

Umweltproblemlösen II

Integrierte Exkursion “Nachhaltigkeit im Bausektor”

Modulares Bauen und Recyclingbeton

Zürich, 1. Juni 2018

**AutorInnen:**Maike Friedel, Gioele Madonna, Noah Manohar, Julia Mégroz, Laura Schnegg,
Lena Strini,

Zusammenfassung

Die Massnahme besteht aus einer Exkursion, welche jährlich im Rahmen der Lehrveranstaltung Integrierte Exkursionen für Studierende der Umweltwissenschaften angeboten wird. Dabei werden den Studierenden die Probleme im Kieskreislauf aufgezeigt und auf deren Relevanz hingewiesen. Das entwickelte Gravel-Grab Game schafft als Exkursionseinstieg einen Überblick über das System und verdeutlicht dessen Probleme. Der Besuch einer Kiesgrube thematisiert den Kieskreislauf aus der Sicht eines Kiesgrubenbetreibers und zeigt dessen Sicht auf die betrachteten Probleme. Als Lösungsansätze werden Recycling und Modularbau vorgestellt. Die Führung in der Alho AG führt die Studierenden in die modulare Bauweise ein und zeigt Vor- und Nachteile dieser Technik. Der Besuch des NEST Projektes inspiriert die Studierenden zu innovativen Lösungsansätzen. Da ein Teil des Gebäudes zu 100% aus recycelten Materialien besteht, können Recyclingpotential und Einsatzgebiete verschiedener Materialien diskutiert werden.

Ausgangslage und Ziel

Einsicht

Die Einsicht, auf der unsere Massnahmen basieren, spricht das fehlende Bewusstsein verschiedener Parteien gegenüber Problemen im schweizerischen Hochbausystem und fehlerhafte Informationen bezüglich Baualternativen an;

Im schweizerischen Bausystem gibt es heute keine nachhaltige Lösung für die Deponie- und Ressourcenknappheit. Dem zugrunde liegt die fehlende Motivation, das bestehende System zu verändern. Selbst wenn diese Motivation bestehen würde, ist die Baubranche von Fehlvorstellungen und Vorurteilen gegenüber alternativen Bauweisen, wie dem Einsatz von Recycling-Beton (RC-Beton) oder des Modularbaus geprägt. Der Einsatz von Recyclingmaterialien wie auch das Konzept des Modularbaus sind als Lösungsansätze bekannt, jedoch längst nicht etabliert.

Der vermehrte Einsatz von Recyclingbeton und alternativen Bauweisen führt einerseits zu weniger Abbau von Primärkies, was die begrenzte Ressource Kies schont und andererseits zu einer geschlossenen Kreislaufwirtschaft. Unter geschlossener Kreislaufwirtschaft versteht man das Bestreben, Abbruchmaterialien in den Baustoffkreislauf rückzuführen. Ausserdem muss weniger Bauabbruch in Deponien abgelagert werden, wenn er zu Recycling-Granulat (RC-G) verarbeitet wird. Damit wird der knappe Deponieplatz geschont. Beide Lösungsansätze haben grosses Potential, finden in der Gesellschaft zurzeit jedoch nur wenig Resonanz. Dies liegt daran, dass die Baubranche grundsätzlich sehr konservativ ist und sich Neuerungen nur langsam etablieren können. Das Vertrauen in alternative Bauweisen fehlt und wird durch Vorurteile und Fehlvorstellungen gegenüber entsprechenden Produkten zusätzlich geschwächt. Da Probleme im Kieskreislauf in der Baubranche zu wenig angesprochen werden, mangelt es an Bereitschaft das schweizerische Hochbausystem, das mit grossem Primärmaterialverbrauch einhergeht, zu verändern (Audergon, 2017). Zudem sind fälschliche Annahmen und Vorurteile im Umlauf, wie zum Beispiel eine verminderte Qualität bei RC-Beton, die der Etablierung alternativer Bauweisen zusätzlich im Wege stehen.

