

Steigert ein kurzgehaltenes, übungsbegleitendes Praxisprojekt das fachthematische Interesse der Studierenden?

Dipl.-Ing. Dr. techn. B. Schneider-Muntau¹

¹Arbeitsbereich für Geotechnik und Tunnelbau
Institut für Infrastruktur
Universität Innsbruck
email: barbara.schneider-muntau@uibk.ac.at

Zusammenfassung

In Diskussionen unter den LehrveranstaltungsleiterInnen wird immer wieder festgestellt, dass den Studierenden der Bezug zur realen Anwendbarkeit der Lehrinhalte der Bodenmechanik und Grundbau Übung fehlt. Aufgaben werden kochrezeptartig gelöst, ohne dass Zusammenhänge verstanden werden. Ziel des hier beschriebenen Lehrgangsjahresprojektes war es, aufbauend auf den Inhalten der Lehrveranstaltung, ein übungsbegleitendes Praxisprojekt in die Lehrveranstaltung zu integrieren. Um den vorgegebenen Lehrinhalten genügend Raum zu lassen, sollte ein Zeithorizont von 10 Minuten pro Übungseinheit nicht überschritten werden. Das Praxisprojekt führt die Studierenden von einer realitätsnahen Fragenstellung ('Ich möchte hier eine Strasse bauen') über alle notwendigen Zwischenschritte ('Welche Informationen brauche ich?') zu einer Rechenaufgabe ('Welche Nachweise muss ich führen?'), wie sie in der Übung gelehrt wird. Dadurch wird der Praxisbezug und die Vorgehensweise im späteren Berufleben deutlich. Die Evaluierung des Lehrgangsjahresprojektes brachte sowohl auf der Seite der Lehrenden als auch auf Seite der Studierenden sehr positives Feedback. Das Praxisprojekt ist jetzt fester Bestandteil der Bodenmechanik und Grundbau Übung.

Inhaltsverzeichnis

1	Beschreibung der Lehrveranstaltung	2
2	Projektziele – Forschungsfrage	3
3	Projektbeschreibung	4
4	Evaluierung	10
5	Schlussfolgerungen	16
6	Ausblick	17
	Literatur	17
	Anhang	18



Warum kann eine Sandburg
gebaut werden?



www.sandyfeet.com/sand/solo.html

Abbildung 1: Beispiel für ein *Hallo Wach*

1 Beschreibung der Lehrveranstaltung

Die Praxisarbeit zu der Fortbildung 'Lehren lernen' fand im Sommersemester 2009 zu den Übungen Bodenmechanik und Grundbau II statt. Die Übung Bodenmechanik und Grundbau II begleitet die Vorlesung im 4. Semester des Studiums für Bauingenieurwesen. Es handelt sich dabei um eine Pflichtveranstaltung, an der um die 100 Studierenden pro Semester teilnehmen. Die Studierende werden in Gruppen von 25-30 Teilnehmenden aufgeteilt, die jeweils von einem eigenen Lehrveranstaltungsleiter oder einer eigenen Lehrveranstaltungsleiterin betreut werden. In der Übung soll der theoretische Hintergrund der Vorlesung vertieft und spezielle Berechnungsverfahren erlernt werden. Eine Klausur mit Rechenaufgaben (75% der Punkte) und Theoriefragen (25% der Punkte) schließt die Übung ab. In der Übung soll eigenverantwortliches Lernen und Selbstständigkeit sowie Teamfähigkeit und Diskussionsfähigkeit geübt werden. Der Aufbau jeder Übungseinheit (2 Stunden) ist wie folgt:

Hallo Wach:

Jede Übungseinheit beginnt mit einem *Hallo Wach*. Das *Hallo Wach* dauert etwa 5-10 Minuten. Dabei wird eine geotechnische Problemstellung erörtert. Dadurch soll die Aufmerksamkeit der Studierenden gewonnen werden. Ein Beispiel für ein *Hallo Wach* ist die Sandburg (Abb. 1):

- Warum steht eine Sandburg?

Wissen die Studierenden darauf keine Antworten, versuchen die LehrveranstaltungsleiterInnen mit Fragen ihr unterbewusstes Wissen zu mobilisieren.

- Wie muss der Sand beschaffen sein, damit eine Sandburg gebaut werden kann?
- Gibt es auch Kiesburgen? Warum nicht?
- Was zerstört eine Sandburg?

Meistens kann spätestens nach diesen Hinweisen die Frage beantwortet werden.

Diskussion der Übungsbeispiele in Kleingruppen:

Am Anfang des Semesters erhalten die Studierenden einen Aufgabenkatalog, aus dem für jede Übungseinheit 3 bestimmte Beispiele in selbst organisierten Zeiträumen vorbereitet werden sollen. Die Theorie aus der Vorlesung soll selbstständig angewandt werden, Hilfe bietet dabei ein Skript. In der Übungsstunde vergleichen die Studierenden in Kleingruppen die Ergebnisse und Rechenwege. In den Kleingruppen ergeben sich dabei Diskussionen zu den jeweiligen Themengebieten. Die LehrveranstaltungsleiterInnen stehen für Rückfragen aktiv zur Verfügung. Von der Übungsbeispielen müssen mindestens 70% gerechnet werden, um zur Abschlussklausur zugelassen zu werden. Die Rechenaufgaben der Klausur entsprechen in Inhalt und Schwierigkeit denen der Übungsaufgaben.

Impulsfragen:

Zu dem Stoffgebiet der Übungsaufgaben werden 6-7 kurze Impulsfragen gestellt, die ebenfalls in den Kleingruppen erörtert werden. Die Theoriefragen der Klausur lehnen sich an die Impulsfragen an.

Ergebnissicherung im Plenum:

Den Abschluss der Lehrveranstaltung bildet die Ergebnissicherung im Plenum. Es werden sowohl die Impulsfragen als auch die Rechenaufgaben im Plenum diskutiert und beantwortet. Dabei wird von jeweils einem Studierenden ein Lösungsweg für eine Übungsaufgabe vorgerechnet. Die Impulsfragen werden gemeinsam beantwortet, die Lösungen kommen dabei von den Studierenden selber. Der oder die LehrveranstaltungsleiterInnen stellt dabei die Richtigkeit der Ergebnisse sicher und steht für Fragen zur Verfügung.

2 Projektziele – Forschungsfrage

In Diskussionen unter den LehrveranstaltungsleiterInnen wird immer wieder festgestellt, dass den Studierenden der Bezug zur realen Anwendbarkeit der Übungsaufgaben fehlt. Mit Hilfe des Skriptes werden die Impulsfragen richtig beantwortet, ohne ihren Sinn zu verstehen und die Rechenaufgaben 'kochrezeptartig' gerechnet, ohne dass dabei Zusammenhänge erkannt werden. Im Abb. 2 ist eine typische Übungsaufgabe dargestellt. Den Studierenden wird die Art der Berechnung vorgegeben und sie erhalten alle nötigen Angaben. Das Stoffgebiet muss zur Lösung der Aufgabe nicht reflektiert werden. Durch Abarbeitung der im Skript vorgeschlagenen Vorgehensweise zu 'Einbindetiefe einer einfach verankerten, im Boden eingespannten Stützwand' kann die richtige Lösung gefunden werden. Die Studierenden müssen dazu z.B. nicht verstanden haben, was eine 'einfach verankerte Stützwand' ist und wann sie in der Praxis zum Einsatz kommt. Durch ein Praxisprojekt, welches den Bogen zwischen Theorie und Praxis spannt, kann das Interesse und das Verständnis der Studierenden für das Thema gestärkt werden (Helmke und Schrader, 2001). Zudem kann eine Praxisarbeit den Studierenden die Anwendbarkeit des Stoffes im Berufsleben zeigen (Brown

UNIVERSITÄT IGT INNSBRUCK	Bodenmechanik und Grundbau 2 – Übungen	Stützwandstatik	130
<p>Für die dargestellte Stützwand (einfach verankert, im Boden eingespannt) soll</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. der Verlauf des Erddruckes (Erddruckbeiwerte nach ÖN B4434), 2. die erforderliche Einbindetiefe, 3. die Ankerkraft, 4. das maximale Moment <p>berechnet werden. Verwenden Sie dazu einen Wandreibungswinkel von $\delta_p = -2/3 \varphi$ für den passiven Erddruck und überprüfen Sie diese Annahme, indem Sie am Ende der Berechnung das Gleichgewicht in vertikaler Richtung $\sum V = 0$ kontrollieren.</p> <p><i>Hinweise:</i> Der Erddruck muss nicht umgelagert werden. Der passive Erddruck ist mit $\eta_p = 1,5$ abzumindern.</p>			
		<p>B1: $\gamma_1 = 19,2 \text{ kN/m}^3$ $\varphi_1 = 34^\circ$</p> <p>B2: $\gamma_2 = 19,8 \text{ kN/m}^3$ $\varphi_2 = 32^\circ$ $K_{p\gamma} = 5,649$</p>	

Abbildung 2: Beispiel einer Übungsaufgabe

et al., 1989). Daher stellte ich mir die Forschungsfrage, ob durch ein kurzgehaltenes, übungsbegleitendes Praxisprojekt das fachthemenische Interesse der Studierenden gesteigert werden kann. Ziel des Projektes war es, den Studierenden die Praxisrelevanz der Übungsaufgaben näherzubringen und so das fachthemenische Interesse zu steigern. Das Bearbeiten des Praxisprojektes soll freiwillig erfolgen. Die genaue Umsetzung und die Anforderungen an das Praxisprojekt sind in Kap. 3 beschrieben, die Evaluierung der Umsetzung in Kap. 4.

