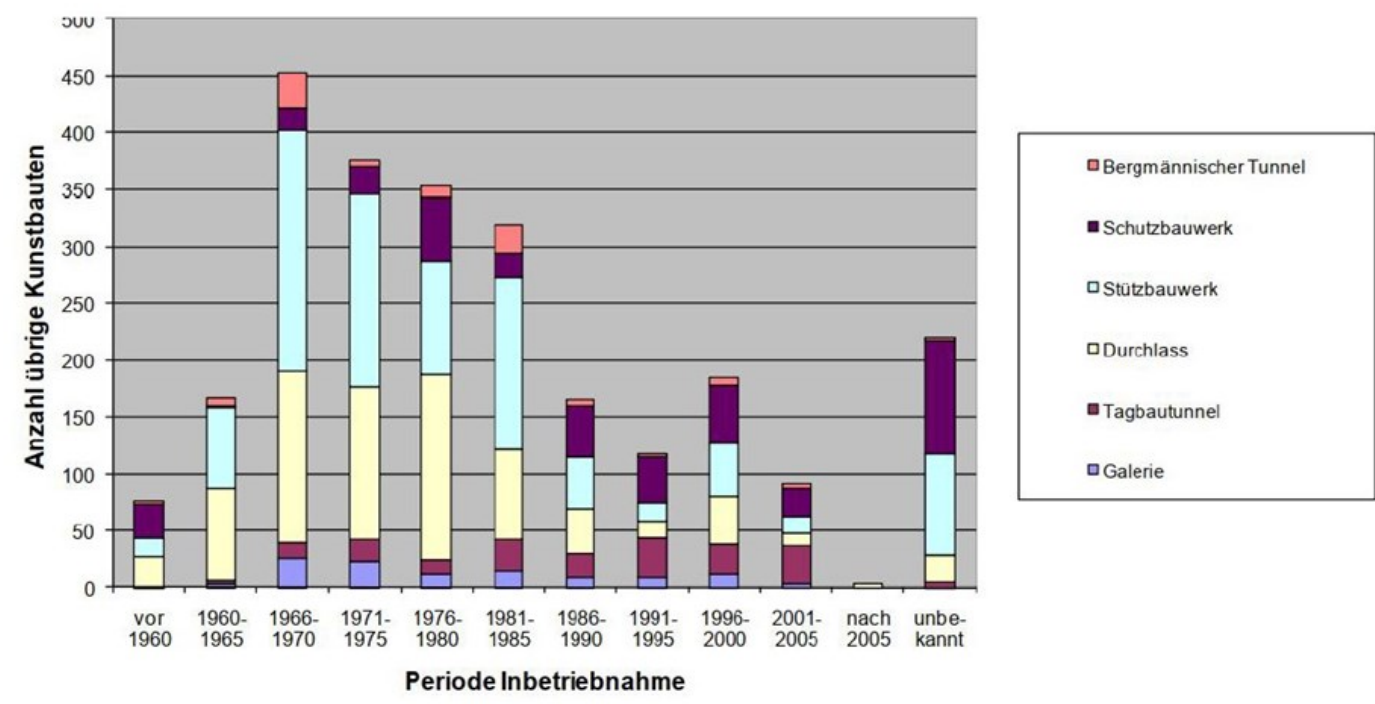
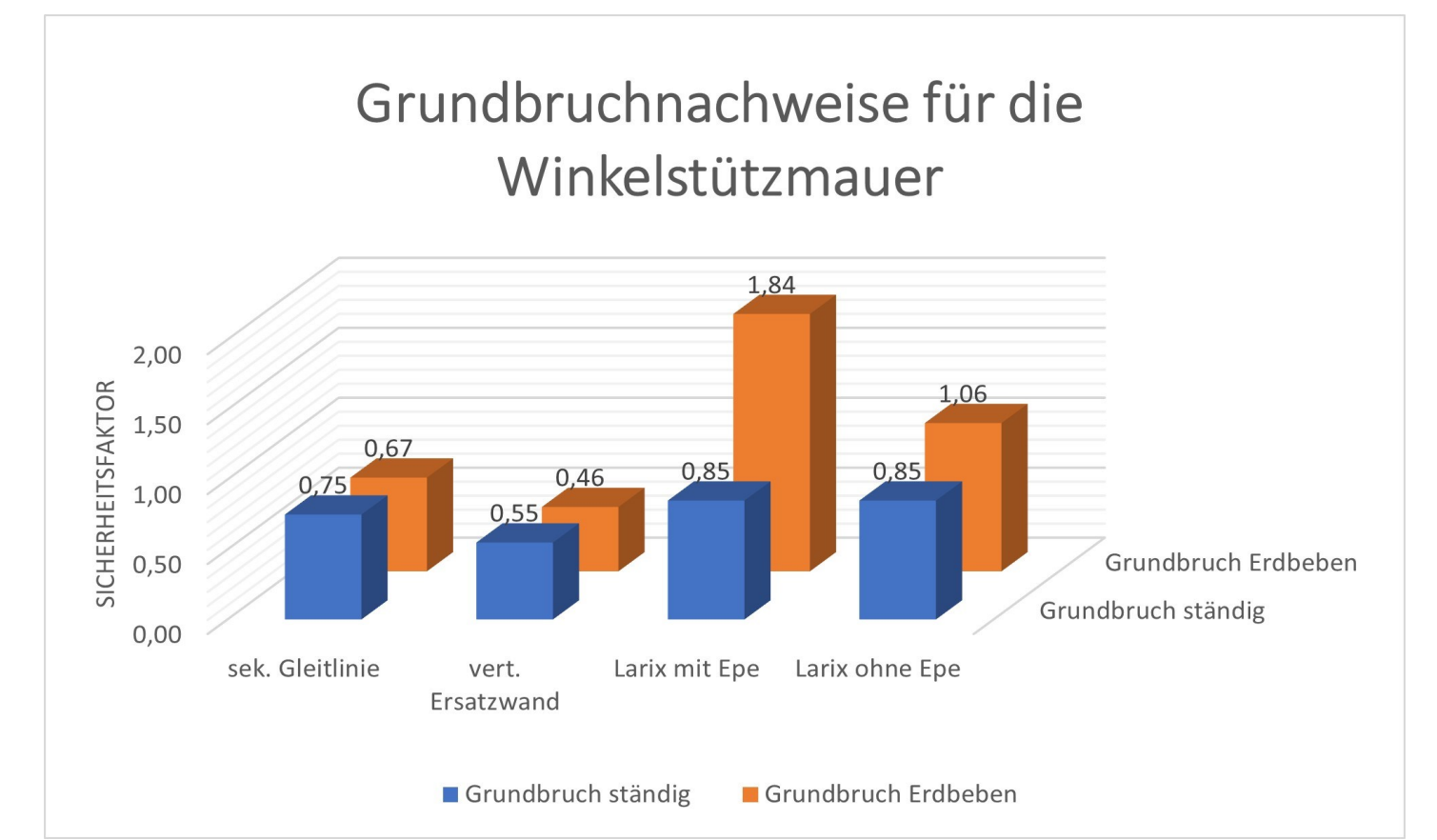
