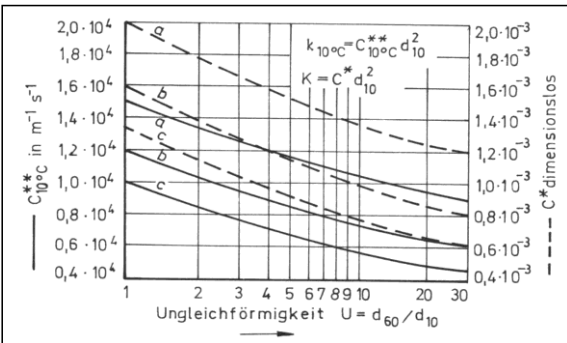
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k =$ 0,028 mm
 $C^* =$ 8,00E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 =$ 5,1E-06 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} =$ 2,000 [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} =$ 0,500 [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} =$ 3,999 \geq 2
 Nachweis erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.

Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößeverteilung: S-EGG-5, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3400 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	2,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	18,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	52,9 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,441 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	70 °

*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

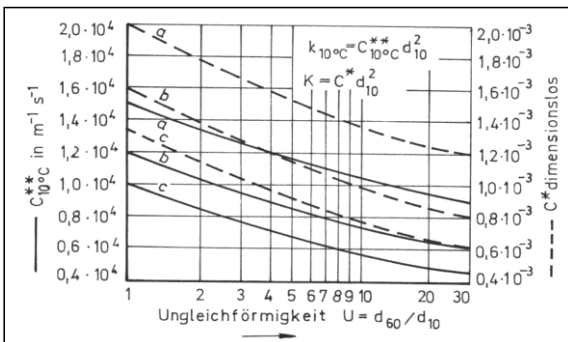
Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$$d_s = F_s d_k = 0,265 \text{ mm}$$

$$C^* = 8,00E-04 [-]$$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C^* und C^{**} für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$$K = C^* d_{10}^2 = 9,2E-05 \text{ mm}^2$$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\varphi_{tr}}{\varphi_w} - 1 \right) \left[0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5) \right] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 2,449 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient

$$i_{vorh} = 0,500 [-]$$

Nachweis

Sicherheit

$$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 4,897 \geq 2$$

Nachweis erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößerverteilung:	S-EGG-7, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,1500 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,2600 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	13,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	86,7 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,062 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	70 °

*siehe Korngrößenverteilung

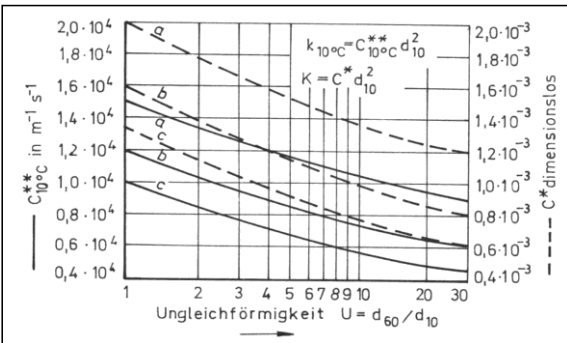
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k =$ 0,037 mm
 $C^* =$ 8,00E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 =$ 1,8E-05 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} =$ 1,000 [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} =$ 0,500 [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} =$ 1,999 < 2
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.

Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößerverteilung: S-EGG-8, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,1900 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,3200 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	12,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	63,2 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,073 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	70 °

*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

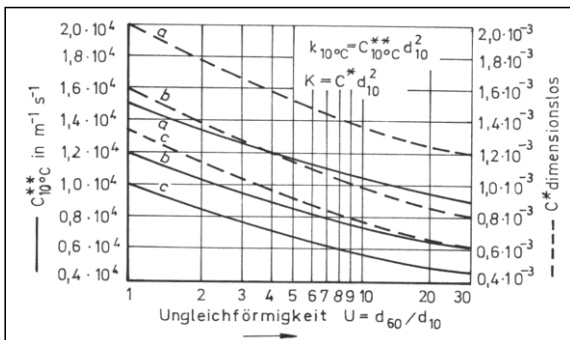
Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$$d_s = F_s d_k = 0,044 \text{ mm}$$

$$C^* = 8,00E-04 [-]$$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C^* und C^{**} für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$$K = C^* d_{10}^2 = 2,9E-05 \text{ mm}^2$$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) \left[0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U-5) \right] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,782 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient

$$i_{vorh} = 0,500 [-]$$

Nachweis

Sicherheit

$$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = \frac{1,565}{0,500} = 3,13 < 2$$

Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auffüllung (Dammschuttmaterial)
 Korngrößerverteilung: S-EGG-9, E3

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,3600 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	17,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	56,7 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,080 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	70 °