3 Projektbeschreibung

Das Praxisprojekt sollte in den Übungsablauf eingegliedert werden, ohne den bestehenden Aufbau zu beeinträchtigen. Daher musste das Praxisprojekt in jeder Übungsstunde zwar vorhanden sein, aber einen Zeitrahmen von 10 min nicht überschreiten. Das Praxisprojekt wurde an Fragestellungen und Vorgehensweisen aus der Ingenieurspraxis angepasst. In jeder Stunde erhielten die Studierenden eine Frage, die sie bis zur nächsten Übungsstunde zu beantworten hatten. In der darauffolgenden Stunde erarbeiteten die Studierenden in einer Gruppendiskussion Lösungsansätze. Im Folgenden sind die Fragen **fett** gedruckt, die Erklärungen dazu *kursiv*. Um die Vorgehensweise für die LehrveranstaltungsleiterInnen zu erleichtern und für alle Gruppen zu vereinheitlichen, wurden die Fragen vorgegeben. Dadurch wurde die Vorbereitung für die Lehrveranstaltungslei-

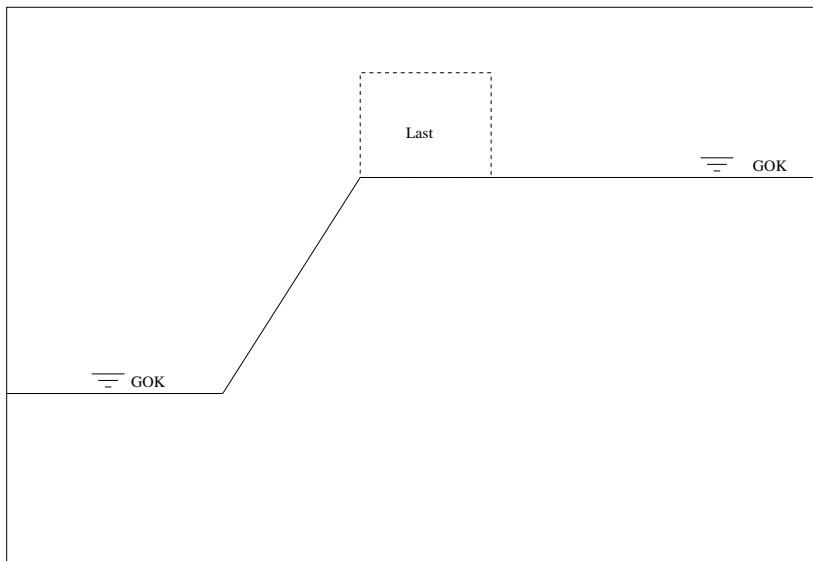


Abbildung 3: 1. Handout zum Praxisprojekt

terInnen einheitlich und konnte in der Gruppe der Lehrenden vor den Übungseinheiten zur Vorbereitung diskutiert werden.

1. Stunde

Die Studierenden erhielten die Anfrage:

Wir wollen auf diese Böschung (Abb. 3) eine Straße bauen. Ist das möglich?

Bis zum nächsten Übungstermin war zu beantworten:

1. Was müssen Sie wissen?

Solche Anfragen kommen in der Ingenieurspraxis häufig vor und die Studierenden müssen sich überlegen, welche Informationen überhaupt nötig sind, um diese Fragestellung zu beantworten. Die Frage unterscheidet sich grundlegend von den sonst zu rechnenden Übungsaufgaben, bei denen alle Eingangsgrößen gegeben sind.

2. Stunde

Die Vorschläge der Studierenden wurden gesammelt und eventuell mit Vorschlägen des/der LehrveranstaltungsleiterIn ergänzt:

- Bodenbeschaffenheit
- Art der Last
- Grundwasser

- Äußere Einwirkungen (Schnee, Wind, Erdbeben)
- Verbau der Böschung?

Zur nächsten Stunde sollte die Studierenden beantworten:

2. Woher bekommen Sie diese Informationen?

Diese Frage dient zur Reflexion, woher in der Berufspraxis die Zahlen und Geometrien, die bei den Übungsaufgaben vorgegeben werden, kommen.

3. Stunde

Die Vorschläge der Studierenden wurden wiederum gesammelt und eventuell mit Vorschlägen des/der LehrveranstaltungsleiterIn ergänzt:

- Pläne
- Statiker
- Bohrungen
- Rammsondierungen
- Laborversuche
- Normen (Schnee-, Windlasten)

Frage gab es in dieser Stunde keine, da die Fragen aus der 2. Stunde jetzt an die entsprechenden Ansprechpersonen (Statiker, Bohrfirma, ...) weitergegeben wurden und deren Antworten abgewartet werden mussten. Dies hatte zudem den Vorteil, dass die einzelnen LehrveranstaltungsleiterInnen sich austauschten und vergleichen konnten, ob alle Übungsgruppen die gleichen Ansätze und Ideen hatten oder ob Ergänzungen notwendig sind.

4. Stunde

In der vierten Stunde erhielten die Studierenden den Plan des Statikers (Abb. 4) sowie die entsprechende ÖNORM zur Bestimmung der Last, die aus dem Bau der Straße folgt. Die Frage, die bis zur nächsten Stunde zu beantworten war, war folgende:

3. Welche Nachweise müssen Sie führen?

Bei den Übungsaufgaben ist sonst die Art des Nachweises immer vorgegeben. Mit dieser Frage sollen die Studierenden selbstständig die verschiedenen Berechnungsverfahren, die sie bisher gelernt haben, durchgehen und sich überlegen, welches Berechnungsverfahren auf solch eine Fragestellung anzuwenden ist.

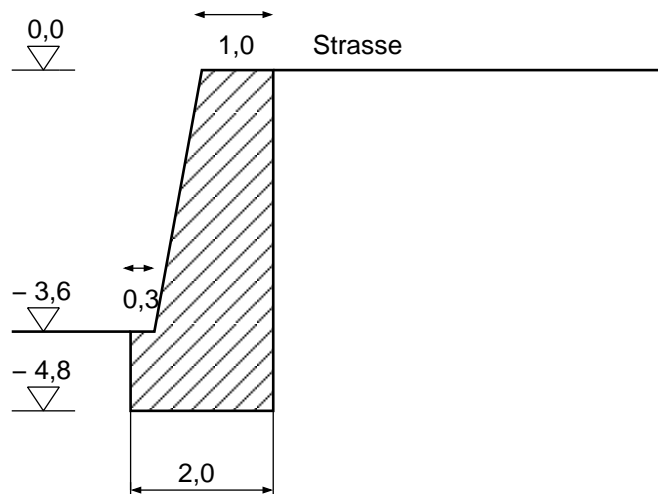


Abbildung 4: 2. Handout zum Praxisprojekt

5. Stunde

In der 5. Stunde wurden die Lösungsvorschläge der Studierenden wiederum gesammelt und eventuell mit Vorschlägen des/der LehrveranstaltungsleiterIn ergänzt:

- Setzung
- Grundbruch
- Böschungsbruch
- Kippen
- Gleiten

4. Die Bohrfirma ließ jetzt anfragen, wie viele Bohrungen und wie viele Rammsondierungen an welchen Stellen bis in welche Tiefe durchzuführen seien. Den Studierenden stand dafür ein Budget von 10000 Euro zur Verfügung.

6. Stunde

Die Bohrprofile und Rammsondierungspunkte wurden in der Gruppe festgelegt. Dabei wurden die einzelnen Vorschläge gesammelt und diskutiert. Fragen der LehrveranstaltungsleiterInnen unterstützten dabei die Diskussion:

- Wie schauen die Bruchfiguren bei den jeweiligen Nachweisen aus?
- An welchen Stellen wollen Sie wissen, wie der Untergrund aussieht?

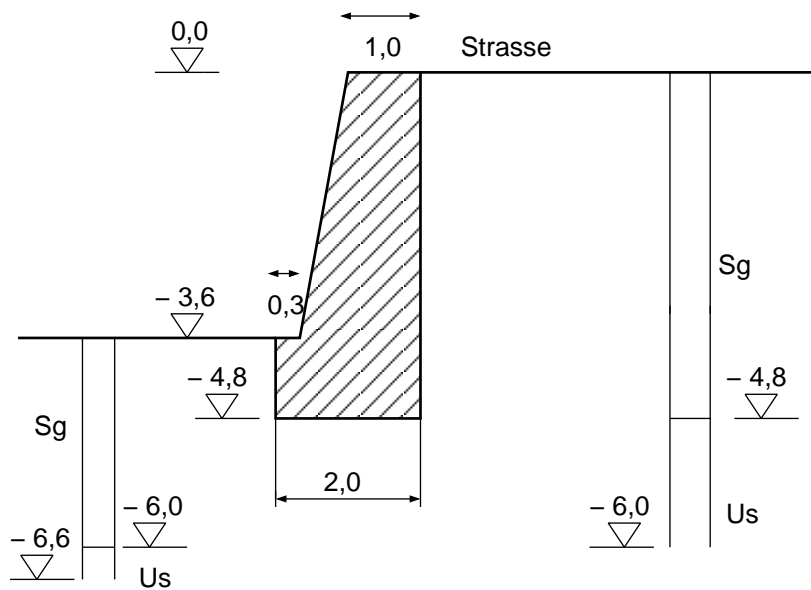


Abbildung 5: 3. Handout zum Praxisprojekt

Zwei Bohrprofile, eines vor der Böschung, eines hinter der Böschung bis insgesamt ca. 9 m Tiefe (etwa 9000 Euro) wurden festgelegt, das restliche Geld wurde in Rammsondierungen investiert, um auch zwischen den Bohrprofilen Kenntnisse über den Baugrund zu gewinnen.

Die Festlegung von Bohrlöchern und Bohrtiefen ist eine wichtige Aufgabe im späteren Berufsleben, wird aber während des Studiums kaum angesprochen.

7. Stunde

Die Ergebnisse der Bohrungen und Rammsondierungen sind Abb. 5 zu entnehmen. Die nächste Frage dazu:

5. Welche Laborversuche geben Sie aus welcher Schicht und aus welcher Tiefe in Auftrag? Wie sollen die Spannungsniveaus bei den Versuchen sein?

Auch bei der Frage nach den Laborversuchen handelt es sich um gängige Ingenieurspraxis im Berufsleben. Zwar wird in der Vorlesung erwähnt, welche Laborversuche welche Parameter liefern, die Verknüpfung aber zwischen Problemstellung, nötigen Parametern, passenden Laborversuchen und Spannungsniveaus fehlt. Bei dem Praxisprojekt haben die Studierenden die Möglichkeit, diese Verknüpfung selbstständig herzuleiten indem sie ihr Wissen anwenden (Reinmann-Rothmeier und Mandl, 1999).

8. Stunde

Die Studierenden schlagen die ihrer Meinung nach notwendigen Parameter für die Berechnungen und dazugehörigen Laborversuche vor. Als Ergebnis werden konkrete Laborversuche an konkreten Proben aus den Bohrungen in Auftrag gegeben:

- Wichte des Bodens (Schluff und Sand)
- Scherparameter des Bodens (Triax, Direktscherversuch)
- Steifemodul (Ödometer)
- Kornverteilungslinien

9. Stunde

Die Ergebnisse der Laborversuche erhalten die Studierenden eine Woche später als Rohdaten und als Datenblätter, wie sie auch von Labors an Ingenieurbüros geliefert werden (Anhang S. 18). Die Studierenden sollen aus den Datenblättern die für sie relevanten Parameter erkennen. Bis zur nächsten Stunde sollen die Studierenden die **Rohdaten auswerten und daraus die Scherparameter bestimmen (1. schriftliche Aufgabe, freiwillig)**. Wichtige Fragestellung ist dabei, welche Parameter die Studierenden in ihren Berechnungen benutzen wollen. Laut Norm soll ein vorsichtig geschätzter Mittelwert verwendet werden. Dies läßt viel Spielraum für Interpretationen.