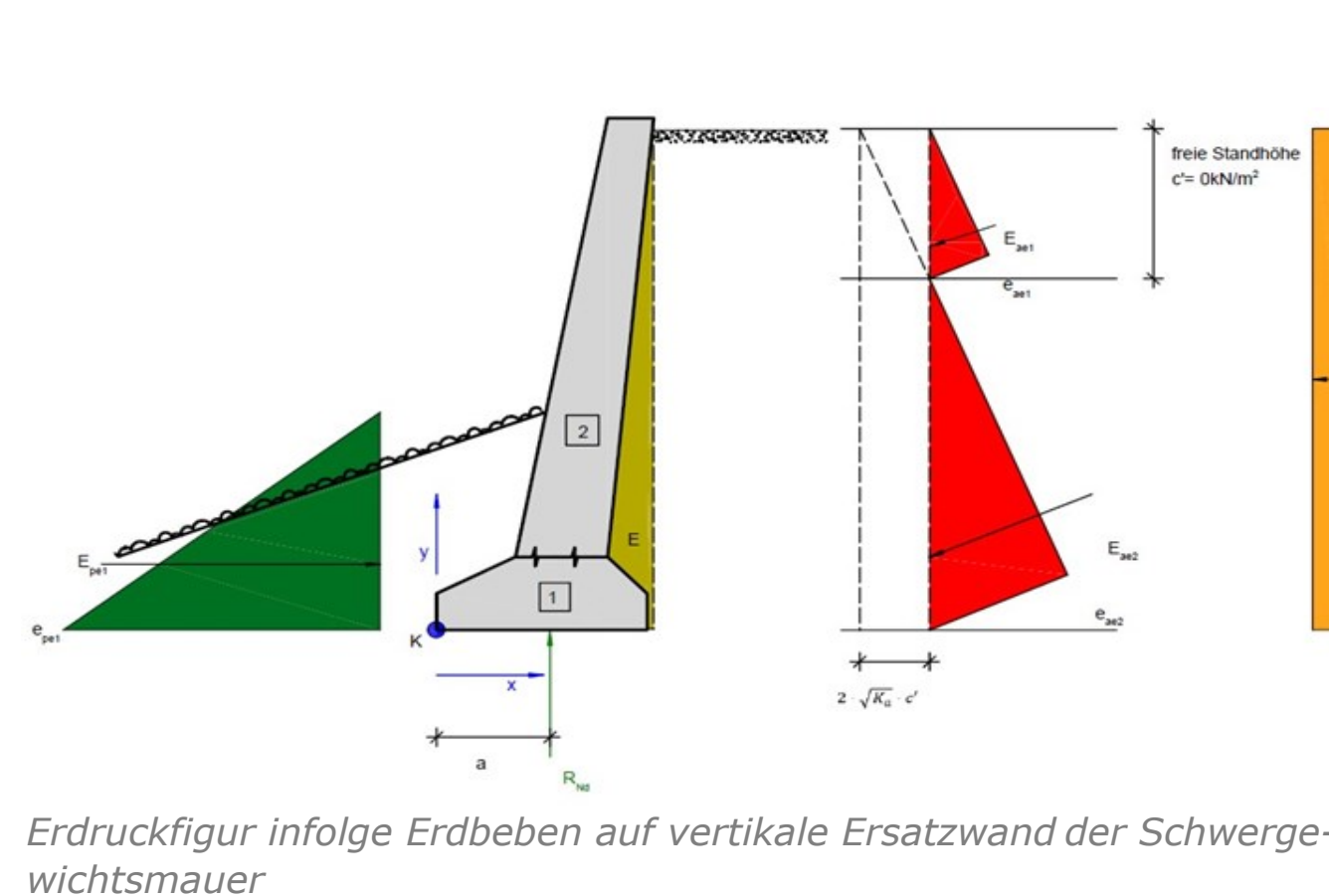
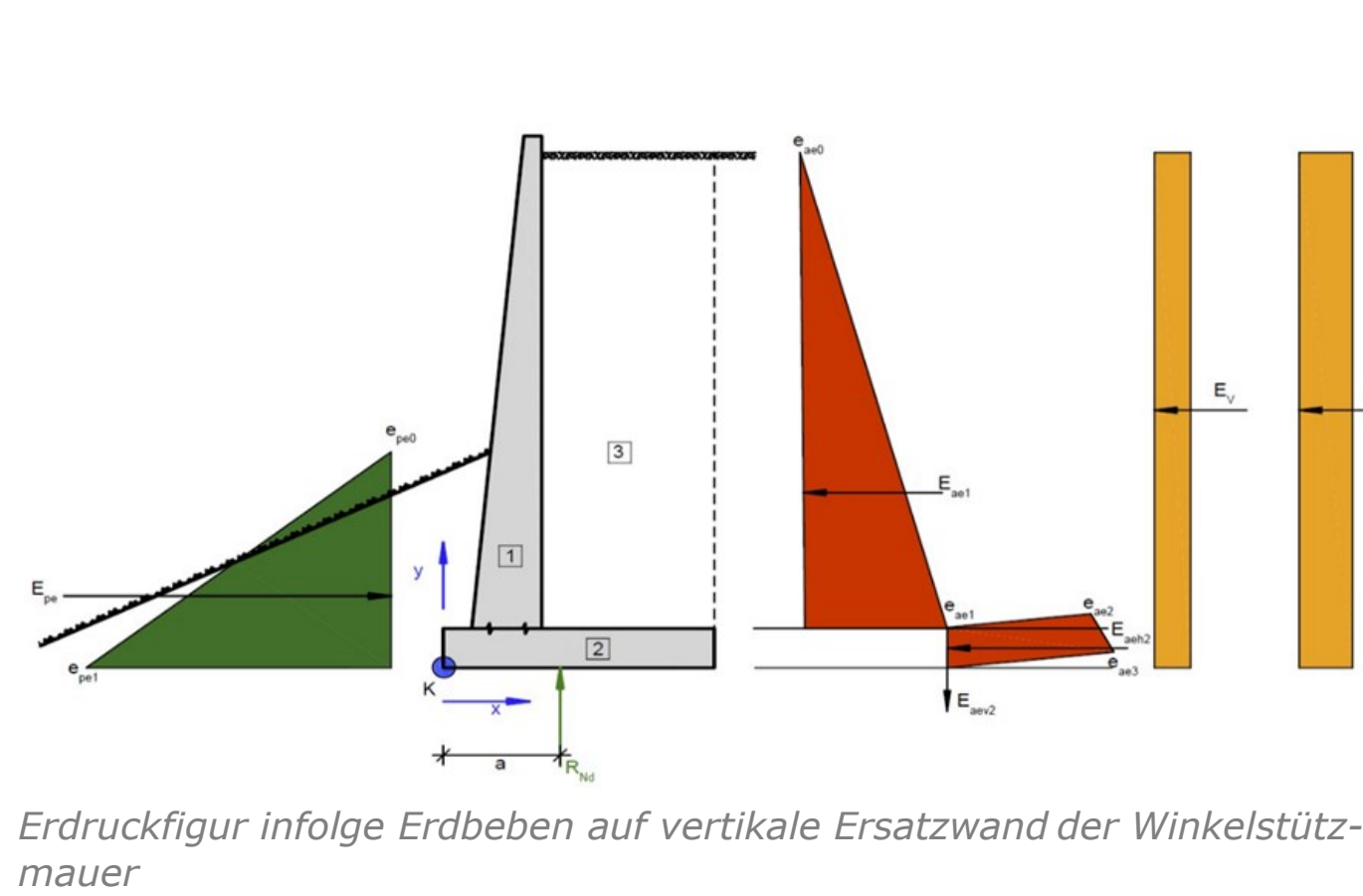