Stakeholder und ihre Problemstellung

StudentInnen aus dem umweltnaturwissenschaftlichen Bereich (UWIS)

StudentInnen der Umweltnaturwissenschaften werden voraussichtlich im späteren Berufsalltag auf verschiedene Parteien treffen, die ihre Ansichten in einem möglichen Interessenskonflikt vertreten (ETHZ, 2015). In ihrer Rolle als beratende Instanz haben sie so die Möglichkeit, aktiv einen Einfluss auf Entscheidungsfindungen von Stakeholdern zu nehmen. Zum jetzigen Zeitpunkt besteht keine Motivation, das schweizerische Hochbausystem nachhaltig optimieren zu wollen, da die Probleme innerhalb des Kieskreislaufes kaum thematisiert werden.

Technische Hochschulen

Die Ressourcenknappheit wird in Ausbildungen, welche auf eine Tätigkeit im Bauwesen vorbereiten, nur ungenügend thematisiert (ETHZ, 2017b). Baualternativen wie RC-Beton werden zwar angesprochen, jedoch wird nicht ausreichend darüber informiert, dass der Baustoff in vielen Fällen vergleichbare Qualitäten wie Primärbeton hat und ein vielversprechender Lösungsansatz ist. Die Massnahme kann als Teil einer Lehrveranstaltung angeboten werden, um dieses Defizit auszugleichen.

ArchitektInnen und BauingenieurInnen

Beide Instanzen vertrauen neuen Baustoffen nicht und setzen sie daher auch nicht ein. Der Mangel an Vertrauen kommt hauptsächlich daher, dass Alternativen wie RC-Beton als qualitativ minderwertig betrachtet werden. Sie glauben, dass ihr Einsatz ein schlechteres Endprodukt liefert als beim herkömmlichen Bau. Daher werden von beiden Stakeholdern bevorzugt Primärmaterialien und klassische Bautechniken eingesetzt (Audergon, 2017).

Ziel

Grundsätzlich soll die Massnahme sowohl Probleme im Kieskreislauf als auch alternative Baukonzepte aufzeigen. UWIS sollen auf bestehende Probleme hingewiesen werden und korrekte Informationen betreffend möglichen Lösungsansätzen wie dem Einsatz von Recyclingmaterialien und Modularbau erhalten. Durch diese Kenntnisse soll eine Motivation geschaffen werden, das schweizerische Hochbausystem zu optimieren. Zudem hat die Exkursion die Funktion der Informationsbereitstellung. Wir fokussieren uns dabei auf die Ausbildung von UWIS, da bei dieser Zielgruppe Themen der Nachhaltigkeit in unkonventionellen Bereichen im Regelfall auf grosses Interesse stossen. Das Pilotprojekt kann in diesem Rahmen realisiert werden und gege-

benenfalls zu einem späteren Zeitpunkt auf andere Studiengänge ausgeweitet werden.

Stand der Entwicklung

Im Rahmen der Lehrveranstaltung Integrierte Exkursionen für UWIS an der ETH Zürich wird bereits eine Exkursion mit dem Titel "Ökologische und lebenswerte Städte trotz Verdichtung" angeboten, die sich mit Themen der Baubranche auseinandersetzt. Jedoch befasst sich diese Veranstaltung hauptsächlich mit Raumplanung. Die Exkursion "Nachhaltigkeit im Bausektor" wäre die einzige, welche sich mit dem Kieskreislauf und den damit verbundenen Problemen und Lösungsansätzen befasst. Ebenso wird dieses Thema in zukünftigen Jahrgängen nicht mehr im Fach Umweltproblemlösen thematisiert werden, da der Schwerpunkt auf anderen Themen liegen wird (ETHZ, 2017a).