In den Übungsaufgaben werden die Berechnungsparameter vorgegeben, in der Berufspraxis stehen einem nur die Ergebnisse von Laborversuchen zur Verfügung. Das Nachvollziehen dieses Zwischenschritts fehlte bisher.

10. Stunde

Die Auswertungen der Scherparameter wird kontrolliert (1. schriftliche Aufgabe). Besonderes Augenmerk wird auf die Wahl der Berechnungsparameter gelegt (Diskussion: Was ist ein vorsichtig geschätzter Mittelwert?). Die Gruppe legt gemeinsam die Berechnungsparameter fest. **Bis zur nächsten Stunde soll ein spezieller Nachweis (Grundbruchberechnung) geführt werden (2. schriftliche Aufgabe, zur Klausurzulassung anrechenbar)**.

Neben den Parametern (siehe oben) müssen die Studierenden aus den Bohr- und Rammprofilen auch selbstständig eine sinnvolle bzw. auch sichere Annahme über die Schichtverläufe treffen. Auch die Schichtverläufe müssen in der Berufspraxis bestimmt werden, sind in den Übungsaufgaben aber immer vorgegeben.

11. Stunde

In der 11. Stunde wird die Grundbruchberechnung (2. schriftliche Aufgabe) vorgerechnet und diskutiert. Dabei wird nochmal speziell auf die Labordatenblätter und die Bedeutung der einzelnen Parameter eingegangen. **Bis zur nächsten Stunde soll ein weiterer Nachweis geführt werden (Böschungsbruchberechnung, 3. schriftliche Aufgabe, freiwillig)**.

12. Stunde

In der 12. Stunde wird der Böschungsbruch (3. schriftliche Aufgabe) vorgerechnet und diskutiert. Die 2. und 3. schriftliche Aufgabe sind normale geotechnische Berechnungsverfahren, wie sie in der Berufspraxis vorkommen. Diese Berechnungsverfahren werden in den Übungen gelehrt.

4 Evaluierung

Zur Evaluierung des Praxisprojektes wurden 3 Perspektiven der Datenerhebung herangezogen. Eine kritische Selbstreflexion zeigt die Umsetzung aus meiner Sicht auf. Zur Evaluierung der Umsetzung des Praxisprojektes auf Kollegenebene erfolgte eine Befragung der beiden anderen Lehrveranstaltungsleiter, die zeitgleich mit mir das von mir erarbeitete Praxisprojekt in ihren Übungsgruppen integriert haben. Zur Evaluierung der Umsetzung des Praxisprojektes auf Studierendenebene wurde im Anschluss an die Lehrveranstaltung ein Fragebogen im eCampus zur Verfügung gestellt, den die Studierenden beantwortet haben.

4.1 Selbstreflexion

Die Integration des Praxisprojektes in den Übungsablauf ist gut gelungen und der zeitliche Rahmen konnte eingehalten werden. Am Anfang der Lehrveranstaltung haben die Studierenden motiviert am Praxisprojekt teilgenommen. Besonders bei den Aufgaben bis zur 8. Stunde/5. Frage (Sammeln von Stichpunkten) war die Vorbereitung und Diskussion trotz der Freiwilligkeit beeindruckend. Gegen Ende der Lehrveranstaltung, bei der Auswertung der Rohdaten und den schriftlichen Aufgaben, war die Mitarbeit eher gering.

4.2 Außensicht – Befragung Kollegen

Für die Befragung der Kollegen habe ich nach Abschluss der Lehrveranstaltung die anderen beiden Lehrveranstaltungsleiter (DI Daniel Renk (D.R.) und Dr.-Ing. Ansgar Kirsch (A.K.)) befragt. Ihre Antworten werden mit ihrer Erlaubnis hier veröffentlicht. An dieser Stelle möchte ich mich bei ihnen auch recht herzlich für ihre Mithilfe bedanken. Folgende Fragen habe ich meinen beiden Kollegen gestellt:

- Bringt das Praxisprojekt was?
- Probleme?
- Was war gut?
- Welches Verbesserungspotential gibt es?
- Sollen wir die drei schriftlichen Aufgaben für die Klausurzulassung anrechnen?

Bringt das Praxisprojekt was?

D.R.: Meiner Meinung nach schon, solange die Studenten es von Anfang bis Ende durchziehen. Mir hat es was gebracht! Und nebenbei bemerkt, meiner Gruppe auch, siehe die 14 abgegebenen, wunderbar ausgearbeiteten Berechnungen auf deinem Schreibtisch (vgl. Anhang, S. 19).

A.K.: Ich bin vom Konzept überzeugt, glaube aber, dass ein 'echtes' Praxisprojekt (durchgeführte Bauaufgabe) noch mehr zur Motivation beiträgt.

Probleme

D.R.: Probleme gab es eigentlich nur ab und zu dadurch, dass ich nicht so richtig wusste, was ich meinen Studenten sagen sollte.

A.K.: Mangelnde Motivation, vor allem zum Ende des Semesters.

Was war gut?

D.R.: Die Idee!

A.K.: Diskussion über Fragen, die in keinem Lehrbuch stehen, z.B. wo sollen die Bohrlöcher hin, welche Versuche sollen denn gemacht werden, Budgetfragen.

Welches Verbesserungspotential gibt es?

D.R.: Die Studenten noch mehr darauf hinweisen, dass ihre Aufgabe (wie bei einem echten Ingenieur) auch bzw. vor allem darin besteht, sinnvolle Annahmen bei den verschiedenen Nachweisen zu treffen (z.B. Verlauf der Schichtgrenze).

A.K.: Reales Projekt aufarbeiten (s.o.)

Sollen wir die drei schriftlichen Aufgaben für die Klausurzulassung anrechnen?

D.R.: Das würde eventuell helfen, mehr zum Durchhalten zu bewegen. Allerdings wird es bei Pflicht auch eventuell für die lästig, die es aus freien Stücken gerne machen ...

A.K.: Könnte sinnvoll sein, um alle dazu zu 'zwingen', sich mit dem Projekt zu beschäftigen. Am Ende des Semesters allerdings weniger sinnvoll, weil dann die meisten schon ihre Beispiele zur Klausurzulassung haben.

Die beiden anderen Lehrveranstaltungsleiter haben das Praxisprojekt ebenfalls in ihren Übungsgruppen umgesetzt. Das Feedback der Lehrenden war sehr positiv. Aus ihrer Sicht können durch das Praxisprojekt z.B. Vorgehensweisen in einem Ingenieurbüro

und Fragestellungen, wie sie ansonsten im Lehrbetrieb nicht diskutiert werden (Datenbeschaffung, Wahl der Parameter, der Geometrie, der Schichtgrenzen, usw.) den Studierenden sehr anschaulich näher gebracht werden. Verbesserungspotential gibt es noch bei der wöchentlichen Vorbereitung des Praxisprojektes im Team der Lehrenden sowie in die Motivierung der Studierenden gegen Ende des Semesters.

4.3 Sichtweise der Studierenden – Fragebogen

Für die Studierenden aller Gruppen wurde im Anschluss an die Lehrveranstaltung im eCampus ein Fragebogen bereitgestellt, den die Studierenden online beantworten konnten. Über den eCampus Emailverteiler wurden alle TeilnehmerInnen der Lehrveranstaltung aufgefordert, den Fragebogen zu beantworten. Der Rücklauf war mit 28% sehr gut. Der Fragebogen bestand aus 9 Multiplechoice Fragen zum Ankreuzen und 4 Feldern für Kurzantworten (vgl. Anhang, S. 30). Sehr erfreulich war, dass viele Studierende auch die Möglichkeit der Kurzantworten genutzt haben. Die Fragen des Fragebogens sollten zum einen die Vorgaben an das Praxisprojekt evaluieren und zum anderen auch aufzeigen wie viele der Studierenden sich mit freiwilligen Aufgaben beschäftigen. Die Kurzantworten dienten vor allem dazu mögliches Verbesserungspotenzial aufzudecken.

Wie hoch schätzt Du den wöchentlichen Zeitaufwand für das Praxisprojekt?

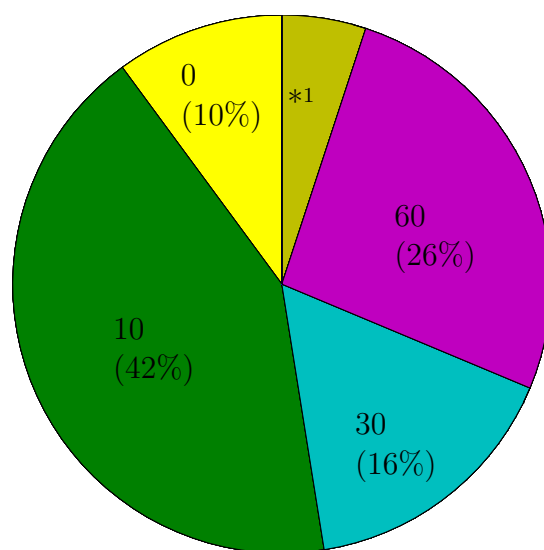


Abbildung 6: Zeitaufwand in Minuten

Den für die Bearbeitung des Praxisprojektes angestrebten Zeitaufwand von 10 Minuten wöchentlich wurde auch von 42% der Studierenden angegeben (Abb. 6). Viele Studierende haben auch deutlich mehr Zeit in das Praxisprojekt investiert, was an den aufwendigeren schriftlichen Aufgaben liegen könnte.

¹>60 (5 %)

Hast Du die Grundbruchaufgabe/Böschungsbuchaufgabe des Praxisprojektes bearbeitet?