*siehe Korngrößenverteilung

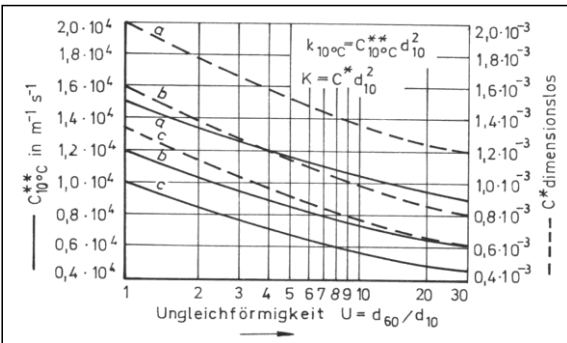
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,048$ mm
 $C^* = 8,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 7,2E-05$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,521$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,500$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 1,041 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößerverteilung:	S-ACH-2, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	1,200 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	#DIV/0! [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{U} e d_{17} =$	#DIV/0! mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	90 °

*siehe Korngrößenverteilung

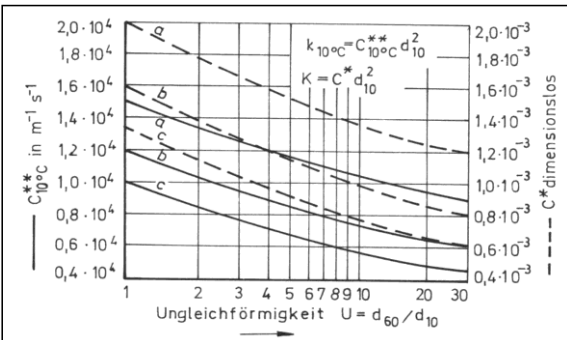
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k =$ #DIV/0! mm
 $C^* =$ 8,00E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 =$ 0,0E+00 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{s,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} =$ #DIV/0! [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorth} =$ 0,270 [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{s,krit}}{i_{vorth}} =$ #DIV/0! #DIV/0!
 #DIV/0!

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößeverteilung: S-ACH-3, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,1200 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,2000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	12,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	100,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,049 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	90 °

*siehe Korngrößenverteilung

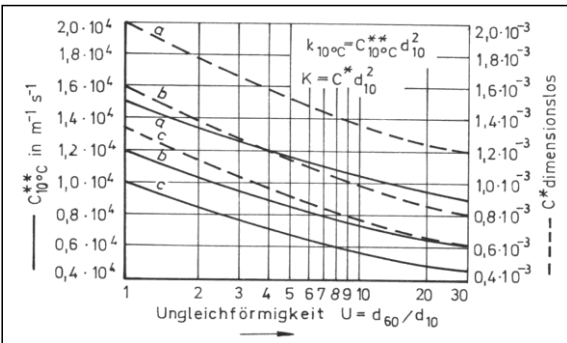
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,029$ mm
 $C^* = 8,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^*d_{10}^2 = 1,2E-05$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 1,126$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,270$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 4,169 \geq 2$
Nachweis erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auffüllung (Dammschuttmaterial)
 Korngrößenverteilung: S-MÜHL-2, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,1500 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,2100 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	7,500 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	50,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,046 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	63 °

*siehe Korngrößenverteilung

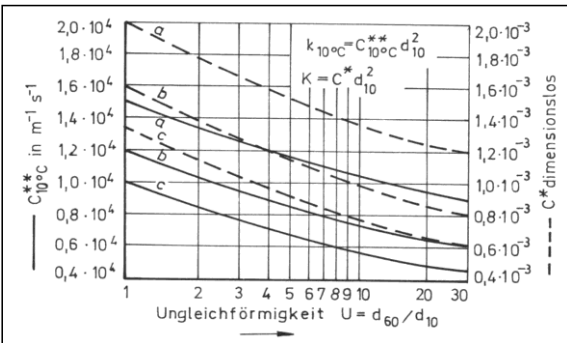
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,028$ mm
 $C^* = 8,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 1,8E-05$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,553$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,500$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 1,105 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Auffüllung (Dammschuttmaterial)
 Korngrößenverteilung: S-MÜHL-4, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3500 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	1,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	16,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	45,7 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,215 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	63 °

*siehe Korngrößenverteilung

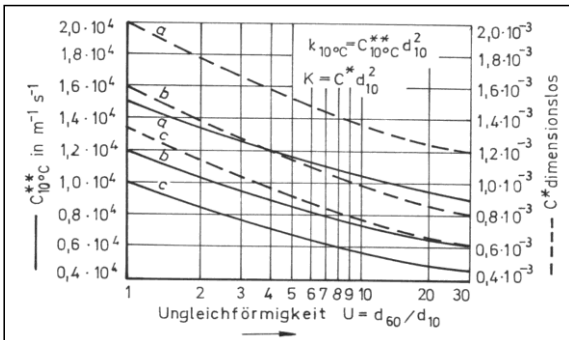
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,129$ mm
 $C^* = 8,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 9,8E-05$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 1,071$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,500$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 2,142 \geq 2$
 Nachweis erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Auffüllung (Dammschuttmaterial)
Korngrößerverteilung:	S-MÜHL-6, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,3700 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	15,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	50,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,081 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	63 °