Darstellung der Massnahme

Die Massnahme besteht darin, eine Exkursion im Rahmen der Vorlesungsveranstaltung "integrierte Exkursionen" einzuführen. Die Exkursion mit dem Titel "Nachhaltigkeit im Bausektor - Modulares Bauen und Recyclingbeton" kann von UWIS neben anderen Exkursionsthemen gewählt werden.

Umsetzung der Massnahme

Die Exkursion wird nach demselben Muster durchgeführt wie bestehende integrierte, eintägige Exkursionen. Um die Kreditpunkte zu erhalten, muss eine Vorbereitungsaufgabe bearbeitet werden, die Teilnahme an der Exkursion ist obligatorisch und die Nachbereitungsfragen runden die Veranstaltung ab. Die Exkursionsleitung besteht aus allen sechs Gruppenmitgliedern, da insbesondere die Spieldurchführung mehrere spielleitende Personen bedarf. Grundsätzlich stützt sich das Exkursionsprogramm auf die Lernziele, welche Grundlage einer jeden integrierten Exkursion sind (Niederhuber, 2018a). Durch die Exkursion soll einerseits auf Probleme innerhalb des Kieskreislaufs und des schweizerischen Hochbausystems aufmerksam gemacht werden, andererseits soll über Baualternativen informiert werden. Die Lernziele unterstützen die angestrebten Ziele;

Die Studierenden

- ❖ können erklären, warum Bauabfälle eine grosse Umweltbelastung darstellen
- ❖ können mehrere Probleme im heutigen Bau- und Deponiesystem aufzeigen
- ❖ kennen den Modularbau als eine mögliche Lösung und wissen von Vor- und Nachteilen dieser Bauweise
- ❖ kennen alternative Baumaterialien (RC-Beton) und innovative Ideen für Bau- und Konstruktionsweisen

Exkursionsprogramm

An diesen Lernzielen orientiert sich der Exkursionsablauf, welcher inklusive Zeitplan im Anhang ersichtlich ist. In Tabelle 1 ist eine Kurzfassung des Exkursionsprogrammes dargestellt.

Tabelle 1: Exkursionsprogramm

Programmpunkt	Ort	Externe Beteiligte
Gravel-Grab-Game	Waldhütte Seon	keine
Besichtigung Kiesgrube Hauriseon AG	Seon	Roland Bertschi
Führung Alho-Systembau AG	Wikon	Christoph Zielinski Benedikt Neuhoefter
Besichtigung NEST-Projekt EMPA	Dübendorf	Stephan Kälin

Gravel-Grab Game

Der Exkursionstag startet nach der Anfahrt aus Zürich in der Waldhütte Seon, wo in das schweizer Hochbausystem und den Kieskreislauf eingeführt wird. Dazu wird das Gravel-Grab Game in Vierergruppen gespielt. Das Spiel bietet einen Einstieg in die Thematik und führt die Studierenden auf eine Weise an die betrachteten Probleme, welche sie verständlich und greifbar macht. Eine Diskussionsrunde am Ende des Spiels fasst Erkenntnisse zusammen und behandelt erneut die wichtigsten Probleme wie die Deponieknappheit.

Besichtigung Kiesgrube Hauriseon AG

Der anschliessende Besuch der Kiesgrube der Hauriseon AG veranschaulicht Konflikte innerhalb des Kieskreislaufs. Roland Bertschi übernimmt die Führung der Anlage. Interessant ist hierbei, dass er als Mitglied der Geschäftsleitung der Hauriseon AG vermutlich eine Betrachtungsweise der Situation vorstellt, welche an diesem Tag noch nicht angesprochen wurde. So wird verhindert, dass die positiven Seiten des Kiesabbaus nicht vernachlässigt werden. Dies ist von großem didaktischen Wert, da so den Exkursionsteilnehmenden die Ambivalenz des Problems vor Augen geführt wird und die Herausforderung, eine Lösung zu erarbeiten, die alle Beteiligten berücksichtigt betont wird.