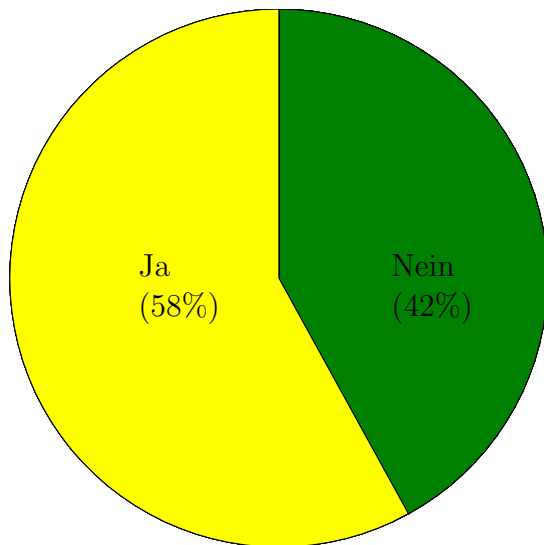


Abbildung 7: Berechnung Grundbruchaufgabe (2. schriftliche Aufgabe)

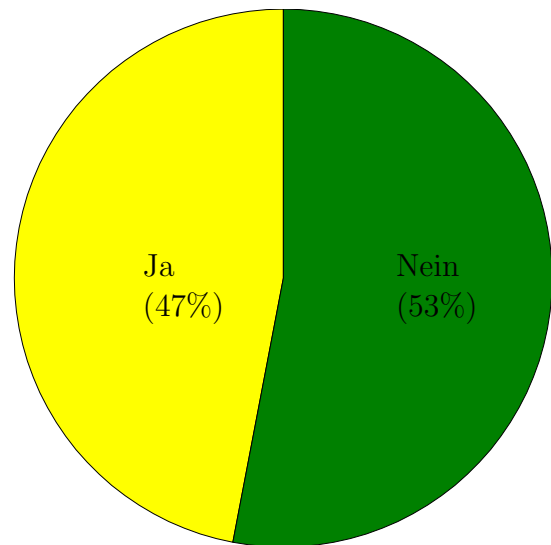


Abbildung 8: Berechnung Böschungsbruchaufgabe (3. schriftliche Aufgabe)

Die Grundbruch- und Böschungsbruchaufgabe (2. und 3. schriftliche Aufgabe) haben jeweils etwa die Hälfte der Studierenden bearbeitet (Abb. 7 und 8). Das ist in Betracht der Freiwilligkeit (schriftliche Aufgabe 3) und des erhöhten Aufwands sehr erfreulich. Die schriftliche Aufgabe 2 (zur Klausurzulassung anrechenbar) wurde von etwas mehr Studierenden als die freiwillige Aufgabe bearbeitet. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass in den Übungsstunden nur wenige Studierende angegeben haben, die Aufgaben bearbeitet zu haben. Aus den Kurzantworten geht hervor, dass gegen Ende des Semesters viele Studierende sehr ausgelastet sind. Im Anschluss an die Übung wurden die Aufgaben von vielen Studierenden aus Übungszwecken und zur Klausurvorbereitung gerechnet.

Hast Du das Praxisprojekt selbstständig bearbeitet?
 Entspricht die Aufgabenstellung des Praxisprojektes der von Bauingenieuren/Bauingenieurinnen in einem Ingenieurbüro?

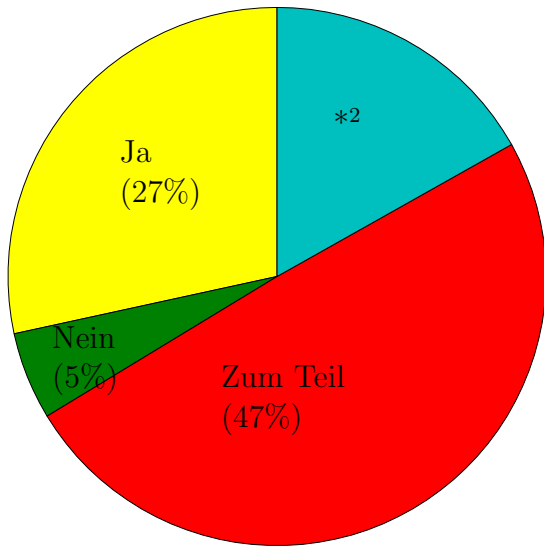


Abbildung 9: Wurde das Praxisbeispiel selbstständig bearbeitet?

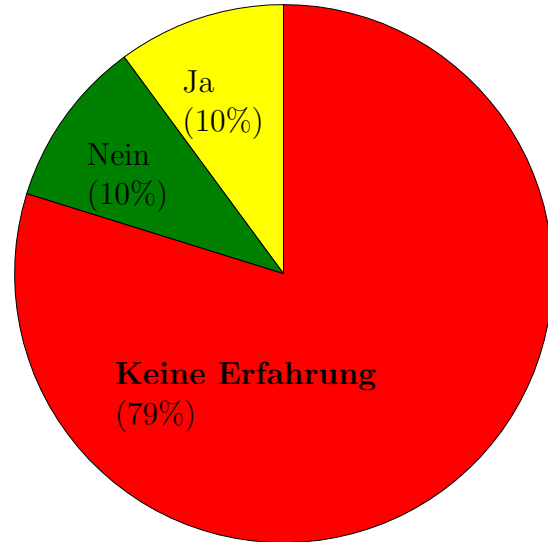


Abbildung 10: Entspricht das Praxisbeispiel den Aufgaben in einem Ingenieurbüro?

Die Mehrzahl der Studierenden hat die Aufgaben selbstständig oder zum Teil selbstständig bearbeitet (Abb. 9). Bei den Kurzantworten haben einige Studierende angegeben, zuerst die Aufgaben alleine zu bearbeiten und bei Problemen oder Fragen die Kommilitonen zu kontaktieren.

Ob das Praxisprojekt Aufgabenstellungen in Ingenieurbüros entspricht, konnten nur wenige Studierende beurteilen (Abb. 10).

²Nur die weniger aufwendigen Teilbereiche (16 %)

Hat Dir das Praxisprojekt geholfen, die Anwendbarkeit der Übungsaufgaben zu verstehen?

Fändest Du es besser, wenn das Praxisprojekt bearbeitet werden muss (als Teil des Übungspools) ?

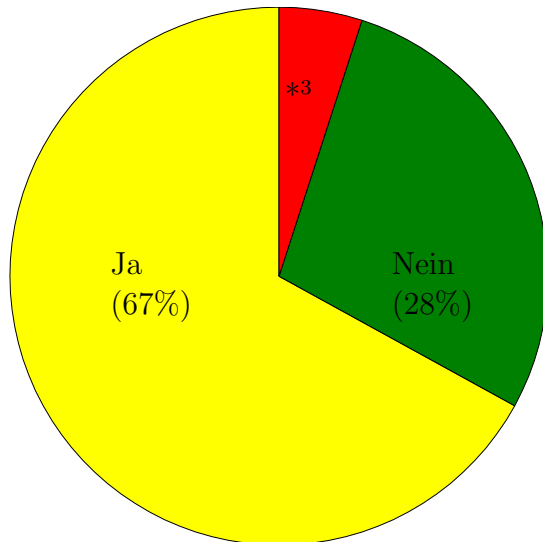


Abbildung 11: Hat das Praxisbeispiel die Anwendbarkeit der Übungsaufgaben verständlicher gemacht?

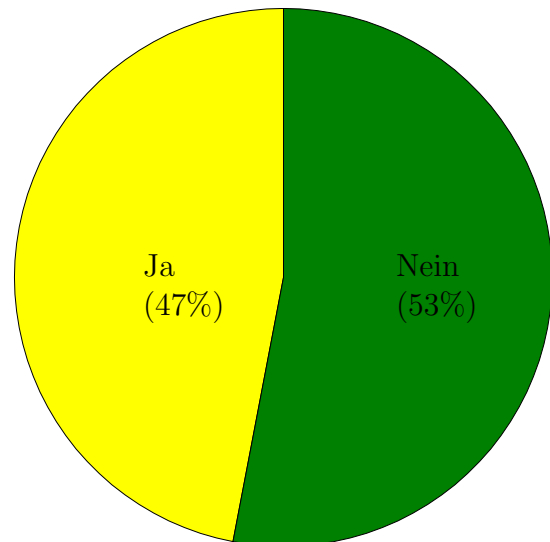


Abbildung 12: Sollen die schriftlichen Aufgaben Teil der Klausurzulassung sein?

Den Meisten hat das Übungsbeispiel geholfen, die Anwendbarkeit der Übungsaufgaben zu verstehen (Abb. 11).

Die Studierenden waren sich nicht einig, ob das Praxisprojekt Teil der Klausurzulassung sein soll (Abb. 12). Einige befürworten dies in den Kurzantworten, um den realitätsnäheren Aufgaben auch ein 'Chance' zu geben, andere sind dagegen, da der Zeitaufwand für das Studiums im 4. Semester schon sehr hoch ist.

³Praxisbeispiel nicht bearbeitet (5 %)

5 Schlussfolgerungen

Das Praxisprojekt wurde von den Studierenden angenommen. Vor allem die Aufgaben, die wenig Vorbereitungszeit in Anspruch nehmen wurden gerne bearbeitet. Mit den aufwendigeren Aufgaben haben sich weniger Studierende auseinandergesetzt. Die zur Klausur anrechenbare 2. schriftliche Aufgabe wurde von mehr Studierenden als die freiwillige 3. schriftliche Aufgabe ausgearbeitet. Interessanterweise haben bei der Umfrage (siehe Kap. 4.3) mehr Studierende angegeben, die schriftlichen Aufgaben gerechnet zu haben, als während der Übung. Aus den Kurzantworten geht hervor, dass die Studierenden das Praxisprojekt aus Interesse bearbeitet und auch zur Klausurvorbereitung genutzt haben. Einige Studierende gaben aber auch an, sich mit dem Praxisprojekt aus Zeitmangel und mangelnder Motivation nicht beschäftigt zu haben. Die mangelnde Motivation der Studierenden lässt sich eventuell durch ein Pflichtprojekt abwenden, indem Teile des Praxisprojekts (z.B. 1. - 3. schriftliche Aufgabe) zur Klausurzulassung angerechnet werden können. So bleibt der Arbeitsaufwand für die Studierenden im Verhältnis zu den Vorjahren der Gleiche, die Motivation, die Teilaufgaben zu rechnen, wird aber größer durch die Belohnung in Form von Anrechnung zur Klausurzulassung. Es ist auch darauf zu achten, den Arbeitsaufwand besser zu verteilen, z.B. die arbeitsintensiveren Aufgaben des Praxisprojekts, soweit dies möglich ist, auf die ersten zwei Drittel des Semesters zu verlagern.

Das Praxisprojekt ist von Seiten der Lehrenden eine gute Methode, Vorgehensweisen in einem Ingenieurbüro den Studierenden näher zu bringen und Fragestellungen, wie sie ansonsten im Lehrbetrieb nicht vorkommen (Datenbeschaffung, Wahl der Parameter, der Geometrie, der Schichtgrenzen, usw.), kennen zu lernen. Das Praxisprojekt muss in der Gruppe der Lehrenden vor der Übungsstunde diskutiert werden, damit alle Gruppen die gleichen Informationen bekommen.

Das kurzgehaltene Praxisprojekt bietet eine sehr gute Möglichkeit, den Studierenden den Ablauf eines wirklichen Projekts im Berufsalltag näher zu bringen, ohne einen zu großen zeitlichen Rahmen zu beanspruchen. Wichtige Schritte, wie die Wahl der Parameter usw. werden dadurch thematisiert. Schwierig ist die Motivation der Studierenden, besonders gegen Ende des Semesters.

