

Berechnung von Baugrubenverbauten – Vergleich zwischen analytischer und numerischer Lösungen

Steve Witschel

Einleitung

Der Neubau von Bauwerken im innerstädtischen Bereich ist meist mit der Problematik des Platzmangels behaftet. Es wird dadurch nicht auf die traditionellen abgeböschten Baugruben sondern auf Baugrubenverbauten zurückgegriffen. Die Bemessung der unterschiedlichen Verbauarten ist vor allem vom resultierenden aktiven Erddruck abhängig, der auf den Verbau einwirkt. Die Verteilung des Erddruckes ist wiederum abhängig von der Verformung des Verbaus.



Abb. 1: fertiggestellte Schlitzwand.

Normen und Vorschriften:

Im Anwendungsfeld von Ingenieuren kommen vor allem die Berechnungsansätze nach *Colomb* zum Einsatz. Der Ansatz ermöglicht es den einwirkenden Erddruck schnell und einfach zu ermitteln. Ein Großteil der geotechnischen Probleme werden über diese Modellvorstellung betrachtet und erweisen sich als hinreichend genau. Im Zuge der damaligen Erkenntnisstände und die Möglichkeiten konnte allerdings auf viele Punkte und Einflussgrößen nicht eingegangen werden. Viele bodenmechanische Eigenschaften wie Gleitwiderstand, Festigkeit und Porenwasserspannung wurden nicht oder nur unzureichend betrachtet. Auch der Zusammenhang zwischen Verformungen und Verteilung des Erddruckes wurde nicht beachtet.

Durch die Weiterentwicklung und Messungen wurden viele dieser Faktoren heutzutage in Normen und Vorschriften verankert. Die Abbildung 2 zeigt hierbei die Modellvorstellung der Verteilung des aktiven Erddruckes, einer gestützten Verbauwand.