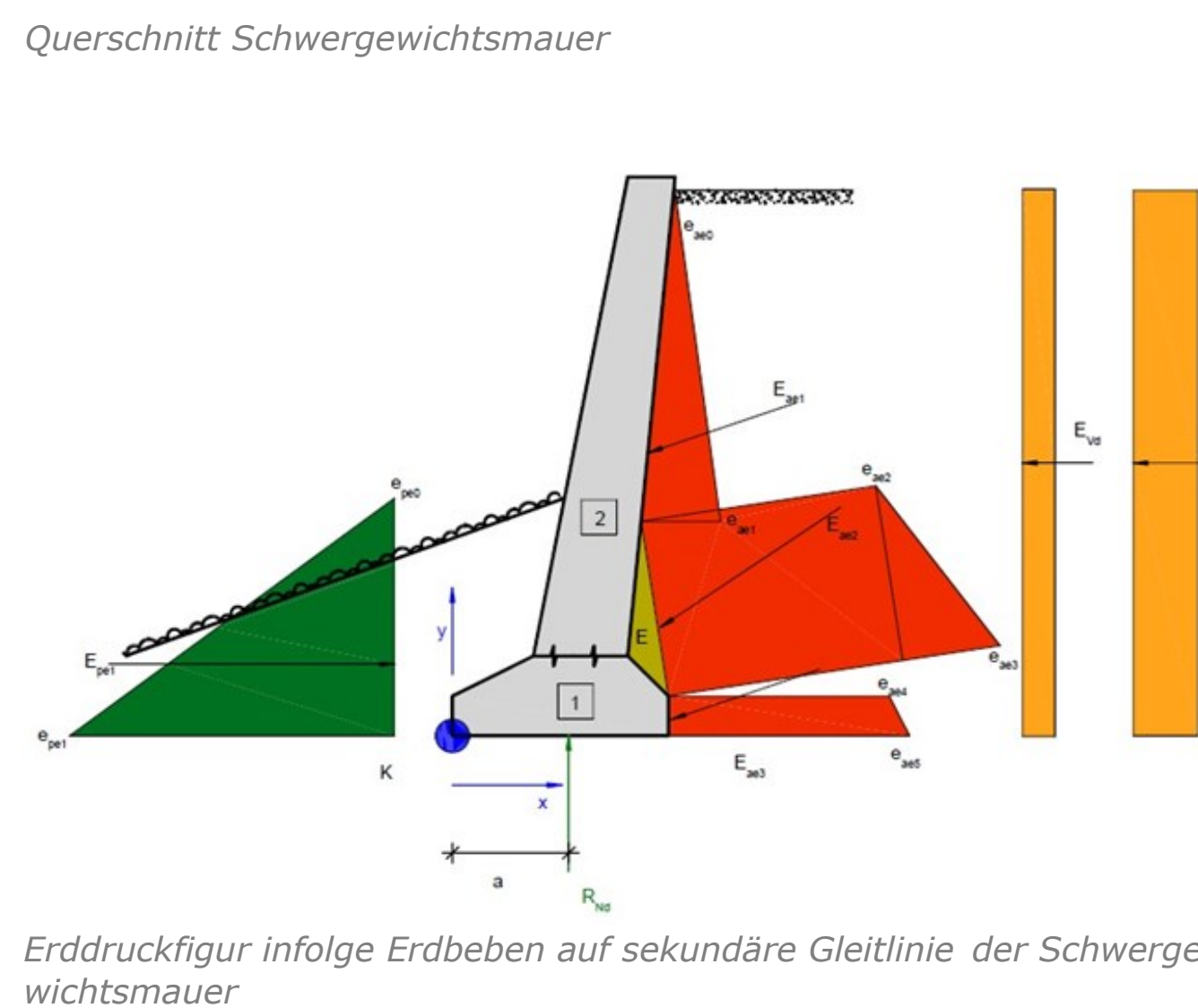
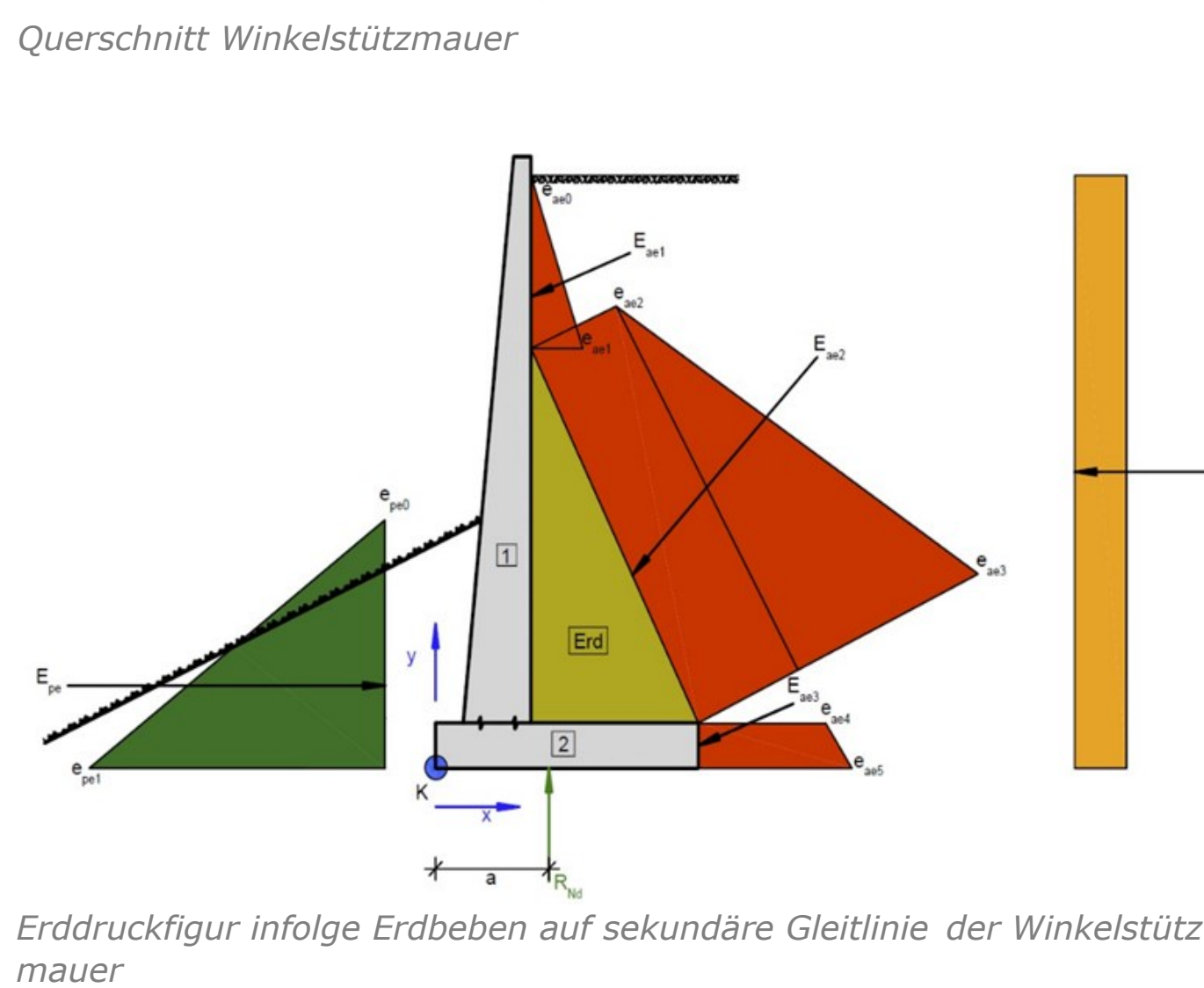