*siehe Korngrößenverteilung

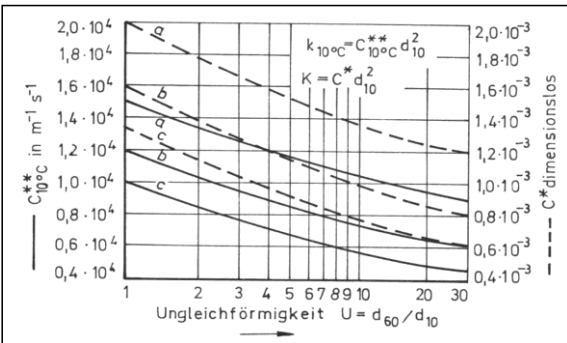
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k =$ 0,048 mm
 $C^* =$ 8,00E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C^* und C^{**} für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 =$ 7,2E-05 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} =$ 0,487 [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} =$ 0,500 [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} =$ 0,974 < 2
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
Korngrößerverteilung: S-EGG-11, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffusionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,2800 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,4000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	11,500 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	41,1 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,085 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

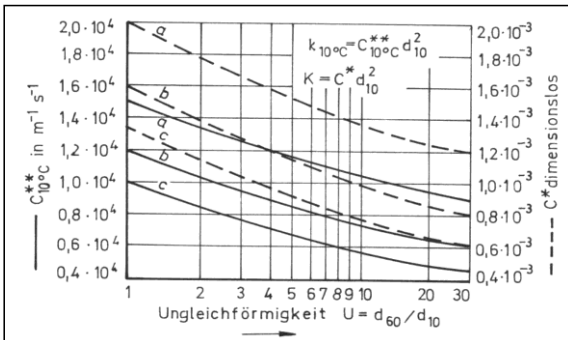
Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$$d_s = F_s d_k = 0,051 \text{ mm}$$

$$C^* = 8,00E-04 [-]$$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C^* und C^{**} für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$$K = C^* d_{10}^2 = 6,3E-05 \text{ mm}^2$$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) \left[0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U-5) \right] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,652 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient

$$i_{vorh} = 1,300 [-]$$

Nachweis

Sicherheit

$$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,502 < 2$$

Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden:	Quartäre Kiese
Korngrößerverteilung:	S-EGG-1, E2 + E3

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte	
Porenzahl	e = 0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n = 0,20$ [-]
Korndurchmesser bei 10 %	d ₁₀ = 0,3000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	d ₁₇ = 1,4000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	d ₆₀ = 18,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U = 60,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	d _{min} = 0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	d _k = 0,455 ⁶ √Ued ₁₇ = 0,315 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	F _s = 0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	ρ _{tr} = 1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	ρ _w = 1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	α = 180 °

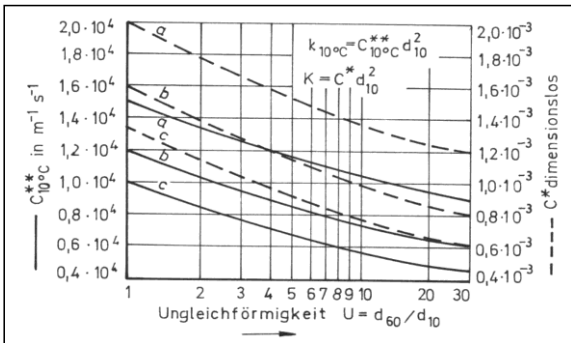
*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns	d _s = F _s d _k = 0,189 mm
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)	C* = 8,00E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität	K = C*d ₁₀ ² = 7,2E-05 mm ²
---------------------------	--

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 2,659 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient	i _{vorh} = 1,300 [-]
------------------------------------	-------------------------------

Nachweis

Sicherheit	$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 2,046 \geq 2$ Nachweis erfüllt
------------	---

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
Korngrößenverteilung: S-EGG-3, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,5000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	1,4000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	12,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	24,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,270 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

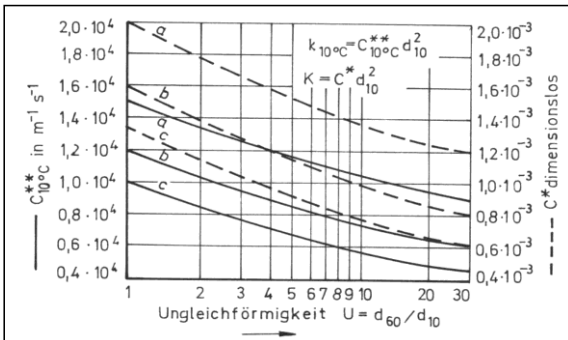
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k =$ 0,162 mm
 $C^* =$ 8,20E-04 [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C^* und C^{**} für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 =$ 2,1E-04 mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) \left[0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5) \right] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,976 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} =$ 1,300 [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} =$ 0,751 < 2
Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
Korngrößerverteilung: S-EGG-3, E3