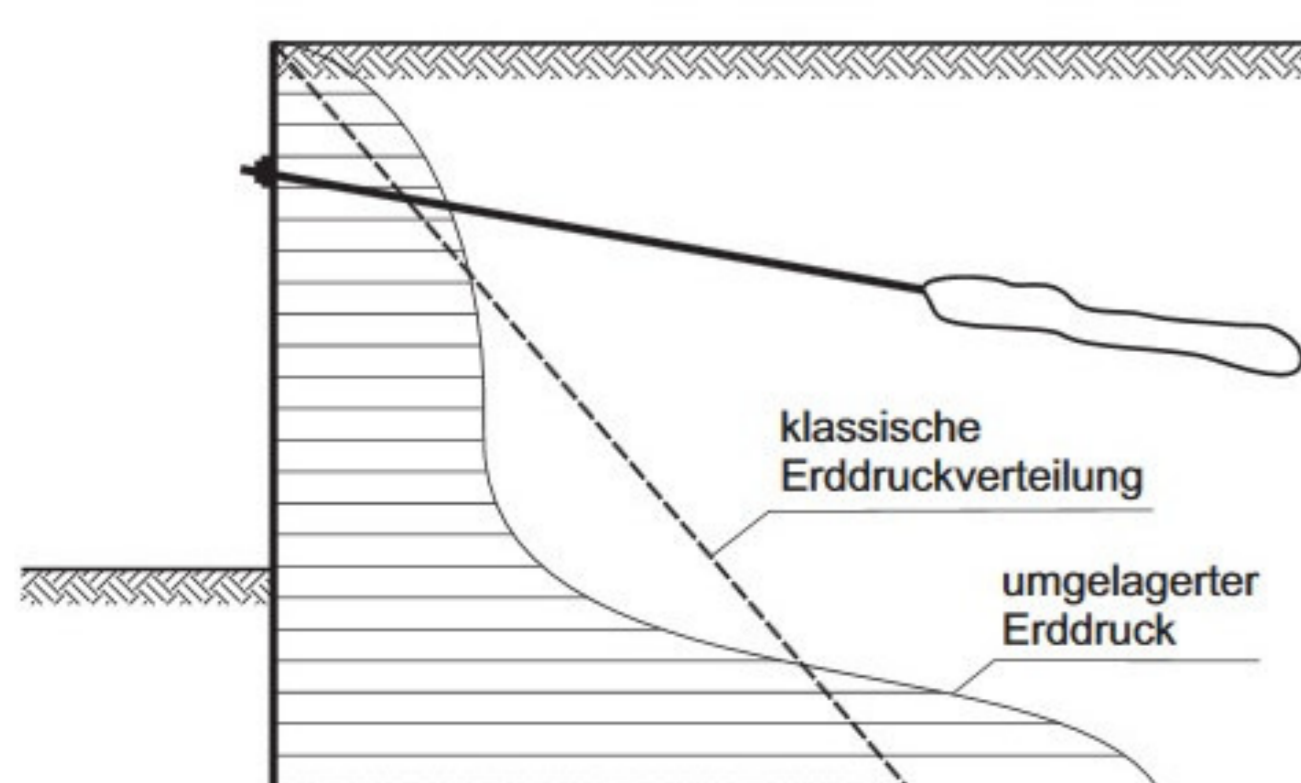


Abb. 2: Modellvorstellung der Verteilung des Erddruckes.

Parameter der Stoffmodelle:

Für die Abbildung des anstehenden Bodens, wurden für das FE-Modell zwei unterschiedliche Stoffmodelle verwendet. Den folgenden Tabellen können die Eingabeparameter für das Mohr-Coloumb-Modell (MC) und Hardening-Soil (HS) entnommen werden.

Schicht	E_{so}	E_{ur}	E_{oed}	φ	ψ	c	P_{ref}	m	R_{inter}
m	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	°	°	kN/m ²			
0-20	45000	180000	45000	35	5	1	100	0,55	0,8
20-40	75000	300000	75000	38	6	1	100	0,55	0,8
>40	105000	315000	105000	38	6	1	100	0,55	

Abb. 3: Parameter für das HS-Modell.

Schicht	E	φ	ψ	c	v	R_{inter}
m	kN/m ²	°	°			
0-20	47000	35	5	1	0,3	0,8
20-40	244000	38	6	1	0,3	0,8
>40	373000	38	6	1	0,3	

Abb. 4: Parameter für das MC-Modell.

Geometrie des Modells:

Das Baugrubenmodell wurde vereinfacht als halbiertes System betrachtet. Als Verbaustruktursystem wurde eine Schlitzwand mit einer Dicke von 0,80m modelliert. Der nachfolgenden Skizzierung können die unterschiedlichen Aushubtiefen, Ankerlagen und Steifigkeiten entnommen werden.