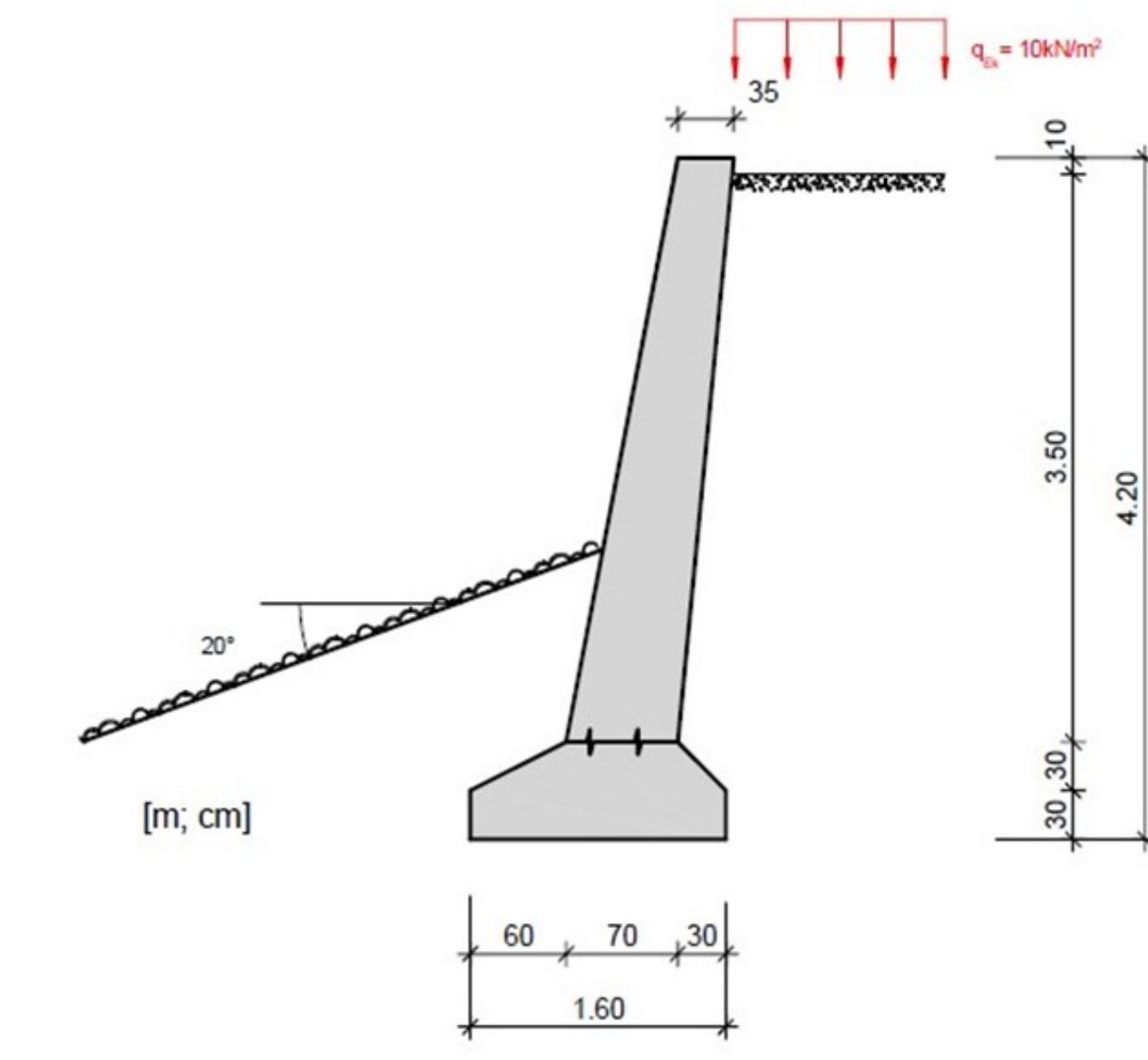
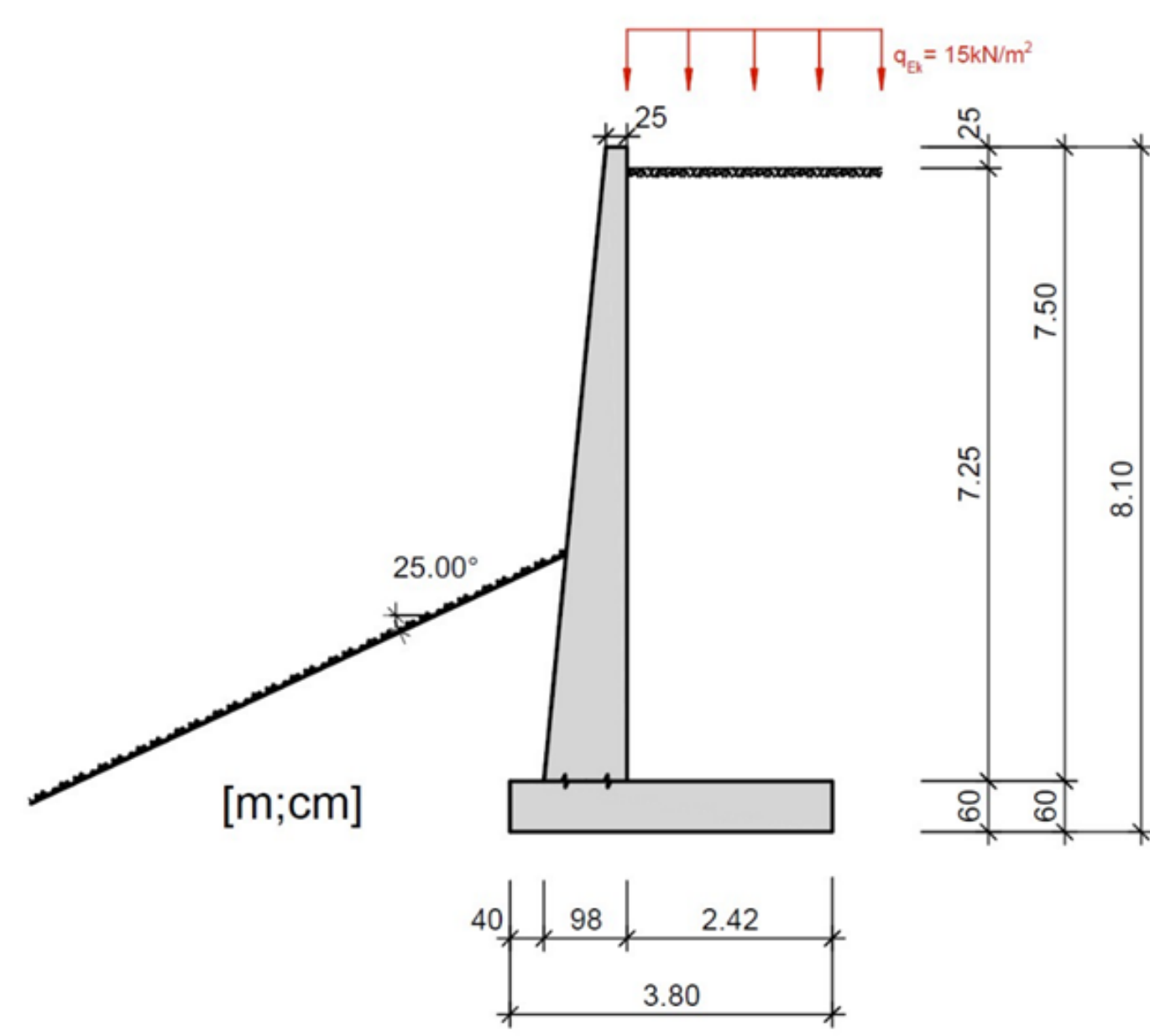


Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

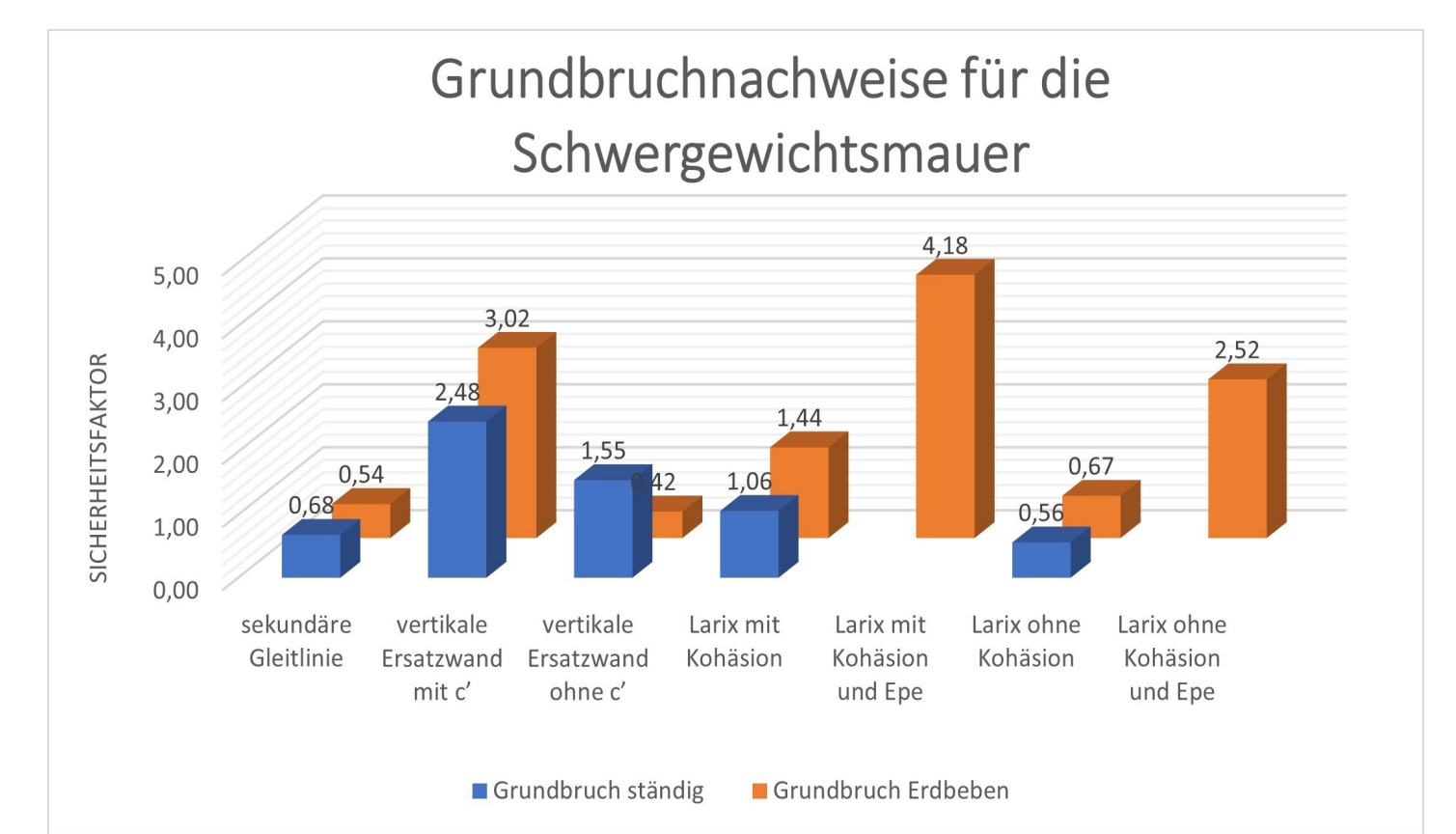
Erdbebensicherheit geotechnischer Bauwerke