Führung Alho-Systembau AG

Christoph Zielinski wird zusammen mit Benedikt Neuhoefter die Besichtigung der Alho Sytembau AG leiten und die Studierenden in das Konzept des modularen Bauens einführen. Sie zeigen wie einzelne Module gefertigt werden und erklären warum bei dieser Bauweise viel Zeit gespart werden kann. Betont wird ebenfalls die Möglichkeit der Weiter- und Wiederverwendung der Module (Alho-Systembau-AG, 2018). Dieser Programmpunkt konfrontiert die StudentInnen erstmals mit einer Baualternative und bietet ihnen die Möglichkeit unverfälschte Informationen über diese Technik

zu erhalten. Dank der Einführung am Morgen gelingt es den Studierenden zu erkennen, wie sich der Einsatz von Modularbauteilen auf das Gesamtsystem auswirkt und welche positiven aber auch negativen Folgen der vermehrte Einsatz dieser Bauweise mit sich bringen würde. Die Carfahrt von Seon nach Dübendorf bietet die Gelegenheit diese Zusammenhänge kurz anzusprechen.

Besichtigung NEST-Projekt EMPA

Als letztes wird Stephan Kälin die Studierenden durch das NEST Projekt der EMPA führen. Das NEST-Projekt ist ein Gebäude, das die Möglichkeit bietet, innovative Bautechniken unter realen Bedingungen zu testen. Teile des Projektes befassen sich mit dem 3D Druck von Baumaterialien oder nachhaltiger Energienutzung aber auch Themen wie Recycling und Wiederverwendung werden thematisiert (Empa, 2018b). Dabei werden sämtliche Projekte vorgestellt, wodurch den Studierenden die Bandbreite innovativer Ideen aufgezeigt wird. Diese Variabilität an Baualternativen hat eine anregende und motivierende Wirkung und inspiriert dazu, nach unkonventionellen Lösungen zu suchen. Fokus der Führung liegt auf dem Urban Mining & Recycling Projekt wobei ein Wohnmodul entworfen wurde, welches sortenrein aus wiederverwendbaren, recyclebaren oder kompostierbaren Materialien konstruiert ist. Der Recycling-Gedanke ist bei diesem Projekt zentral. Verwendete Materialien werden nicht verbraucht und nach dem Rückbau entsorgt; Sie werden für bestimmte Zeit aus ihrem Kreislauf entnommen und werden später in diesen zurückgeführt. Alte Getränkeverpackungen, Jeansstoff, Pilzmycel und PET-Flaschen sind nur einige der Materialien die verarbeitet wurden (Empa, 2018a). Dieser Programmpunkt bietet die Gelegenheit verschiedene Materialien bezüglich ihres Recyclingpotentials zu betrachten und auf Vorteile des Recyclings aufmerksam zu machen.

Kosten und Gewinn

Sämtliche Führungen und Besichtigungen werden unentgeltlich durchgeführt. Es entstehen für die ETH lediglich Kosten für die Carmiete (Niederhuber, 2018a). Der Gewinn besteht aus dem Mehrwert für die Studenten und dem Zusatzwissen das sie sich durch die Teilnahme aneignen.

Rückmeldung von Stakeholdern

Es wurden insgesamt drei Stakeholdertests durchgeführt. Monika Niederhuber als Verantwortliche für integrierte Exkursionen für UWIS hat uns bestätigt, dass eine Nachfrage nach neuen Exkursionsthemen besteht. Laut ihr tragen die geplanten Programmpunkte zur Erfüllung der erstellten Lernziele bei, welche den Anforderungen für integrierte Exkursionen ebenfalls entsprechen (Niederhuber, 2018b).

Die durchgeführte Umfrage mit UWIS hat ergeben, dass die Exkursion mit einer durchschnittlichen Präferenz bewertet wurde. Diese Ergebnisse zeigen, dass davon ausgegangen werden kann, dass sich Studierende für die entwickelte Exkursion anmelden werden. Die vollständigen Umfrageergebnisse sind im Anhang ersichtlich.