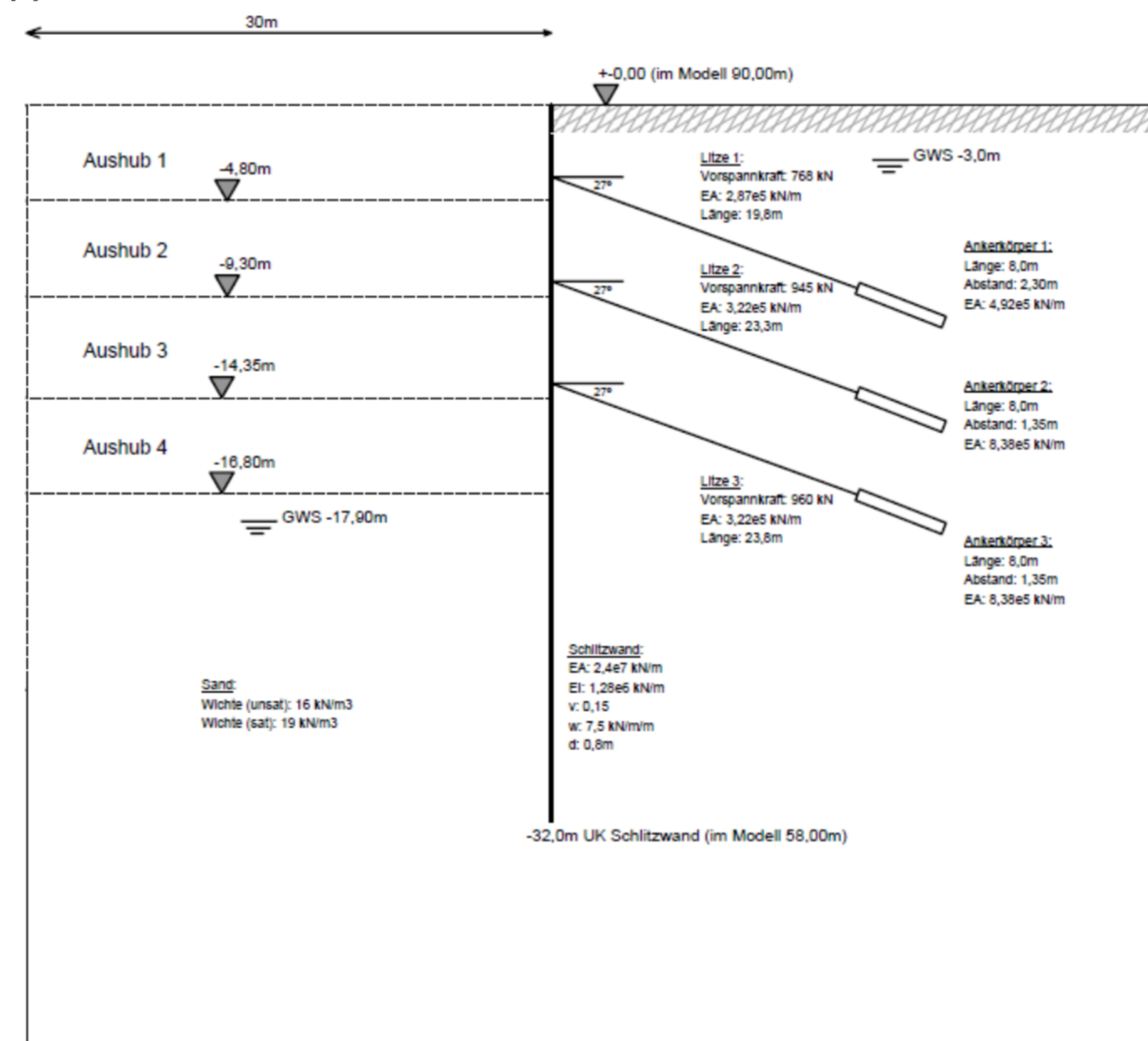


Abb. 5: Skizzierung des Baugrubenmodells und Parameterangaben.

Vergleich der Ergebnisse:

Im ersten Schritt wurden die beiden Stoffmodelle hinsichtlich ihrer Qualität gegenübergestellt. Hierbei lieferte das höherwertige HS-Modell sehr gute Ergebnisse gegenüber dem MC-Modell. Für die weiteren Berechnungen und zum Vergleich mit der analytischen Lösung wurde dieses Modell weiterhin genutzt.

Die Simulation wurde zusätzlich mit zwei unterschiedlichen Ansätzen durchgeführt, mit und ohne das Aufbringen von Vorspannkräften. Hierbei zeigten sich erste deutliche Abweichungen gegenüber der analytischen Lösung und den Modellvorstellung der EAB (siehe Abb.8).