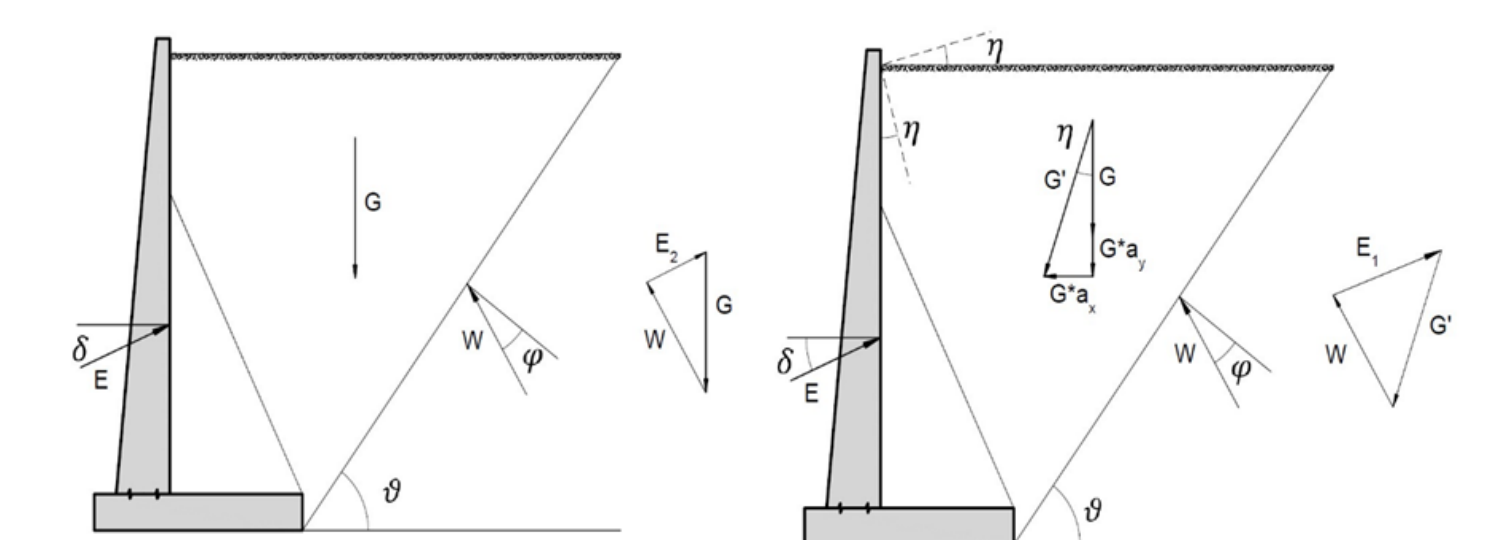
Anzahl der Kunstbauten des Nationalstrassennetzes nach Bauwerksart und Periode der Inbetriebnahme aus Vogel et al. (2009)



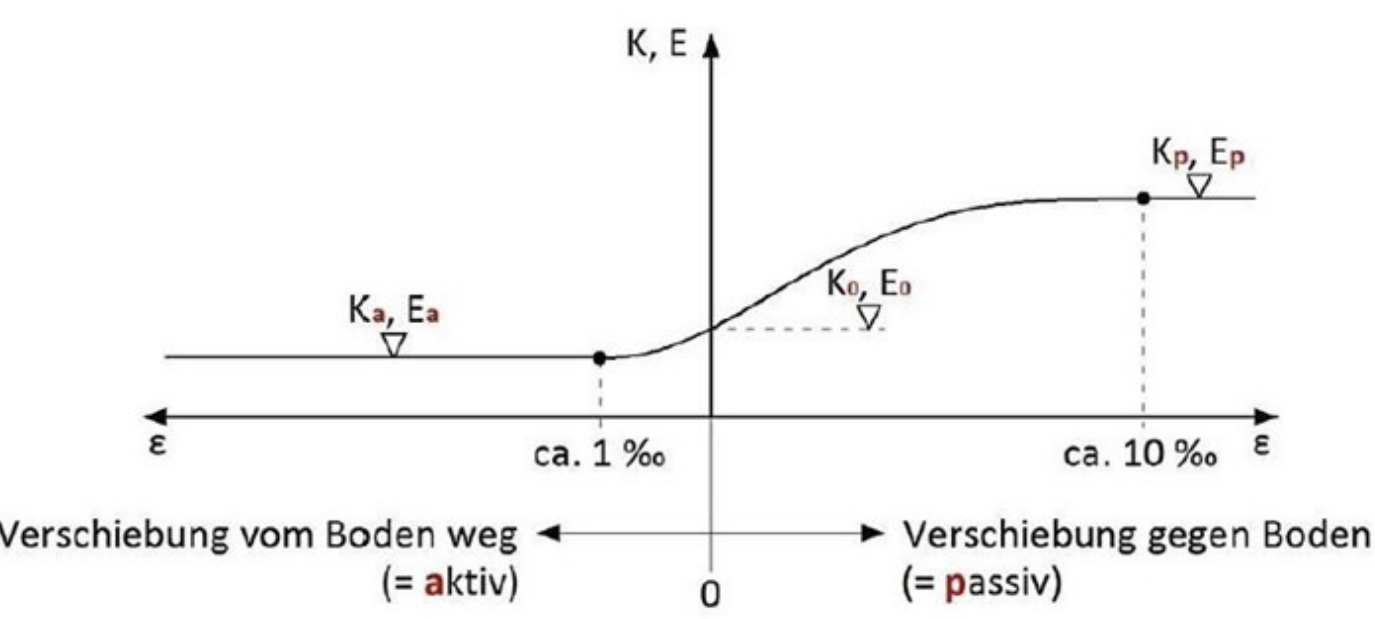
Grundbruchnachweise nach Berechnungsmethode und Lastfall