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,2500 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,5000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	20,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	80,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,118 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

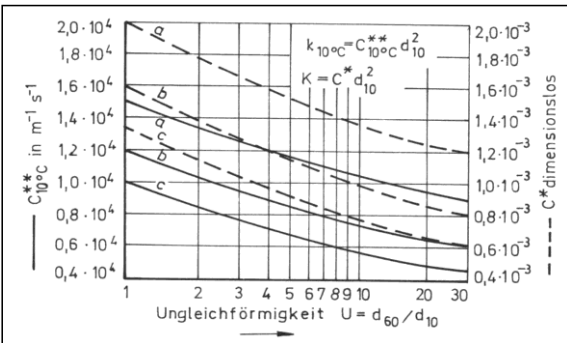
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,071$ mm
 $C^* = 8,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 5,0E-05$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 1,381$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 1,300$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 1,062 < 2$
Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
Korngrößerverteilung: S-EGG-5, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	4,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	6,2000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	16,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	4,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,1000 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,889 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

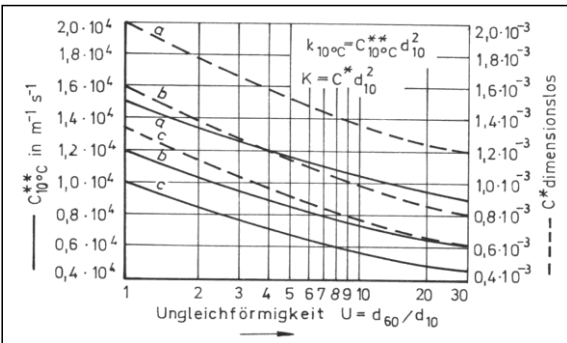
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,533$ mm
 $C^* = 9,70E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 1,6E-02$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,289$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 1,300$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,223 < 2$
Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
 Korngrößenverteilung: S-EGG-6, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3200 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,4100 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	9,300 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	29,1 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,082 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

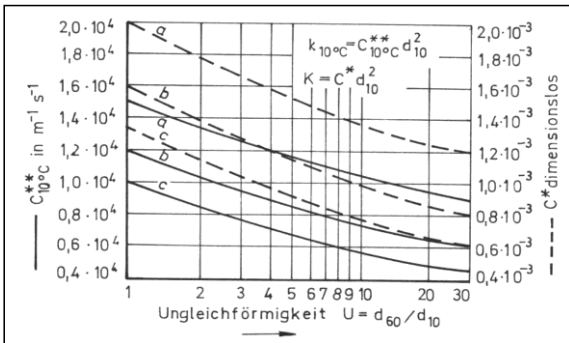
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,049$ mm
 $C^* = 8,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 8,2E-05$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,492$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 1,300$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,379 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
Korngrößeverteilung: S-EGG-7, E3

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3200 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,4200 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	8,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	25,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,082 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

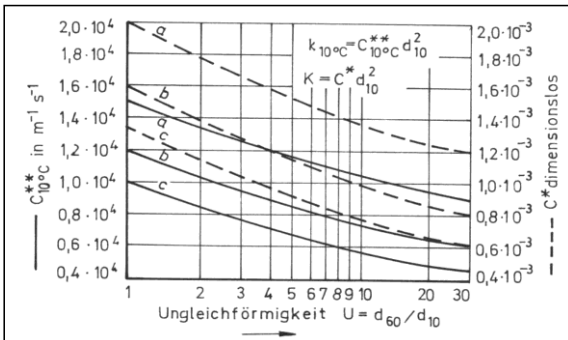
Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$$d_s = F_s d_k = 0,049 \text{ mm}$$

$$C^* = 8,30E-04 [-]$$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C^* und C^{**} für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$$K = C^* d_{10}^2 = 8,5E-05 \text{ mm}^2$$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) \left[0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U-5) \right] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,463 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient

$$i_{vorh} = 1,300 [-]$$

Nachweis

Sicherheit

$$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,356 < 2$$

Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
 Korngroßverteilung: S-EGG-9, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,2800 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,3700 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	22,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	78,6 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,087 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