Auch ein kurzgehaltenes Praxisprojekt kann bei entsprechender Vorbereitung und Aufarbeitung viele praxisrelevante Themen ansprechen. Durch den nicht zu großen Zeitaufwand können die ursprünglichen Inhalte der Lehrveranstaltung trotzdem vermittelt werden. Dass durch ein kurzgehaltenes, übungsbegleitendes Praxisprojekt das fachthematische Interesse der Studierenden gesteigert werden kann, zeigt sich an der freiwilligen Bearbeitung der Aufgaben (47% bei der 3. schriftlichen Aufgabe, nur 5% haben das Praxisprojekt nicht selbstständig bearbeitet). Auch die Praxisrelevanz der Übungsaufgaben konnte rund zwei Drittel der Studierenden nähergebracht werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Praxisprojekt eine Bereicherung für die Übung ist und das fachthematische Interesse steigert.

6 Ausblick

Das Praxisprojekt ist seit 2009 fester Bestandteil der Übung und wird von allen an der Übung beteiligten LehrveranstaltungsleiterInnen umgesetzt. Es wurde auch durch zwei eLearning Stipendien⁴ weiterentwickelt und die Studierenden können jetzt selbstständig Baugrunderkundungen einholen, die direkt mit den anfallenden Kosten verbunden sind. Die Studierenden können dadurch am Computer 'spielerisch' die optimalen Standorte für Bohrungen herausfinden und auch verschiedene Laborversuche in Auftrag geben (Betrifft die Fragen 4. und 5.). Die Studierenden bearbeiten das Praxisprojekt noch immer freiwillig und mit großem Interesse. Die schriftlichen Aufgaben sind jetzt zur Klausurzulassung anrechenbar und werden von ca. 90% der Studierenden bearbeitet.

Literatur

- J. S. Brown, A. Collins, und S. E. Newman. Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser*, pages 453–494, 1989.
- H. Ertel. Lehre, lernen und assessment. *Lernprozesse fördern an der Hochschule*, 3: 13–46, 2008.
- H. Ertel und S. Wehr. Bolognagerechter Hochschulunterricht. *Aufbruch in der Hochschullehre. Kompetenzen und Lernende im Zentrum*, pages 13–28, 2007.
- A. Helmke und F.-W. Schrader. Hochschuldidaktik. *Rost, D*, 2:249–254, 2001.
- G. Reinmann-Rothmeier und H. Mandl. *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten*. Inst. für Pädag. Psychologie und Empirische Pädag., Lehrstuhl Prof. Dr. Heinz Mandl, 1999.

⁴Projekt: 2010.164, Virtuelle Interaktive Baugrunderkundung und Projekt: 2011.211, Virtuelle Interaktive Baugrunderkundung II

Anhang

Rohdaten Laborversuche

Versuchsergebnisse

06.05.2009

Praxisbeispiel

Triaxialversuche an Sand

Es wurden drei einzelne Triaxialversuche an Sand durchgeführt. Die gewählten Seiten-
spannungen waren 100, 200 und 300 kPa. Nach der Konsolidierung wurden folgende
Abmessungen registriert (Werte gelten für alle Versuche):

$$\begin{aligned} \text{Höhe der Probe} & \quad h_c = 20,0 \text{ cm} \\ \text{Durchmesser der Probe} & \quad d_c = 10,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

Des weiteren sind die Aufzeichnungen des Versuchsstandes für den Beginn des Absche-
rens und bei Erreichen des Peaks bekannt:

	Kraft kN	Weg mm	Zell bar	Poren bar	Vol cm ³
Versuch 1	0	0	10,00	9,00	0,00
	2,71	3,5	10,00	9,00	-3,60
Versuch 2	0	0	11,00	9,00	0,00
	4,94	4,2	11,00	9,00	-4,00
Versuch 3	0	0	12,00	9,00	0,00
	7,13	4,1	12,00	9,00	-5,20

Triaxialversuche an Schluff

Außerdem wurden drei Triaxialversuche an Schluff durchgeführt. Die gewählten Seiten-
spannungen waren 50, 100 und 150 kPa. Nach der Konsolidierung wurden dabei folgende
Abmessungen registriert (Werte gelten für alle Versuche):

$$\begin{aligned} \text{Höhe der Probe} & \quad h_c = 19,8 \text{ cm} \\ \text{Durchmesser der Probe} & \quad d_c = 10,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

Des weiteren sind die Aufzeichnungen des Versuchsstandes für den Beginn des Absche-
rens und bei Erreichen des Peaks bekannt:

	Kraft kN	Weg mm	Zell bar	Poren bar	Vol cm ³
Versuch 1	0	0	9,50	9,00	0,00
	2,42	2,4	9,50	9,00	-1,60
Versuch 2	0	0	10,00	9,00	0,00
	4,24	3,1	10,00	9,00	-1,60
Versuch 3	0	0	10,50	9,00	0,00
	6,06	4,5	10,50	9,00	-2,10

Berechnen Sie die Scherparameter der beiden Böden. Welche *charakteristischen* Werte,
 φ_k und c_k , schlagen Sie für beide Böden vor?

Lösungen Studierende

An dieser Stelle werden zwei Lösungsvorschläge von Studierenden mit deren freundlichem Einverständnis präsentiert.

Thomas Heiger
0716790

Auswertung d. Versuchsergebnisse; Praxisbeispiel

→ Porenwasserdruck konstant ⇒ CO-Versuch ang: $A_{\text{Stempel}} = (5 \text{ cm}^2) ?$
 → = $4,92 \text{ cm}^2$

Sand

$h_c = 20,0 \text{ cm}$ $d_c = 10,0 \text{ cm}$
 $\Rightarrow V_c = \frac{d_c^2 \cdot \pi}{4} \cdot h_c = 1570,796 \text{ cm}^3$

① $\sigma'_2 = \sigma'_3 = 100 \text{ kPa}$

$A = \frac{V_c - \Delta V}{h_c - \Delta h} = \frac{1570,796 + 3,6}{20,0 - 0,35} = 80,1219 \text{ cm}^2$

$\sigma'_1 = \frac{F - p \cdot A_{\text{St}}}{A} + p - u = 2,71 \text{ kN} - 10 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 4,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 + (10 - 19) \cdot 100 \text{ kPa} = 376,828 \text{ kPa}$

② $\sigma'_2 = \sigma'_3 = 200 \text{ kPa}$

$A = \frac{V_c + 4,0}{20,0 - 0,42} = 80,4288 \text{ cm}^2$
 $\sigma'_1 = \frac{4,84 - 11 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 4,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{80,4288 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} + 200 \text{ kPa} = 746,919 \text{ kPa}$

③ $\sigma'_2 = \sigma'_3 = 300 \text{ kPa}$

$A = \frac{V_c + 5,2}{20,0 - 0,41} = 80,4490 \text{ cm}^2$
 $\sigma'_1 = \frac{3,13 - 12 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 4,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{80,4490 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} + 300 \text{ kPa} = 1112,888 \text{ kPa}$

ΔV → > 0 ⇒ Vol. d. Probe nimmt ab
 → bezieht sich auf Wasser messung
 → < 0 ⇒ Vol. d. Probe nimmt zu

$\tan \alpha = \sin \varphi = \frac{406,44 - 138,414}{706,44 - 238,414} = 0,572673$
 $\Rightarrow \varphi = 35^{\circ}$
 $\Rightarrow \varphi_k = 32^{\circ}$

$y = kx + d$ $k = \tan \alpha$
 $d = 138,414 - 0,572 \cdot 238,414 = 2,04 \text{ kPa}$
 $\Rightarrow c = \frac{d}{\cos \varphi} = 2,5 \text{ kPa}$
 $\Rightarrow c_k = \emptyset$

Schluss:

$$h_c = 19,8 \text{ cm} \quad d_c = 10,1 \text{ cm} \quad \Rightarrow V_c = 1586,3456 \text{ cm}^3$$

$$\textcircled{1} \quad A = \frac{V_c - \Delta V}{h_c - \Delta h} = \frac{1586,3456 + 7,6}{19,8 - 0,24} = 81,1833 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} G_1' &= \frac{F - p \cdot A_{ST}}{A} + p - u = \\ &= \frac{1,35 - 9,5 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 4,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{81,1833 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} + \\ &+ 50 \text{ kPa} = 158,7169 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$G_2' = G_2' = 50 \text{ kPa}$$

$$\textcircled{2} \quad A = \frac{V_c + 7,6}{19,8 - 0,31} = 81,4749 \text{ cm}^2$$

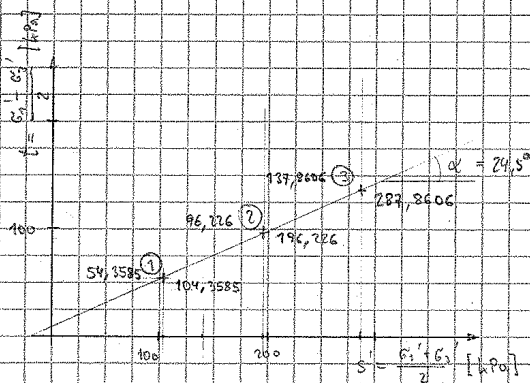
$$\begin{aligned} G_1' &= \frac{2,06 - 10,1 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 4,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{81,4749 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} + \\ &+ 100 \text{ kPa} = 292,4519 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$G_2' = G_3' = 100 \text{ kPa}$$

$$\textcircled{3} \quad A = \frac{V_c + 7,1}{h_c - 0,45} = 82,0902 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} G_1' &= \frac{2,78 - 10,5 \cdot 100 \text{ kPa} \cdot 4,92 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{82,0902 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} + \\ &+ 150 \text{ kPa} = 425,7277 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$G_2' = G_3' = 150 \text{ kPa}$$



$$\tan \alpha = \frac{137,8606 - 54,3585}{287,8606 - 104,3585} = 0,455$$

$$\Rightarrow \varphi = \sin^{-1}(\tan \alpha) = 27,07^\circ$$

$$\Rightarrow \varphi_k = 24^\circ$$

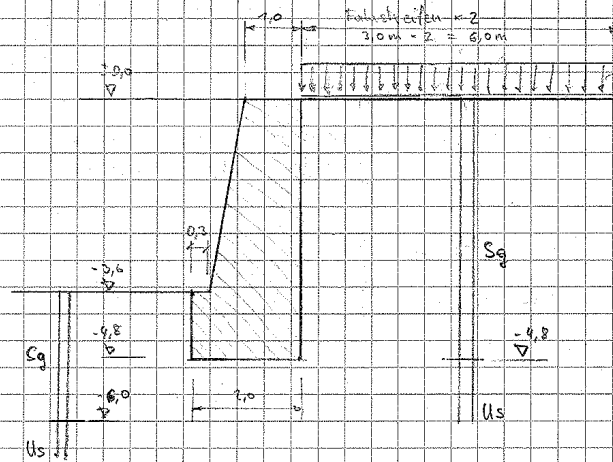
$$b = 54,3585 - 0,455 \cdot 104,3585 = 6,87 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow c = \frac{b}{\cos \varphi} = 7,7 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{c_k = 5 \text{ kPa}}}$$