Abbildung 1: Präsentation am Markt der Massnahmen

Positiv fielen die Rückmeldungen der Mitstudenten zur auf Abbildung 1 gezeigten Präsentation auf dem Markt der Massnahmen aus. Die Exkursion sei spannend, umfassend und biete einen motivierenden Einstieg durch das integrierte Spiel. Eine ausführlichere Darlegung der erhaltenen Rückmeldungen und Details zur Präsentation am Massnahmenmarkt sind im Anhang enthalten.

Benedikt Neuhoefler der Alho-Systembau AG zeigt sich sehr interessiert an der Durchführung der Exkursion. Er findet, die Programmpunkte seien geschickt gewählt

und beschreibt den thematischen Tagesablauf als didaktisch sinnvoll. Es mache Sinn, erst das System einzuführen, auf Probleme aufmerksam zu machen und im Anschluss daran Lösungen zu betrachten. Die Exkursion ist für die Alho-Systembau AG eine Werbeplattform, die somit ihre Bauweise einem breiteren Publikum vorstellen kann (Neuhoeffer, 2018).

Weitere mögliche Stakeholder

ArchitektInnen und IngenieurInnen werden durch die Exkursion nicht direkt erreicht, sind aber künftige Zielgruppen. Da sie direkten Einfluss darauf haben, welche Baumaterialien verwendet werden, hat eine Aufklärung dieser Berufsgruppen einen grösseren Effekt als die Aufklärung von UWIS. Die Exkursion an entsprechende Studiengänge an der ETH anzupassen, wird dazu führen, sämtliche Stakeholder zu erreichen. Es wurden bisher keine Stakeholdertests mit entsprechenden Personen durchgeführt.

Nachhaltigkeit der Massnahme

Tabelle 2: Angestrebte und beobachtete Entwicklungen gemäss dem MONET Bewertungssystem

Dimension	Indikator	Angestrebte Entwicklung	Beobachtete Entwicklung	Zusammenfassung
sozial	Bildungsstand der Studierenden			
	Arbeitsplätze im Bausektor für Modularbau			
ökonomisch	Absatz von Modularbauteilen			
	Nachfrage Primärbeton			
ökologisch	Bestand Kiesressourcen			
	Widerverwendungsquote			

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass bis auf eine Ausnahme alle Indikatoren unverändert bleiben. Die Veränderung der aufgeführten Indikatoren sind im Sinne der Nachhaltigkeit sehr wünschenswert, werden aufgrund der Exkursion mit integriertem “Gravel-Grab Game” jedoch nicht eintreten. Das direkt beeinflusste Publikum ist zu klein, um derart grosse Entwicklungen nach sich zu ziehen. Im Einzelfall können Veränderungen zu Entwicklungen in Richtung besserer Nachhaltigkeit führen, der Effekt wird im Gesamtsystem jedoch nicht abgebildet werden. Fälle, in denen keine Veränderungen eintreten, sind zu häufig, als dass positive Veränderungen die Gesamtentwicklung beeinflussen würden. Der Bildungsstand der Studierenden wird sich jedoch positiv entwickeln, da sie durch die Exkursion Zugang zu zusätzlicher Information haben und sich zusätzliches Wissen aneignen. Der Bildungsstand der UWIS bezüglich nachhaltiger Bauweise wird hierdurch also verändert. Da die Exkursion voraussichtlich jährlich durchgeführt wird und dadurch StudentInnen aus sämtlichen künftigen Jahrgängen erreicht werden können, verändert sich die Situation nachhaltig. Dieser positive Effekt würde sich zudem verstärken, wenn das Zielpublikum grösser wäre. Eine mögliche Optimierung besteht darin, die Exkursion auf weitere Studiengänge, insbesondere auf den Studiengang Architektur, anzupassen. Kann die Exkursion in verschiedenen Studiengängen durchgeführt werden, kann die Massnahmen als nachhaltiger bezeichnet werden, als wenn nur UWIS damit erreicht werden.