Grundbruchnachweise nach Berechnungsmethode und Lastfall

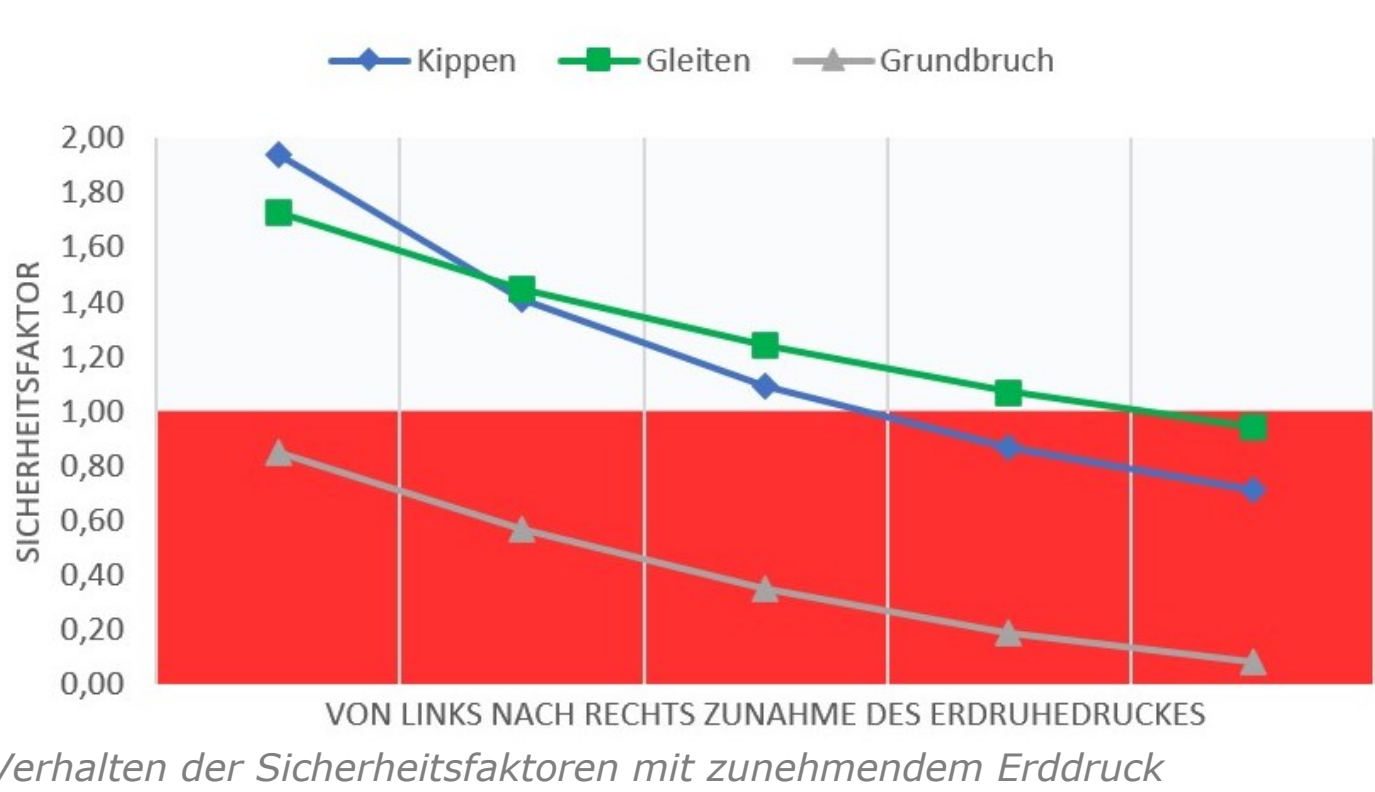


Grafische Darstellung des zusätzlichen Erddrucks aus Erdbeben

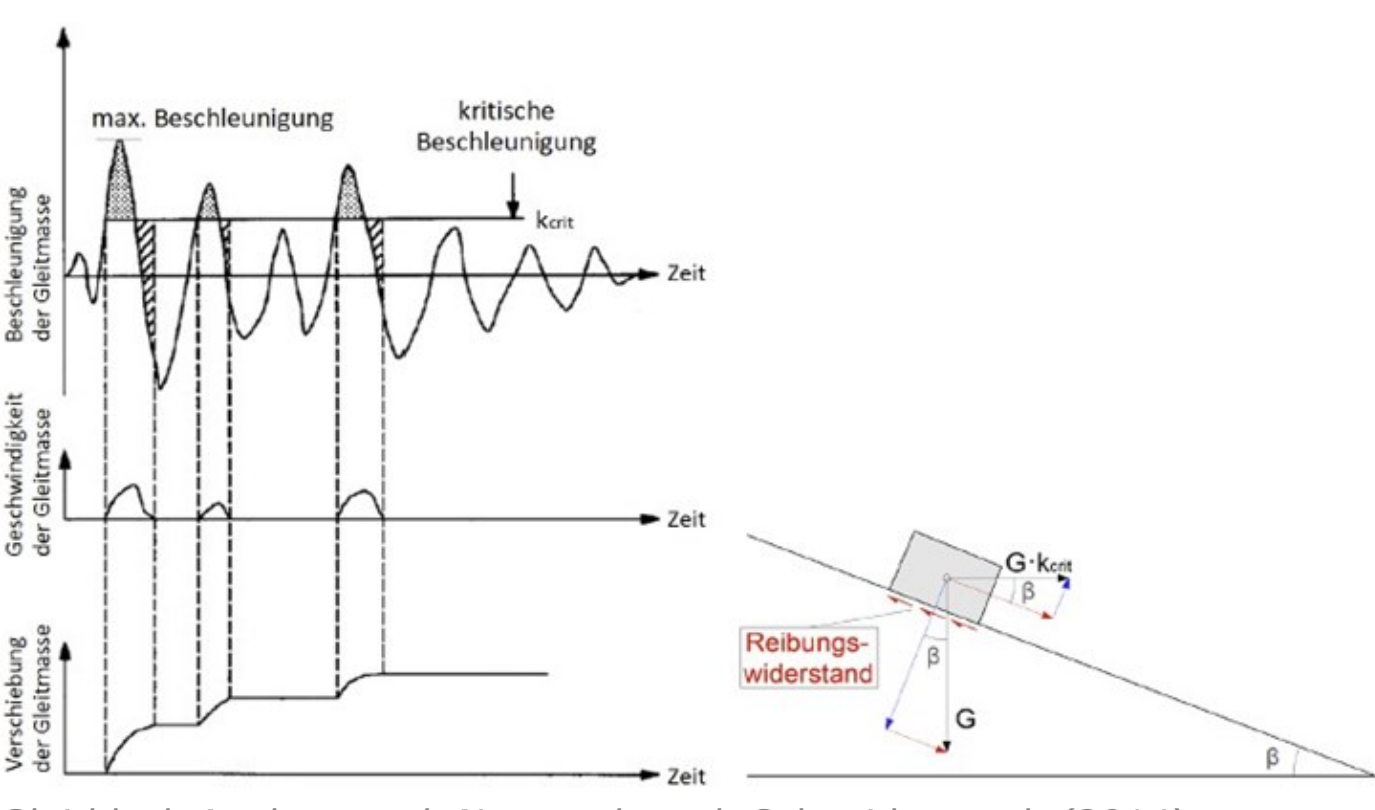


Zusammenhang Erddruck und Wanddeformation aus Schneider et al. (2014)

VERHALTEN DES SF JE NACH ERDDRUCKWAHL



Verhalten der Sicherheitsfaktoren mit zunehmendem Erddruck



Gleitblock Analyse nach Newmark nach Schneider et al. (2014)

Nachweis	Typ	Lastbeiwerte γ_F			Partialfaktoren			
		Eigengewicht γ_G	Erddruck $\gamma_{G,Q}$	Strassenverkehr γ_Q	γ_γ	γ_ϕ	γ_c	γ_R
Kippen	GZ 1	1.10 / 0.90	1.35 / 0.80	1.5	-	-	-	-
Gleiten	GZ 2	1.35 / 1.00	1.35 / 0.70	1.5	1.0	1.2	1.5	1.0
Grundbruch	GZ 2	1.35 / 1.00	1.35 / 0.70	1.5	1.0	1.2	1.5	-

Lastbeiwerte und Partialfaktoren für die Überprüfungssituation Strassenverkehr

Nachweis	Typ	Lastbeiwerte γ_F			Partialfaktoren			
		Eigengewicht γ_G	Erddruck $\gamma_{G,Q}$	Strassenverkehr ψ_{2l}	γ_γ	γ_ϕ	γ_c	γ_R
Kippen	GZ 1	-	-	0.70	-	-	-	-
Gleiten	GZ 2	-	-	0.70	1.0	1.2	1.5	1.0
Grundbruch	GZ 2	-	-	0.70	1.0	1.2	1.5	-

Lastbeiwerte und Partialfaktoren für die Überprüfungssituation Erdbeben

Problemstellung

Die meisten erbauten Stützbauwerke in der Schweiz entstehen zwischen 1966 und 1985. In dieser Zeitperiode werden rationale Nachweisverfahren eingeführt. Erdbeben werden in der SIA 160 (1970) zum ersten Mal als Einwirkung berücksichtigt, haben aber kaum Einfluss auf die Ergebnisse. Durch verschiedene Erdbeben-Analysen im Ausland ist unterdessen bekannt, dass auch Stützbauwerke auf Erdbeben zu bemessen sind. Die aktuellen Normen sind diesbezüglich verbessert und angepasst, machen aber noch wenig klare Vorgaben. Viele dieser Bauwerke kommen ins Überprüfungsalter. Anhand von zwei Basisprojekten, einer Winkelstützmauer und einer Schwergewichtsmauer werden verschiedene Methoden der Erdbebenbemessung angewandt und diskutiert.