Bodenmechanik WE, PRAXIS BSP

Thomas Hager
0716790



ang: $\alpha_{qm} = 1,0$

Boden 1:

$$s_q, y = \rho \cdot q$$

$$= 1,31 \cdot 9,81 = 12,96 \text{ kN/m}^2$$

$$c_k = \psi$$

$$\varphi_k = 32^\circ$$

Boden 2:

$$u_s$$

$$y = 2,62 \cdot 9,81 = 25,7 \text{ kN/m}^3$$

$$c_k = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$\varphi_k = 24^\circ$$

$$e_a = \sigma_y \cdot K_{ay} + \rho \cdot K_{av} + c \cdot K_{ac}$$

$$y_{\text{seten}} = 25 \text{ kN/m}^2$$

Verkehrslasten aus EN 1991:2:2003

1 Fahrspur \rightarrow 2 Lanes $\Rightarrow q_{zk} = 2,5 \text{ kN/m}^2$ auf $2 \cdot 3,0 \text{ m}$ (Fahrbahnbreite)

\rightarrow wird aus q_{zk} geschlossen; man muss nur q_{zk} ansetzen

Eigengewicht:

$$G = \gamma_a \cdot \left[2,0 \cdot 4,8 - (0,3 + 1,0) \cdot \frac{1}{2} \cdot 3,6 \right] = 181,5 \text{ kN/m}$$

Erddruck:

$$K_{ax} = \left[\frac{\cos(\alpha + \varphi)}{\cos \alpha \cdot \left(1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi + \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta)} \right)} \right]^2 \cdot \frac{1}{\cos(\alpha - \delta)}$$

$$K_{ac} = - \frac{2 \cos(\beta - \alpha) \cos \varphi}{\left[1 + \frac{\sin(\beta_0 + \varphi - \alpha - \delta)}{\sin(\alpha - \delta)} \right] \cos \alpha}$$

$$\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi}{\delta \varphi} \Rightarrow \varphi_d = \arctan \left(\frac{\tan 32^\circ}{1,3} \right) = 25,672^\circ$$

a) $\delta_a = \frac{2}{3} \varphi_d = 17,11^\circ$

$\alpha = \beta = \delta$

$\Rightarrow K_{ay} = 0,3516 \quad K_{av} = K_{ay}$

p) $\delta_a = -\frac{1}{3} \varphi_d = -8,56^\circ$

$\Rightarrow K_{py} = 3,1799, \quad K_{pv} = 3,1369$

3,0977	3,0421	4,3513
3,4696	3,2948	4,5844

$$\gamma = 17,76 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad p = 2,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad c = 0$$

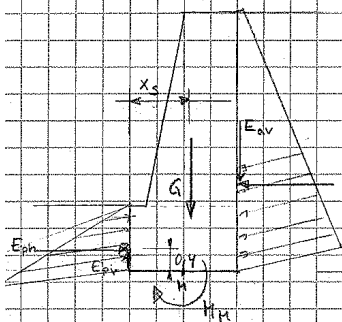
E	δ_x'	E_a	E_{ah}	E_{av}	E_{ph}	E_{pv}	E_{pr}
0,00	0,0	0,879	0,84	0,2586			
-3,60	63,94	23,36	22,326	6,932	0,00	0,00	0,00
-3,60	0,00						
-4,80	85,25	30,853	29,4875	9,077	63,51	66,76	-10,05
-4,80	21,37				67,77	67,02	-10,09

$$E_{a \min} = 0,2 \cdot G'_d$$

$$E_a = G'_d \cdot \frac{1}{2} K_{px} + p \cdot h \cdot K_{pv} + c \cdot h \cdot K_{pc}$$

$$E_{ah} = E_a \cdot \cos \alpha_a = E_a \cdot \cos \delta_a \quad E_{av} = E_a \cdot \sin \delta_a$$

$$E_{ph} = E_p \cdot \cos \delta_p \quad E_{pv} = E_p \cdot \sin \delta_p$$



einfacher: $E_a = \gamma \cdot \frac{h^2}{2} K_{ax} + p \cdot h \cdot K_{av} + c \cdot h \cdot K_{ac}$
 $= 76,155 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

$$E_{ah} = 72,78 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad E_{av} = 22,41 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_p = 40,68 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$E_{ph} = 40,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad E_{pv} = 6,05 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Schwerpunkt E_G :

$$x_s = \frac{12 \cdot 2,0 \cdot 1,0 + 0,7 \cdot 1,8 \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot 0,7 + 0,3\right) + 1,0 \cdot 3,6 \cdot 1,5}{12 \cdot 2,0 + 0,7 \cdot 1,8 + 1,0 \cdot 3,6} = 1,2074 \text{ m}$$

da $\delta = 0,112$ (S_δ) $> -0,35 \Rightarrow$ nicht mitteldichte Lagerung

\Rightarrow $\delta_N = 0,4435 - 1$ geht nicht

1. Kippsicherheit nach $\delta_N = 0,4435 - 2$

$$M_M = G \cdot (x_s - 1,0) + E_{ph} \cdot 0,4 + E_{pv} \cdot 1,0 + E_{av} \cdot 1,0 - E_{ah} \cdot 1,643 =$$

$$= -59,8 \frac{\text{kNm}}{\text{m}} = Q_{v,d} \cdot e_b$$

$$Q_{v,d} = G + E_{av} - E_{pv} = 197,86 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\Rightarrow e_b = \frac{M}{Q_{v,d}} = 0,302 \text{ m}$$

$$\frac{e_b}{b} = \frac{0,302}{2,0} = 0,151 \leq \frac{1}{3}$$

\Rightarrow Kippsicherheit gewährt.

2. Gleitsicherheit

$$\frac{\tan \delta_d}{\tan \delta_{s,d}} \geq 1,0$$

nach ÖN B4435-2

$$\tan \delta_u = \frac{\tan \varphi_u}{1,2 \text{ (Ortsboden)}} = \frac{\tan 3^\circ}{1,2} = 0,52072$$

$$\tan \delta_d = \frac{\tan \delta_u}{1,3} = 0,40056$$

$$\tan \delta_{s,d} = \frac{c_{h,d}}{c_{v,d}} = \frac{E_{oh} - E_{oh}}{c_{v,d}} = \frac{32,57}{197,86} = 0,16461 \Rightarrow \delta_{s,d} = 9,35^\circ$$

$$\Rightarrow \frac{\tan \delta_d}{\tan \delta_{s,d}} = \frac{0,40056}{0,16461} = 2,43 > 1,0$$

\(\Rightarrow\) Gleitsicherheit gewährleistet



3. Grundbruchsicherheit

nach ÖN B4435-2

\(\rightarrow\) LF-Klasse 1

a) Untersuchung für S_q

ENDZUSTAND:

$$Q_{f,d} = A' (k_{s,d} \cdot b \cdot N_{k,d} + k_{c,d} \cdot t \cdot N_{q,d} + c_{d,d} \cdot N_{c,d})$$

$$N_{k,d} = N_{k,rd} \cdot i_{\varphi} \cdot g_{\varphi} \cdot i_{\varphi} \cdot s_{\varphi}$$

$$\varphi_d = 25,67^\circ$$

\(\rightarrow\) aus Tab. für Grundfall \(\Rightarrow\) $N_{k,rd} = 5,105$

$$\delta_s > \sigma, K = \emptyset \Rightarrow m = \emptyset$$

$$b' = b - 2 \cdot e_u = 2,0 - 2 \cdot 0,302 = 1,396$$

$$\Rightarrow i_{\varphi} = (1 - \delta_s)^{3,7 - m} = 0,5173$$

!! δ_s in rad !! (p auch)

$$i_q = (1 - \delta_s)^{2 - m} = 0,7003 (= i_c)$$

Werte können auch aus Tab. entnommen

$$g_{\varphi} = g_q = 1,0 \quad \dots \dots \text{Geländeneigungsbewerte}$$

$$t_{\varphi} = t_q = 1,0 \quad \dots \dots \text{Sohlneigungsbewerte}$$

$$s_{\varphi} = s_q = 1,0 \quad \dots \dots \text{da } \frac{t'}{b} \geq 5 \text{ Formbreite}$$

$$\Rightarrow N_{q,rd} = 11,5390$$

$$\Rightarrow N_{\varphi} = 2,6408$$

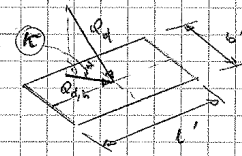
$$\Rightarrow N_q = 8,0808$$

$t = 1,2 \text{ m}$ (tiefste Grundtiefe)

$$\Rightarrow Q_{f,d} = 1,396 (17,76 \cdot 1,396 \cdot 2,6408 + 17,76 \cdot 1,2 \cdot 8,0808)$$

$$= 331,82 \text{ kN/m}$$

$$\Rightarrow Q_d = \sqrt{Q_{v,d}^2 + Q_{h,d}^2} = 200,52 \text{ kN/m} < Q_{f,d} \Rightarrow \text{SICHER}$$



b) Untersuchung für U_s

• ANFANGSZUSTAND nicht gegeben da c_u unbekannt

• ENZZUSTAND

$$\varphi_u = 24^\circ \Rightarrow \varphi_d = \tan^{-1} \left(\frac{\tan 24^\circ}{1,3} \right) = 18,91^\circ$$

$$c_u = 5 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow c_d = \frac{5}{1,3} = 3,85 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{o,d} = 25,7 \text{ kN/m}^3 \rightarrow \text{unter Grundrisssohle}$$

$$\gamma_{o,d} = 17,76 \text{ kN/m}^3 \rightarrow \text{oberhalb}$$

$$\rightarrow N_{q,0} = 1,6548, N_{q,1} = 5,794$$

$$m = 0 \rightarrow i_y = 0,5173, i_x = 0,7603 = i_c$$

$$\rightarrow N_y = 0,85603, N_x = 4,0575$$

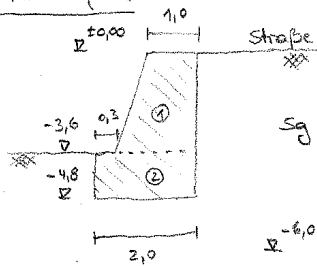
$$N_c = \cot \varphi \left(N_{q,0} \cdot i_c \cdot i_c \cdot i_c - \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \cos \delta_s \right) \cdot s_c = 8,886$$

$$\Rightarrow Q_{\text{Frd}} = 1,396 (25,7 \cdot 1,396 \cdot 0,85603 + 17,76 \cdot 1,2 \cdot 4,0575 + 3,85 \cdot 8,886) =$$

$$= 211,35 \text{ kN/m} > Q_d = 200,5$$

→ SICHER

Praxisbeispiel



$$\gamma_{\text{Boden}} = 25 \text{ kN/m}^3$$

Tamara
Gasteiger
0615409

$$s_g \rightarrow \gamma = 20 \text{ kN/m}^3, \varphi_k = 32^\circ, c_k = \phi$$

(Lit. ÖN B 9435-1) (Lit. Triaxialversuch)

$$G_1 = \gamma_{\text{Boden}} \cdot A_1 = 25 \cdot \frac{(1,0 + \overbrace{(2,0 - 0,3)}^{1,7}) \cdot 3,6}{2} = 121,5 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = \gamma_{\text{Boden}} \cdot A_2 = 25 \cdot 2,0 \cdot 1,2 = 60 \text{ kN/m}$$

$$G = G_1 + G_2 = 181,5 \text{ kN/m}$$

Erddruck bezgl. p (Straße / Verkehrslast)

$$K_{ah} = K_{ayh} = 0,25618$$

$$\text{Fahrstreifenbreite } w_2 = 3 \text{ m} \rightarrow p = 9 \text{ kN/m}^2$$

$$(\delta_a = \frac{2}{3} \varphi_k = 21,3)$$

$$e_{\text{aph}} (\text{Straße}) = p \cdot K_{ah} = 2,31 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{\text{aph}} (\text{Sohle}) = p \cdot K_{ah} = 2,31 \text{ kN/m}^2$$

$$\bar{E}_{\text{aph}} = \frac{e_{\text{aph}} (\text{Straße}) + e_{\text{aph}} (\text{Sohle})}{2} \cdot h = \frac{2,31 \cdot 2}{2} \cdot 4,8 = 11,09 \text{ kN/m}$$