Massnahme in System

Aus dem mit SystemQ erstellten Systembild, welches in Abbildung 2 dargestellt ist, wird ersichtlich, welche Faktoren verändert werden müssen, um die Kiesressourcen zu schonen und eine ökologischere Bauweise mit weniger Bauabfall und zu fördern.

Durch die gewählten Massnahmen *Exkursion für UWIS* und dem *Gravel-Grab Game* wird auf die Probleme aufmerksam gemacht. Die Stakeholder werden so motiviert, ihr neu erlangtes Wissen zu gebrauchen. Dies ist durch die Variablen *Vertrauen in neue Produkte* und *Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen* ersichtlich. Eine positive Veränderung dieser Variablen senkt die *Nachfrage nach Primärkies* und erhöht die *RC-Beton Nachfrage*, indem falsche Vorstellungen bezüglich neuer Produkte und RC-Beton klargestellt werden. Somit werden die Kiesressourcen geschont. Dadurch, dass die Stakeholder auf die Problematik aufmerksam gemacht werden und Ideen für alternative Baumethoden und -materialien erhalten, wird die *Komplexität der Bautechnik* und der *Trennaufwand* beim Rückbau verringert und der *Anteil an rezyklierbaren Baustoffen* in Gebäuden erhöht. Dies verringert schlussendlich die Mengen an Bauabfall und -abbruch.

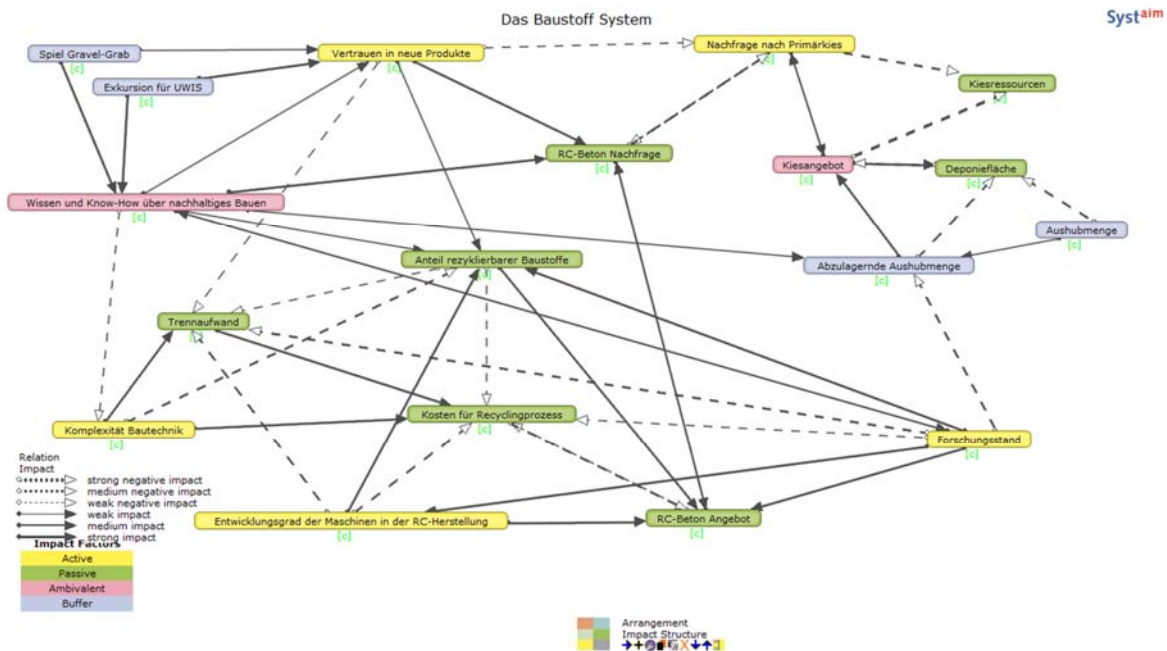


Abbildung 2: Systembild SystemQ

Für eine ausführliche Auslegung des betrachteten Systems mittels SystemQ, ist der Anhang zu konsultieren.