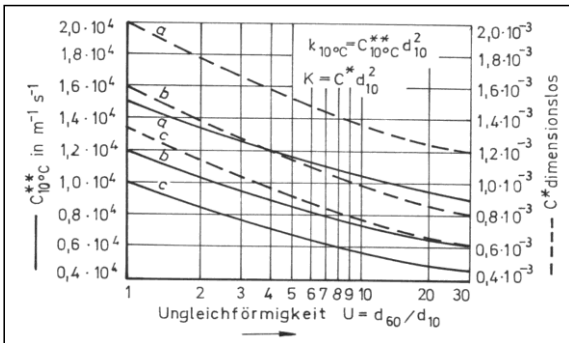
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,052 \text{ mm}$
 $C^* = 8,00E-04 [-]$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 6,3E-05 \text{ mm}^2$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,901 [-]$

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 1,300 [-]$

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,693 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
 Korngrößenverteilung: S-ACH-1, E1

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3200 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,4000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	15,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	46,9 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,086 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

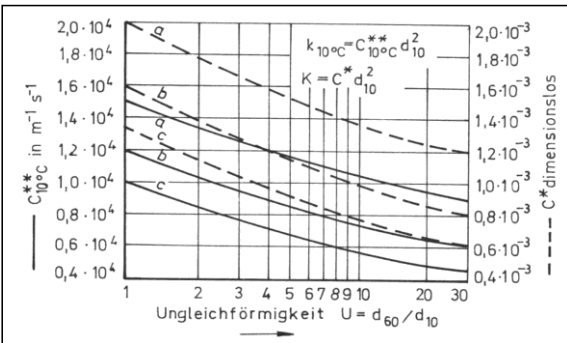
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,052 \text{ mm}$
 $C^* = 8,00E-04 [-]$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 8,2E-05 \text{ mm}^2$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,614 [-]$

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,500 [-]$

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 1,228 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
 Korngrößenverteilung: S-ACH-1, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,7800 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	2,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	20,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	25,6 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,391 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

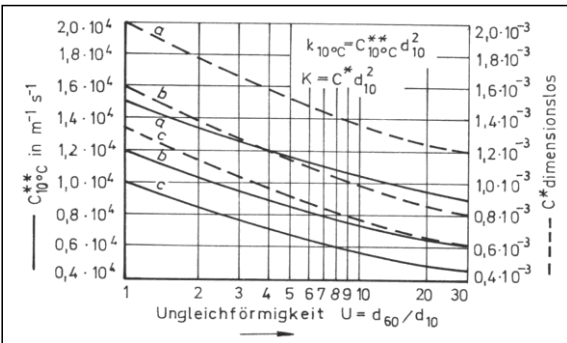
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,234 \text{ mm}$
 $C^* = 8,20E-04 [-]$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 5,0E-04 \text{ mm}^2$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$i_{s,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,919 [-]$

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,500 [-]$

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{s,krit}}{i_{vorh}} = 1,839 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
 Korngroßverteilung: S-ACH-2, E3

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3600 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,7000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	17,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	47,2 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,151 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

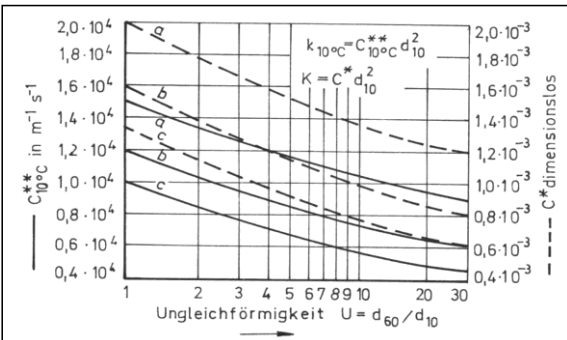
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,091 \text{ mm}$
 $C^* = 8,00E-04 [-]$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^*d_{10}^2 = 1,0E-04 \text{ mm}^2$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,959 [-]$

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,500 [-]$

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 1,919 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
 Korngrößerverteilung: S-ACH-3, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffusionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,3300 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,4100 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	16,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	48,5 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,089 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

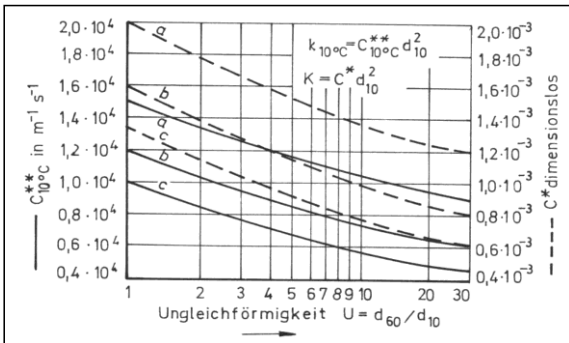
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffusionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,053$ mm
 $C^* = 8,00E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^*d_{10}^2 = 8,7E-05$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffusionsgefälle

$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,622$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,500$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 1,245 < 2$
 Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
 Korngrößenverteilung: S-MÜHL-2, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,5500 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	8,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	26,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	47,3 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	1,730 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