Lösungskonzept

Für eine sinnvolle Betrachtung von Erdbeben werden die Bauwerke zuerst in der Überprüfungssituation Strassenverkehr unter ständigen und veränderlichen Lasten untersucht. Die Fallstudie zur Wahl des Erddruckes an der Winkelstützmauer zeigt den nicht zu unterschätzenden Einfluss des Erddruckes auf. Bei einer plausiblen Deformation von 0.1% kann somit aktiver Erddruck angenommen werden. Da für diese Überprüfungssituation nicht alle Tragsicherheitsnachweise erbracht werden können, namentlich nicht jener des Grundbruchs, werden auch die Triagekriterien für das Aufheben der Erdbebenüberprüfung nicht erfüllt. Mit den Handrechnungsmethoden Sekundäre Gleitlinie und Vertikale Ersatzwand, sowie dem Programm Larix wird

die Überprüfungssituation Erdbeben mit kraftbasierten Ansätzen kontrolliert. Dafür wird zusätzlich die horizontale Ersatzkraft der Erdbebenbeschleunigung und der passive Erddruck berücksichtigt. Mit den pseudostatischen Methoden Mononobe-Okabe (M-O) und Shukla werden in den Handrechnungen die totalen Erddrucke unter Erdbebeneinwirkungen berechnet. Um die Wirkungsweise der verformungsbasierten Methode zu zeigen, wird die Gleitdeformation anhand der Gleitblockanalyse nach Newmark kontrolliert.

Erkenntnisse
Trotz unterschiedlichen Tragverhaltens der beiden Mauertypen wird in beiden Fällen der Nachweis Grundbruch mass-

gebend. Abhängig von der Berechnungsmethode entweder im statischen oder im Erdbebenfall. Beide untersuchten Bauwerke erreichen den Mindestfüllungsfaktor nicht und Erhaltungsmaßnahmen sind notwendig. Die verformungsbasierte Analyse zeigt aber, dass Tragreserven aktiviert werden können. Damit erweist sich eine FEM-Analyse als sinnvoll um den Mindestfüllungsfaktor zu erreichen. Der Grundbruchnachweis im statischen Fall bleibt

Simon Aepli
Betreuer:
Hansjörg Vogt
Experte:
Jürg Nyfeler