Weiteres Vorgehen

Die Gespräche mit Monika Niederhuber haben gezeigt, dass der Durchführung der Exkursion nicht mehr viel im Wege steht. Als erstes muss zu Beginn des neuen Semesters ein Antrag an die Koordinationsstelle gestellt werden, um die Exkursion einführen zu können (Niederhuber, 2018b). Wird die Exkursion bewilligt, werden in weiteren Treffen mit Monika Niederhuber Details diskutiert. Es ist zurzeit noch offen, ob das als zweite Massnahme entwickelte Gravel-Grab Game als Exkursionsvorbereitung im Rahmen eines Pre-Events durchgeführt, oder am Exkursionstag als Einleitung gespielt wird. Um dies entscheiden zu können, muss es mit Urs Brändle, der für die Biodiversitätsexkursionen verantwortlich ist, koordiniert werden um Doppelbelegungen zu vermeiden. Der Pre-Event würde voraussichtlich an einem Nachmittag stattfinden, an dem Biodiversitätsexkursionen durchgeführt werden. Ist das Datum festgelegt, müssen sämtliche externe Exkursionsbeteiligte kontaktiert werden, um letzte Details bezüglich der Besichtigungen und der Uhrzeit zu klären. Wird das Gravel-Grab Game Teil der Exkursion sein, muss das Waldhaus Seon über die Website der Gemeinde Seon reserviert werden. Andernfalls muss das Exkursionsprogramm umgestellt werden und entweder eine bestehende Besichtigung ausgebaut werden oder eine weitere Besichtigung organisiert werden. Der Reiseкар wird von Monika Niederhuber organisiert. Da das Gravel-Grab Game in jedem Fall Bestandteil der Exkursion sein wird, muss das Spiel optimiert und weitere Spielbretter angefertigt werden. Für das weitere Vorgehen diesbezüglich kann die Dokumentation des Gravel-Grab Games konsultiert werden.

Fazit

Die Exkursion wird Studierende über Probleme im Kieskreislauf und über Baualternativen informieren. Die in der Einsicht formulierten Probleme werden damit direkt angegangen. Stärke dieser Massnahme ist es, dass kontrolliert werden kann, welche Informationen vermittelt werden. Die Realisierbarkeit der Massnahme kann ebenfalls als Stärke hervorgehoben werden. Das beschriebene Ziel, Studierende aufzuklären, lässt sich durch die Exkursion erreichen. Die Schwäche der Massnahme liegt hingegen in ihrer Wirkungsbreite. Werden nur UWIS geschult, ist nur ein minimaler Effekt und kaum eine Veränderung zu erwarten. Der Wert der Massnahme liegt jedoch in seiner Rolle als Pilotprojekt, welches weiterentwickelt und angepasst werden kann, um zu einem späteren Zeitpunkt ein grösseres Publikum anzusprechen und damit eine grössere Veränderung zu bewirken. Beide entwickelte Massnahmen werden vermutlich im Rahmen von UPL III umgesetzt.

Dank

In kürzester Zeit blosse Ideen zu funktionierenden Massnahmen zu entwickeln benötigt viele externe Meinungen und Inputs. Deshalb möchten wir an dieser Stelle folgenden Personen danken:

Pius Krütli, unseren Arbeitsbetreuer und Hauptdozenten, für konstruktive Kritik und den nötigen Stoss in die richtige Richtung wann immer wir es brauchten.