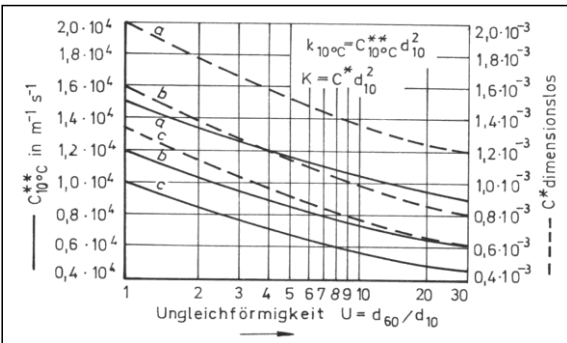
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
 Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 1,038 \text{ mm}$
 $C^* = 8,00E-04 [-]$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 2,4E-04 \text{ mm}^2$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$i_{s,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 7,181 [-]$

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,730 [-]$

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{s,krit}}{i_{vorh}} = 9,838 \geq 2$
 Nachweis erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.

Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
Korngrößerverteilung: S-MÜHL-4, E2

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelletfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	$e =$	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	1,2000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	3,0000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	14,000 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	$U =$	11,7 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,514 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

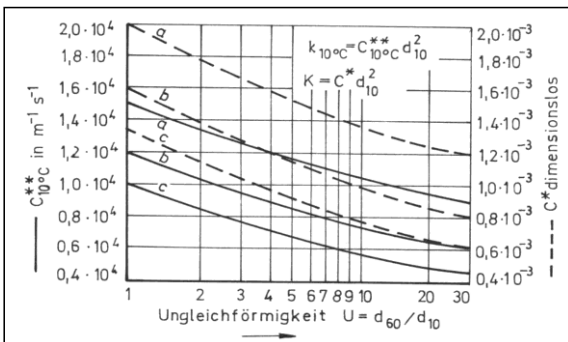
Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$$d_s = F_s d_k = 0,308 \text{ mm}$$

$$C^* = 9,70E-04 [-]$$

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C^* und C^{**} für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$$K = C^* d_{10}^2 = 1,4E-03 \text{ mm}^2$$

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$$i_{S,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) \left[0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U-5) \right] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,616 [-]$$

vorhandener hydraulischer Gradient

$$i_{vorh} = 0,730 [-]$$

Nachweis

Sicherheit

$$\eta_{S,H} = \frac{i_{S,krit}}{i_{vorh}} = 0,844 < 2$$

Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.



Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion

nach Busch et.al [1]

Boden: Quartäre Kiese
Korngrößerverteilung: S-MÜHL-6, E3

Üblicherweise ist zunächst zu überprüfen ob eine innere Suffosion im Erdstoff geometrisch möglich ist, d. h. ob das größte suffosionsgefährdete Korn der Skelettfüllung durch das Kornskelett des Erdstoffs transportiert werden kann. Da hierfür jedoch eine umfassende Kenntnis der Kornverteilung erforderlich ist und diese i. d. R. auf Grund der vorhandenen Bodenaufschlüsse nicht vorliegt wird auf der sicheren Seite liegend nur der hydraulische Nachweis der Sicherheit gegen innere Suffosion geführt.

Hydraulisches Suffosionskriterium

Eingangswerte

Porenzahl	e =	0,25 [-]
Porosität	$\Phi = n =$	0,20 [-]
Korndurchmesser bei 10 %	$d_{10} =$	0,4000 mm (*)
Korndurchmesser bei 17 %	$d_{17} =$	0,6000 mm (*)
Korndurchmesser bei 60 %	$d_{60} =$	8,800 mm (*)
Ungleichförmigkeitsgrad	U =	22,0 [-]
minimaler Korndurchmesser	$d_{min} =$	0,0100 mm
maßgebender Porenkanaldurchmesser	$d_k = 0,455 \sqrt[6]{Ued_{17}} =$	0,114 mm
Durchgangsfaktor für Suffosion	$F_s =$	0,6 [-]
Trockenraumdichte des Erdstoffs	$\rho_{tr} =$	1,70 g/cm ³ (*)
Dichte des Wassers	$\rho_w =$	1,00 g/cm ³
Winkel zwischen Erdbeschleunigung und Strömungsrichtung	$\alpha =$	180 °

*siehe Korngrößenverteilung

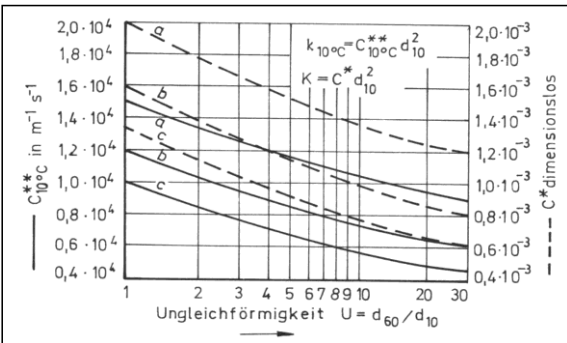
	↓	0°
α	→	90°
	↑	180°

Korndurchmesser des größten Suffosionsgefährdeten Korns
Proportionalitätsfaktor (aus Diagramm)