Erddruck bezgl. Boden (Sg)

$$e_{\text{ayh}} (\text{Straße}) = \phi$$

$$e_{\text{ayh}} (\text{Sohle}) = \gamma \cdot h \cdot K_{ah} = 20 \cdot 4,8 \cdot 0,25618 = 24,59 \text{ kN/m}^2$$

$$\bar{E}_{\text{ayh}} = \frac{e_{\text{ayh}} (\text{Straße}) + e_{\text{ayh}} (\text{Sohle})}{2} \cdot h = \frac{\phi + 24,59}{2} \cdot 4,8 = 59,02 \text{ kN/m}$$

$$\bar{E}_{\text{ayh}} = \bar{E}_{\text{aph}} + \bar{E}_{\text{ayh}} = 11,09 + 59,02 = 70,11 \text{ kN/m}$$

Tamara
Ganskeper
0615409

Gleitsicherheit

$$\frac{\tan \delta_d}{\tan \delta_s} \geq 1,0 \quad \checkmark$$

$$\tan \delta_k = \frac{\tan \varphi_k}{1,2} = \frac{\tan(32^\circ)}{1,2} = 0,521 \quad \checkmark$$

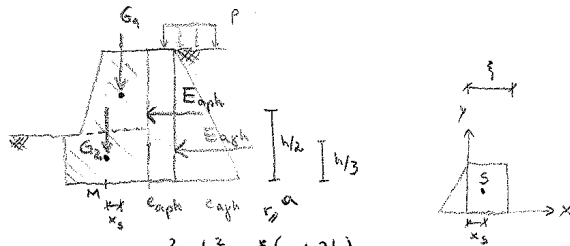
$$\tan \delta_d = \frac{\tan \delta_k}{\gamma} = \frac{0,521}{1,3} = 0,4 \quad \checkmark$$

$$\tan \delta_s = \frac{Q_t}{Q_n} = \frac{E_{a,h}}{G + E_{a,v}} = \frac{70,11}{181,5} = 0,3863 \quad (\checkmark)$$

$$\Rightarrow \frac{\tan \delta_d}{\tan \delta_s} = \frac{0,4}{0,3863} = 1,04 \geq 1,0 \quad \checkmark (\checkmark)$$

Kippsicherheit

$$e_b = \frac{\sum M_M}{\sum V}$$



Schwerpunkt Trapez:
$$x_s = \frac{a^2 - b^2 + \frac{h}{3}(a+2b)}{3(a+b)} = \frac{1,0^2 - 2,7^2 + 1,0 \cdot (1,0 + 2 \cdot 2,7)}{3 \cdot (1,0 + 2,7)} = 0,31$$

$$\sum M_M = -G_n \cdot x_s + E_{a,h} \cdot \frac{h}{2} + E_{a,h} \cdot \frac{h}{3} + E_{a,v} \cdot 1 \text{ m} = 83,38 \text{ kNm} \quad (\checkmark)$$

$$\sum V = G = 181,5 \text{ kNm} \quad (\checkmark)$$

$$e_b = \frac{83,38}{181,5} = 0,46$$

$$\frac{e_l}{l} + \frac{e_b}{b} \leq \frac{1}{6}$$

$$\left(\frac{e_l}{l}\right)^2 + \left(\frac{e_b}{b}\right)^2 \leq \frac{1}{9}$$

$$l = \infty$$

$$\frac{0,46}{2,0} \leq \frac{1}{6}$$

$$\left(\frac{0,46}{2,0}\right)^2 \leq \frac{1}{9}$$

$$0,23 \leq 0,167 \quad \checkmark$$

$$0,05 \leq 0,1 \quad \checkmark$$

(✓)

Grundbruchsicherheit

→ nach ÖN B 4435-1 nicht möglich, da $D = 11,196\% = 0,11196$
und daher nicht mitteldicht gelagert (nicht bindiger Boden)

↓
wenn $D > 0,35$
bei gleichförmigem Boden

$$Q \leq Q_{f,d}$$

$$\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi_k}{\gamma_\varphi} \Rightarrow \varphi_d = 25,67^\circ = 0,448 \text{ rad}$$

last fall 1: $\gamma_c = \gamma_f = \gamma_a = 1,0$

$$\gamma_s = 1,0 \quad c = 1,3$$

$$\gamma_\varphi = 1,3 \quad c_u = 1,6$$

$$c_d = \frac{c_k}{\gamma_c} = \phi$$

$$Q_{f,d} = A \cdot (\gamma_u \cdot b \cdot N_\gamma + \gamma_u \cdot N_z + \underbrace{c_d \cdot N_c}_\phi)$$

$$\tan \delta_s = \frac{Q_c}{Q_u} = 0,3863 \Rightarrow \delta_s = 21,12^\circ = 0,3686 \text{ rad}$$

(✓)
vgl. S.2

Tamara
Gasteiger
0695409

$$N_y = N_{y,0} \cdot i_y \cdot g_y \cdot t_y \cdot s_y \quad | \quad N_z = N_{z,0} \cdot i_z \cdot g_z \cdot t_z \cdot s_z$$

$$N_{y,0} = (N_{z,0} - 1) \cdot \tan \varphi_d$$

$$N_{z,0} = \frac{1 + \sin \varphi_d}{1 - \sin \varphi_d} \cdot e^{\pi \cdot \tan \varphi_d} = \frac{1 + \sin(25,67^\circ)}{1 - \sin(25,67^\circ)} \cdot e^{\pi \cdot \tan(25,67^\circ)} = 11,44 \quad \checkmark$$

$$N_{y,0} = (11,44 - 1) \cdot \tan(25,67^\circ) = 5,02 \quad \checkmark$$

Anschiebungsbeiwerte: $\delta_s > \phi$

$$\text{Streifenfundament} \hat{=} \text{Stützmauer} \Rightarrow \frac{b'}{l'} = \phi, \quad \kappa = \phi \Rightarrow m = \phi$$

$$i_y(\delta_s \geq 0) = (1 - \delta_s)^{3,7-m} = (1 - 0,3686)^{3,7} = 0,182 \quad \checkmark$$

$$i_z(\delta_s \geq 0) = (1 - \delta_s)^{2-m} = (1 - 0,3686)^2 = 0,399 \quad \checkmark$$

Geländeneigungsbeiwerte: $\beta = \phi$

$$g_y = (1 - \beta)^{2,6} = 1,0 \quad \checkmark$$

$$g_z = (1 - \beta)^2 = 1,0 \quad \checkmark$$

Sohlneigungsbeiwerte: $\alpha = \phi$

$$t_y = (1 + 0,52 \cdot \alpha)^{15-7,9\varphi_d} = 1,0 \quad \checkmark$$

$$t_z = \frac{e^{-2\alpha \cdot \tan \varphi_d}}{\cos \alpha} = 1,0 \quad \checkmark$$

Formbeiwerte:

$$s_y = 1 - 0,3 \cdot \frac{b'}{l'} = 1,0 \quad \checkmark$$

$$s_z = 1 + \frac{b'}{l'} \cdot \sin \varphi_d = 1,0 \quad \checkmark$$

$\underbrace{\quad}_{= \phi}$

Tamara
Grafinger
0615409

$$N_y = N_{y,0} \cdot i_y \cdot g_y \cdot t_y \cdot s_y = 5,02 \cdot 0,182 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,914 \checkmark$$

$$N_z = N_{z,0} \cdot i_z \cdot g_z \cdot t_z \cdot s_z = 11,44 \cdot 0,399 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 4,565 \checkmark$$

$$A' = b' \cdot 1,0 = 2,0 \text{ m}^2 \checkmark$$

$$\gamma_u' = \gamma_o' = 20 \text{ kN/m}^3 \checkmark$$

$$Q_{p,d} = A' \cdot (\gamma_u' \cdot b' \cdot N_y + \gamma_o' \cdot N_z) =$$

$$= 2,0 \cdot (20 \cdot 2,0 \cdot 0,914 + 20 \cdot 4,565) = 255,72 \text{ kN} \checkmark$$




$$Q = \sqrt{Q_w^2 + Q_{vd}^2} = \sqrt{E_{ah}^2 + (G^k + E_{av})^2} = \sqrt{70,11^2 + 181,5^2} = 194,57 \text{ kN}$$

$$Q \leq Q_{p,d}$$

$$194,57 \text{ kN} \leq 255,72 \text{ kN} \checkmark$$

(✓)

Fragebogen

eCampus Tirol   
Home Help Logout

My Institution **Courses**

Frage 1 Speichern

Wie hoch schätzt Du den wöchentlichen Zeitaufwand für das Praxisprojekt ein? (Nur das Praxisprojekt, ohne die Übungsaufgaben).

- Kein Zeitaufwand
- 10 Minuten
- Halbe Stunde
- Stunde
- Mehr als eine Stunde


Frage 2 Speichern

Hast Du die Grundbruchaufgabe des Praxisbeispiels bearbeitet?

- Ja
- Nein

Frage 3 Speichern

Warum hast Du die Grundbruchaufgabe bearbeitet/nicht bearbeitet?

Standard 3 Times New Roman **B** *I* U ~~S~~ \times \times^2 


Pfad: [body](#)

Frage 4 Speichern

Hast Du die Böschungsbruchaufgabe bearbeitet?