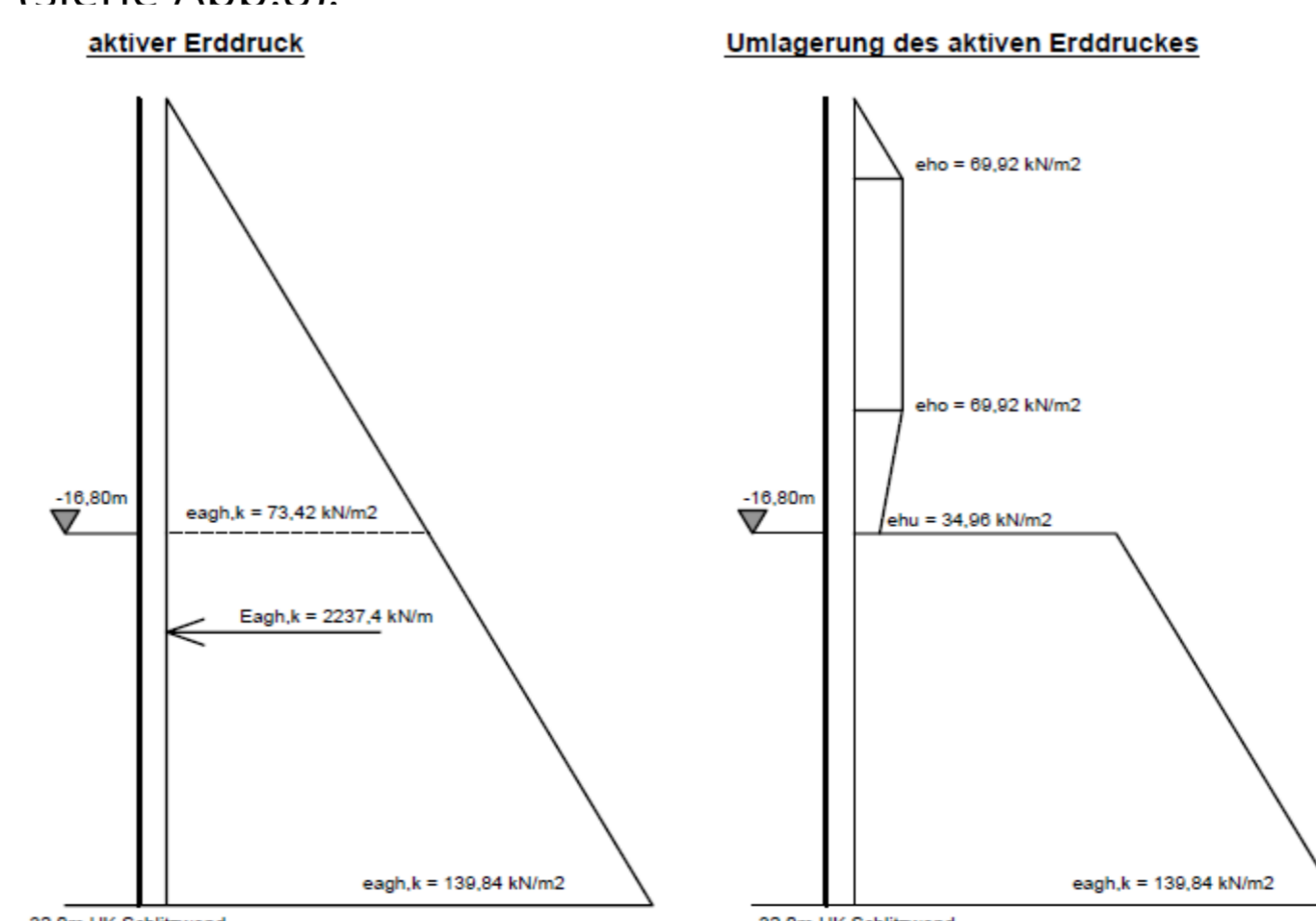


Abb. 6: Gegenüberstellung des Erddruckes nach *Colomb* und EAB

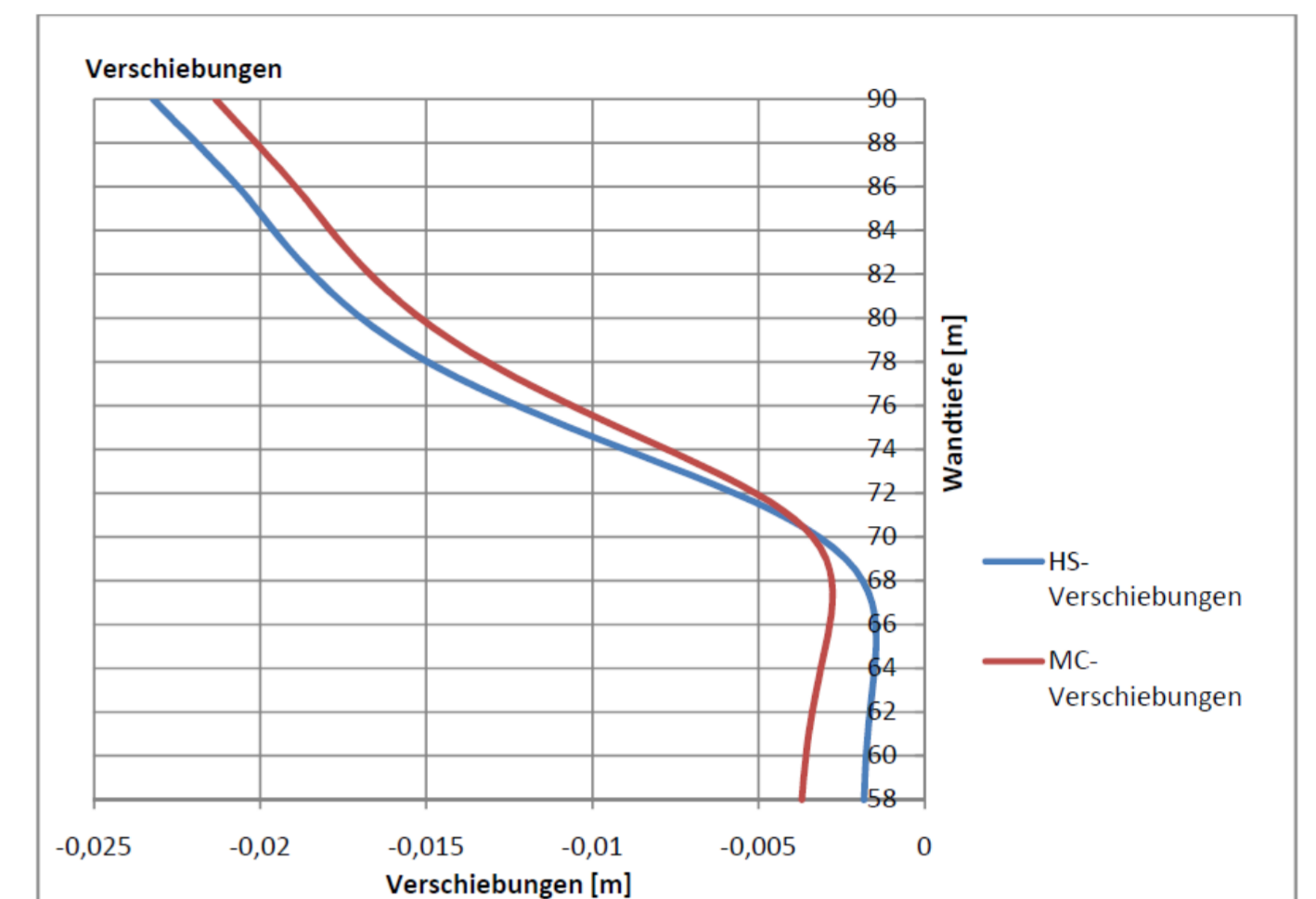


Abb. 7: Verschiebungen der Verbauwand.

Zusammenfassung

Die „klassischen“ Berechnungsansätze geben dem Ingenieur die Möglichkeit, einfach und schnell den einwirkenden Erddruck zu ermitteln und Bauteilkomponenten zu bemessen. Für damalige Verhältnisse und Wissensstände waren diese Annahmen hinreichend genau.

Im Zuge der Diplomarbeit stellte sich heraus, dass die Verformungen teils eine hohe Einwirkung auf die Größe und die Verteilung des Erddruckes hat. Der „klassische“ Ansatz lag hierbei weiterhin auf der „sicheren Seite“ und führte somit zu keiner Unterschätzung.

Wesentlich kritischer fiel der Einfluss der Vorspannung auf. Die Erddrucktheorie nach *Colomb* und die EAB liefern hierbei keinen Erkenntnisstand. Die Ergebnisse unter einer Vorspannkraft wichen teils stark der beiden Ansätzen ab.

Die Modellierung von geotechnischen Problemstellungen erfordert ein hohes Maß an Genauigkeit. Dies spiegelt sich vor allem im Bereich der Parametereingabe wieder. Die Parameter sind sehr sensibel und von der Genauigkeit der Laboruntersuchungen bzw. Baugrunderkundungen abhängig. Die verwendeten Stoffmodelle liefern zum großen Teil gute Ergebnisse. Das MC-Modell stellt ein sehr robustes Stoffmodell dar und ist von seiner Eingabe her überschaubar aber lieferte die schlechteren