$d_s = F_s d_k = 0,069$ mm
 $C^* = 8,40E-04$ [-]

Abb.1.23 aus [1]: Proportionalitätsfaktoren C* und C** für Sande und Kiese nach Beyer&Schweiger

a) lockere Lagerung **b) mittlere natürliche Lagerung** c) dichte Lagerung



spezifische Permeabilität

$K = C^* d_{10}^2 = 1,3E-04$ mm²

Ermittlung der hydraulischen Gradienten

kritisches Suffosionsgefälle

$i_{s,krit} = 0,6 \left(\frac{\rho_{tr}}{\rho_w} - 1 \right) [0,82 - 1,80\phi + 0,0062(U - 5)] \sin \left(30^\circ + \frac{\alpha}{8} \right) \sqrt{\frac{\phi d_s^2}{K}} = 0,498$ [-]

vorhandener hydraulischer Gradient

$i_{vorh} = 0,730$ [-]

Nachweis

Sicherheit

$\eta_{S,H} = \frac{i_{s,krit}}{i_{vorh}} = \frac{0,682}{0,730} < 2$
Nachweis nicht erfüllt

Literatur:

[1] Busch et. al., Geohydraulik, 3. Auflage, Gebrüder Borntraeger Verlag, Berlin, Stuttgart, 1993.

Anlage 8.10.1.4 - Nachweisübersicht Sicherheit gegen Suffosion und Mengenmäßige Abschätzung des transportierten Bodenmaterials