- Ja
- Nein

Frage 5 Speichern

Downloads  Entfernen

Frage 5 Speichern

Warum hast Du die Böschungsbruchaufgabe bearbeitet/nicht bearbeitet?

Standard 3 Times New Roman B I U

Pfad: [body](#)

Frage 6 Speichern

Entspricht die Aufgabenstellung des Praxisprojektes der von Bauingenieuren/Bauingenieurinnen in einem Ingenieurbüro?

- Ja
- Nein
- Keine Erfahrung

Frage 7 Speichern

Hast Du das Praxisprojekt selbstständig bearbeitet?

- Ja
- Nein
- Zum Teil
- Nur die weniger aufwendigen Teilfragen

Frage 8 Speichern

Warum hast du das Praxisprojekt selbstständig bearbeitet, bzw. warum hast du Praxisprojekt nicht selbstständig bearbeitet?

Standard 3 Times New Roman B I U

Frage 9

Speichern

Hat Dir das Praxisprojekt geholfen, die Anwendbarkeit der Übungsaufgaben zu verstehen?

- Ja
- Nein
- Habe das Praxisprojekt nicht selbstständig bearbeitet.

Frage 10

Speichern

Hast Du dieses Sommersemester das ersten Mal an der Bodenmechanik und Grundbau II Übung teilgenommen?

- Ja
- Nein

Frage 11

Speichern

Wenn Du die Übung zum zweiten Mal besuchst: Findest Du das Praxisprojekt eine sinnvolle Erweiterung?

- Ja, ich konnte mir dadurch besser vorstellen wie Aufgaben in der Ingenieursparxis aussehen und wofür die Übungsbeispiele nutzen.
- Nein, ich habe keinen Unterschied festgestellt.
- Ich besuchte die Übung zum ersten Mal.

Frage 12

Speichern

Fändest Du es besser, wenn das Praxisprojekt bearbeitet werden muss? (zum Beispiel als Teil des Übungspools?)

- Ja
- Nein

Frage 13

Speichern

Warum soll das Praxisprojekt Pflicht sein/freiwillig sein?

Standard 3 Times New Roman B I U S x₂ x² [List icons]

[Empty text input area]

Antworten der Studierenden

eCampus Tiroi Home Help Logout

My Institution Courses

Frage 1 Multiple-Choice
Wie hoch schätzt Du den wöchentlichen Zeitaufwand für das Praxisprojekt ein? (Nur das Praxisprojekt, ohne die Übungsaufgaben).

Antworten	% beantwortet
Kein Zeitaufwand	10,526%
10 Minuten	42,105%
Halbe Stunde	15,789%
Stunde	26,316%
Mehr als eine Stunde	5,263%
Nicht beantwortet	0%

Frage 2 Mehrfachantwort
Hast Du Grundbruchaufgabe des Praxisbeispiels bearbeitet?

Antworten	% beantwortet
Ja	57,895%
Nein	42,105%

eCampus Tiroi Home Help Logout

My Institution Courses

Frage 3 Kurzantwort
Warum hast Du die Grundbruchaufgabe bearbeitet/nicht bearbeitet?

Nicht beantwortete Antworten
2

Vorgegebene Antworten

zusätzlicher Zeitaufwand am Ende des Semesters!

Als Übung auf die erste Klausur.

Weil es ein Teil der Übungsaufgaben war.

Weil die Mindestanzahl der zu rechnenden Beispiele schon erreicht war.

Kosten/Nutzen-Verhältnis

Zu Übungszwecken, teilweise mit Hilfe.

hatte wenige zeit dafür,

weil im 4. Semester fast in jedem fach (baustaki, hydraulik,) hausübungen zu machen waren, und außerdem brauchte ich die zeit zum semesterende hin fürs lernen auf prüfungen und klausuren

gute Vorbereitung auf Klausur; Praxisbezogen

Durch die Überfüllung des Studienplans (6 UE2 in einem Semester!!!) ist Zeitmanagement notwendig!

Interesse

Weils teil der Hausaufgaben war

keine Zeit

Ich musste diese Aufgabe noch bearbeiten weil mir noch ein Beispiel gefehlt hat...

Interesse

gute übung, hat mich interessiert

ich hatte schon genügend aufgaben gerechnet und musste diese somit nicht mehr bearbeiten

hatte keine zeit dazu, zu der zeit war sonst genug für die uni zu tun

Downloads Entfern

Frage 4 Entweder/Oder

Hast Du die Böschungsbruchaufgabe bearbeitet?

Antworten	% beantwortet
Ja	47,368%
Nein	52,632%
<i>Nicht beantwortet</i>	0%

Frage 5 Kurzantwort

Warum hast Du die Böschungsbruchaufgabe bearbeitet/nicht bearbeitet?

Nicht beantwortete Antworten
3
Vorgegebene Antworten
interesse
gute übung, hat mich interessiert
hatte keine zeit dazu, zu der zeit war sonst genug für die uni zu tun
Siehe oben
Interesse, Übung
dito
Kosten/Nutzen-Verhältnis
Interesse wäre vorhanden, leider aber nicht die Zeit...
Zu viel Aufwand (Prüfungsvorbereitungen waren wichtiger) - hätte per Hand die Gleitkreise variieren müssen...
hatte wenige zeit dafür,
weil im 4. Semester fast in jedem fach (baustaki, hydraulik,) hausübungen zu machen waren, und außerdem brauchte ich die zeit zum semesterende hin fürs lernen auf prüfungen und klausuren
Weil auch dies ein Teil der Übungsaufgaben war. Gleichzeitig auch eine Vorbereitung auf die Klausur.
keine Zeit, Prüfungen, Arbeit etc.
Wusste nicht, dass sie zu bearbeiten war
Zu Übungszwecken=)
Weil die Mindestanzahl der zu rechnenden Beispiele schon erreicht war.
keine Zeit

Frage 6 Mehrfachantwort

Entspricht die Aufgabenstellung des Praxisprojektes der von Bauingenieuren/Bauingenieurinnen in einem Ingenieurbüro?

Antworten	% beantwortet
Ja	10,526%
Nein	10,526%
Keine Erfahrung	78,947%

Frage 7 Mehrfachantwort

Hast Du das Praxisprojekt selbstständig bearbeitet?

Antworten	% beantwortet
Ja	36,842%
Nein	5,263%
Zum Teil	47,368%
Nur die weniger aufwendigen Teilfragen	15,789%

Frage 8 Kurzantwort

Warum hast du das Praxisprojekt selbstständig bearbeitet, bzw. warum hast du Praxisprojekt nicht selbstständig bearbeitet?

Nicht beantwortete Antworten
4
Vorgegebene Antworten
Teilweise mit Hilfe um wenn möglich unnötigen Aufwand zu umgehen.
Ja, weil mich Geotechnik interessiert und ich evtl. das Modul wähle.
teilweise hatte ich einfach keine lust:-) und den rest zu übungszwecken, so wie es auch gedacht ist
hab mir selber gedanken gemacht
Kosten/Nutzen-Verhältnis
leichtere Teile die logisch erschienen, löste ich selbstständig, bei komplexeren Fragen erarbeitete ich mir die lösungen mit kollegen
nicht bearbeitet
interesse
bearbeite die Aufgaben meistens zuerst alleine, vergleiche anschließend mit anderen
Zur Übung auf die Klausur
a
in kleingruppe bearbeitet um sich gegenseitig auszutauschen..
gute übung, hat mich interessiert
Weil ich ansich fast alle Beispiele zuerst selbstständig bearbeitet habe und anschließend mit Kollegen die Ergebnisse verglichen/diskutiert habe.
Weil es teilweise nicht recht schwierig war.

Frage 9 Mehrfachantwort

Hat Dir das Praxisprojekt geholfen, die Anwendbarkeit der Übungsaufgaben zu verstehen?

Antworten	% beantwortet
Ja	66,667%
Nein	27,778%
Habe das Praxisprojekt nicht selbstständig bearbeitet.	5,556%

Frage 10 Entweder/Oder

Hat Du dieses Sommersemester das ersten Mal an der Bodenmechanik und Grundbau II Übung teilgenommen?

Antworten	% beantwortet
Ja	89,474%
Nein	10,526%
Nicht beantwortet	0%

Frage 11 Mehrfachantwort

Wenn Du die Übung zum zweiten Mal besuchst: Findest Du das Praxisprojekt eine sinnvolle Erweiterung?

Antworten	% beantwortet
Ja, ich konnte mir dadurch besser vorstellen wie Aufgaben in der Ingenieursparxis aussehen und wofür die Übungsbeispiele nutzen.	5,263%
Nein, ich habe keinen Unterschied festgestellt.	5,263%
Ich besuchte die Übung zum ersten Mal.	83,333%

Frage 12 Entweder/Oder

Fändest Du es besser, wenn das Praxisprojekt bearbeitet werden muss? (zum Beispiel als Teil des Übungspools?)

Antworten	% beantwortet
Ja	47,368%
Nein	52,632%
Nicht beantwortet	0%

Frage 13 Kurzantwort

Warum soll das Praxisprojekt Pflicht sein/freiwillig sein?

Nicht beantwortete Antworten

4

Vorgegebene Antworten

wer interesse daran hat, bearbeitet es sowieso freiwillig; andere finden immer auswege, es nicht zu machen

Nur wenige die freiwillig zusätzliche Arbeit machen!

Freie Zeiteinteilung

gute vorbereitung auf berufswelt

weil es ein sehr hoher Zeit und Nervenaufwand ist

weil es sonst sowieso nur abgeschrieben wird

Die Idee hinter der "Freiwilligkeit" verlockt im anbetragt des Studiumbezogenen Lernaufwandes jedoch zum Hinausschieben bzw. oft zum vollkommenen Wecklassen solcher Aufgaben.

Weil meiner Meinung nach das Praxisprojekt doch etwas realitätsnaher ist als die Beispiele die in den Übungen zu rechnen sind.

Weil sonst schon genug zu rechnen ist.

ist wichtig, denke ich. es sollten aber deshalb nicht mehr bsp zu rechnen sein

sollte weiterhin freiwillig sein, denn es wird dann zu viel,

es ist schon schwierig genug bei all den Klausuren, Prüfungen, Übungen aus anderen Fächern die pflichtbeispiele zu rechnen. ich fände es vom arbeitsaufwand nicht mehr angemessen wenn das praxisbeispiel auch noch ein pflichtbeispiel wäre

sonst wir es nicht bearbeitet

wenn es auf freiwilliger basis ist, gibt man sich eben keine mühe damit und macht eben nur dass was man schnell fertig bekommt um zeit zu sparen. wenn es pflicht wär, würde man sich mehr rein denken und wahrscheinlich noch mehr nutzen daraus ziehen

Weil es zu zeitaufwendig ist und sonst noch sehr viele Programme, Übungen, Prüfungen anstehen