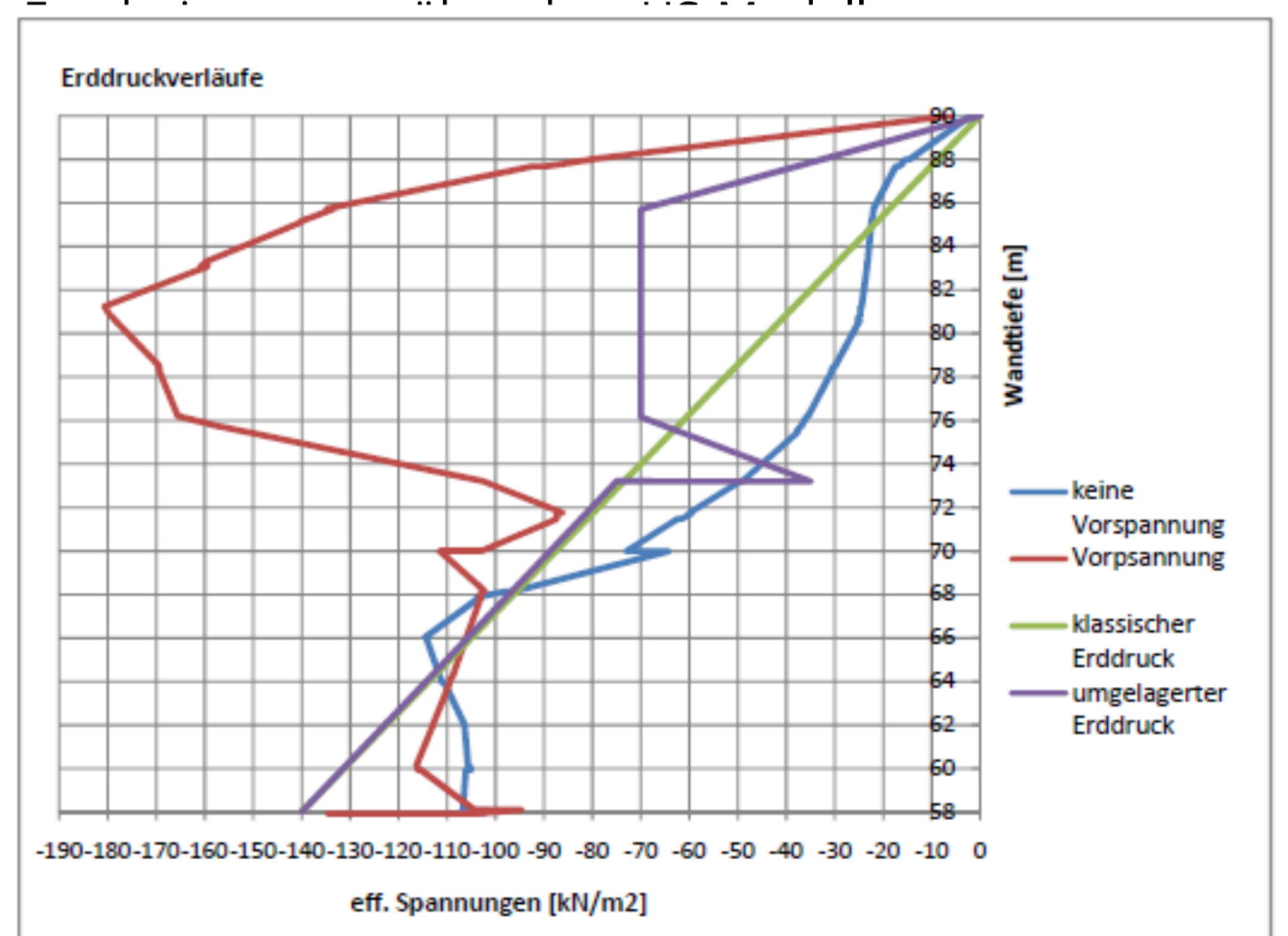


Abb. 8: Überlagerung der einwirkenden Erddrucke (HS-Modell)

Projekt

Diplomarbeit

Hochschullehrer

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ivo Herle, TU Dresden

Wissenschaftliche Betreuung

Dr.-Ing. Erik Schwiteilo, TU Dresden

Abgabe

01 2019