Entnahme- stelle	Prüfungs bzw. Labornummer	Quelle	Bodenschicht	Tiefe (m)	d ₅ (mm)	d ₁₀ (mm)	d ₁₇ (mm)	d ₃₀ (mm)	d ₆₀ (mm)	d ₈₅ (mm)	d ₉₅ (mm)	U	Suffosions- sicherheit (Sicher > 2)	Suffosions- gefährdet?	d _s (mm)	Siebdurchgang bei ds (%)
EGG-S1	13003-01	(1)	Auelehm	1,1	0,025	0,07	0,1	0,12	0,160	0,200	0,220	2	0,05	Ja	0,008	3
EGG-S2	13003-02	(1)	Auelehm	1,55	0,003	0,009	0,016	0,024	0,044	0,090	0,160	5	0,08	Ja	0,001	3
EGG-S3	13003-03	(1)	Auelehm	1,35	0,001	0,0026	0,006	0,011	0,030	0,064	0,094	12	0,15	Ja	0,001	7
EGG-S4	13003-04	(1)	Auelehm	1,1	0,001	0,0032	0,007	0,014	0,044	0,100	0,340	14	0,15	Ja	0,001	6
EGG-S5	13003-05	(1)	Auelehm	1,25	0,001	0,006	0,011	0,018	0,032	0,064	0,100	5	0,09	Ja	0,001	5
S-EGG-10	E1	(2)	Auelehm	1,1	0,002	0,003	0,006	0,01	0,026	0,056	0,140	9	0,11	Ja	0,001	0
S-EGG-11	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	0,9	0,24	0,35	3	10	30,000	70,000	90,000	86	9,81	Nein	-	-
S-EGG-11	E2	(2)	Quartäre Kiese	2,6	0,2	0,28	0,4	5	11,500	21,000	30,000	41	0,50	Ja	0,05	1
S-EGG-1	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	1,1	0,03	0,08	0,18	0,44	12,000	30,000	37,000	150	4,00	Nein	-	-
S-EGG-1	E2 + E3	(2)	Quartäre Kiese	2,7	0,13	0,3	1,4	6,4	18,000	31,000	47,000	60	2,05	Nein	-	-
S-EGG-2	E1	(2)	Auelehm	1,8	0,0054	0,0092	0,016	0,026	0,072	0,160	0,210	8	0,09	Ja	0,002	0
S-EGG-2	E2	(2)	Auelehm	2,4	0,003	0,009	0,016	0,027	0,070	0,170	6,000	8	0,10	Ja	0,002	3
S-EGG-3	E1	(2)	Auelehm	0,7	0,003	0,0044	0,0064	0,011	0,028	0,056	0,200	6	0,07	Ja	0,001	0
S-EGG-3	E2	(2)	Quartäre Kiese	1,9	0,36	0,5	1,4	4,8	12,000	24,000	35,000	24	0,75	Ja	0,16	2
S-EGG-3	E3	(2)	Quartäre Kiese	0,7	0,13	0,25	0,5	5	20,000	44,000	60,000	80	1,06	Ja	0,07	4
S-EGG-5	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	1,4	0,2	0,34	2	6,4	18,000	30,000	44,000	53	4,90	Nein	-	-
S-EGG-5	E2	(2)	Quartäre Kiese	1,7	0,17	4	6,2	10	16,000	28,000	38,000	4	0,22	Ja	0,53	8
S-EGG-6	E1	(2)	Quartäre Kiese	1,6	0,23	0,32	0,41	2	9,300	24,000	32,000	29	0,38	Ja	0,05	1
S-EGG-7	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	0,9	0,05	0,15	0,26	1,2	13,000	31,000	38,000	87	2,00	Ja	0,037	6
S-EGG-7	E2	(2)	Auelehm	1,2	0,04	0,075	0,12	0,17	0,220	0,370	0,460	3	0,06	Ja	0,010	2
S-EGG-7	E3	(2)	Quartäre Kiese	1,9	0,24	0,32	0,42	1,8	8,000	14,000	23,000	25	0,36	Ja	0,05	1
S-EGG-8	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	1,1	0,06	0,19	0,32	2	12,000	24,000	67,000	63	1,57	Ja	0,044	5
S-EGG-9	E1	(2)	Auelehm	1,1	0,0053	0,013	0,025	0,049	0,110	0,180	0,240	8	0,11	Ja	0,002	4
S-EGG-9	E2	(2)	Quartäre Kiese	2,1	0,14	0,28	0,37	7	22,000	40,000	44,000	79	0,69	Ja	0,05	3
S-EGG-9	E3	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	0,5	0,21	0,3	0,36	2,3	17,000	47,000	70,000	57	1,04	Ja	0,048	1
S-ACH-1	E1	(2)	Quartäre Kiese	1,4	0,2	0,32	0,4	4,6	15,000	32,000	46,000	47	1,2	Ja	0,05	2
S-ACH-1	E2	(2)	Quartäre Kiese	2,6	0,4	0,78	2	7,1	20,000	35,000	47,000	26	1,8	Ja	0,23	3
S-ACH-2	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	1,5	0	0	0	0,18	1,200	17,000	25,000	-	-	Nein	-	-
S-ACH-2	E2	(2)	Auelehm	1,8	0,0025	0,008	0,017	0,048	0,150	0,190	0,300	19	-	Nein	-	-
S-ACH-2	E3	(2)	Quartäre Kiese	3,1	0,3	0,36	0,7	5	17,000	27,000	40,000	47	1,9	Ja	0,09	2
S-ACH-3	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	1,5	0	0,12	0,2	0,43	12,000	30,000	36,000	100	4,2	Nein	-	-
S-ACH-3	E2	(2)	Quartäre Kiese	3,2	0,2	0,33	0,41	4,5	16,000	28,000	42,000	48	1,2	Ja	0,05	1
S-MÜHL-2	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	0,9	0,062	0,15	0,21	0,36	7,500	24,000	36,000	50	1,1	Ja	0,028	3
S-MÜHL-2	E2	(2)	Quartäre Kiese	2,6	0,063	0,55	8	13	26,000	60,000	85,000	47	9,8	Nein	-	-
S-MÜHL-4	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	0,6	0,25	0,35	1	4,9	16,000	31,000	49,000	46	2,1	Nein	-	-
S-MÜHL-4	E2	(2)	Quartäre Kiese	2,3	0,4	1,2	3	5,4	14,000	25,000	34,000	12	0,8	Ja	0,31	4
S-MÜHL-6	E1	(2)	Auffüllung (Dammkörper Bestand)	1,2	0,2	0,3	0,37	2,7	15,000	45,000	72,000	50	1,0	Ja	0,048	2
S-MÜHL-6	E2	(2)	Auelehm	2,1	0,003	0,01	0,032	0,09	0,170	0,210	0,350	17	0,2	Ja	0,004	6
S-MÜHL-6	E3	(2)	Quartäre Kiese	2,9	0,3	0,4	0,6	1	8,800	22,000	34,000	22	0,7	Ja	0,07	1

Quellen:

- (1) Ergebnisse der Laborversuche, Projekt: Sanierung Deichstauanlage Ering/Egglfing, Ingenieurbüro für Geotechnik Prof. Dr. -Ing. Cezary Slominski, Gilching, 2013
- (2) Geotechnischer Bericht, Auftrag Nr. 3160795, Projekt Nr. 2016-2301, IFB Eigenschenk GmbH, Deggendorf, 2016

Materialumlagerungen (Auffüllung / Dammschüttmaterial) = ca. 3 %

Materialumlagerungen (Auelehm) = ca. 3 %

Materialumlagerungen (Quartäre Kiese) = ca. 3 %