Monika Niederhuber, welche für die integrierten Exkursionen am USYS-Departement zuständig ist. Sie hat uns den Rahmen für unsere Exkursion über nachhaltiges Bauen vorgegeben und mit Ihrer Erfahrung wertvolles Feedback gegeben.

Céline Dillmann von der ForDev Gruppe, für Ihre Zeit und die vielen wertvollen Inputs zu unserem Gravel-Grab Game.

Benedikt Neuhoefler und der ALHO Systembau AG für die informativen Treffen, Unterlagen und geführte Besichtigung der Montagehalle in Wikon, sowie das Angebot die ALHO AG als Teil der Exkursion miteinzubeziehen.

Stephan Kälin, Verantwortlicher für Kommunikation und Medien des NEST, für die Einladung das NEST-Projekt der EMPA Teil der Exkursion werden zu lassen.

Roland Bertschi, Mitglied der Geschäftsleitung der Hauriseon AG, dass auch seine Firma einen Wegpunkt auf der Exkursion bildet.

Sarah Güthe und Janina Mégroz für das Gegenlesen unserer Arbeit. Ausserdem bedanken wir uns bei allen StudentInnen und MaturandInnen, die Ihre Zeit für das Testen unseres Spiels oder Beantworten der Umfrage investiert haben.

Referenzen

Alle nicht zitierten Aussagen stammen aus Vorlesungen im Rahmen von UPL I und UPL II oder aus mündlicher Kommunikation mit Vorlesungsverantwortlichen (Binbin Pierce, Christian Pohl, Lisette Senn und Pius Krütli).

Sämtliche verwendeten Tabellen, Abbildungen und Fotos wurden selber erstellt.

Alho-Systembau-AG. (2018). Modulbau - die clevere Bauweise für dauerhafte Gebäude.

Zugriff am 21.05. Abgerufen von <https://alho.ch/ch/bauweise/modulbau>.

Audergon, L. (2017, 25.11.2017). Akteur-Steckbrief-Markt bei Exkursion in Dällikon [persönliche Mitteilung].

Empa, M. S. a. T. (2018a). Bauen mit Abfall und Recycling-Material. Abgerufen von <https://www.empa.ch/web/s604/umar-opening>.

Empa, M. S. a. T. (2018b). Das ist NEST. Abgerufen von <https://www.empa.ch/de/web/nest/aboutnest>.

ETHZ. (2015). Berufsaussichten, Karrieren in Umweltwissenschaften: Department Umweltwissenschaften.

ETHZ. (2017a). Integrierte Exkursionen. Abgerufen von <https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=3692>.

ETHZ. (2017b). Wegleitung Architekturstudium, Bachelor und Master, Studienreglement 2017: ETH Zürich.

Neuhoeffer, B. (2018, 02.05.2018). Führung Alho-Systembau AG / Prototypentest [persönliche Mitteilung].

Niederhuber, M. (2018a, 11.04.2018). Besprechung betreffend Exkursion [persönliche Mitteilung].

Niederhuber, M. (2018b, 09.05.2018). Prototypentest [persönliche Mitteilung].

Anhang



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Eigenständigkeitserklärung

Die unterzeichnete Eigenständigkeitserklärung ist Bestandteil jeder während des Studiums verfassten Semester-, Bachelor- und Master-Arbeit oder anderen Abschlussarbeit (auch der jeweils elektronischen Version).

Die Dozentinnen und Dozenten können auch für andere bei ihnen verfasste schriftliche Arbeiten eine Eigenständigkeitserklärung verlangen.

Ich bestätige, die vorliegende Arbeit selbständig und in eigenen Worten verfasst zu haben. Davon ausgenommen sind sprachliche und inhaltliche Korrekturvorschläge durch die Betreuer und Betreuerinnen der Arbeit.

Titel der Arbeit (in Druckschrift):

Dokumentation Gruppe 12

Verfasst von (in Druckschrift):

Bei Gruppenarbeiten sind die Namen aller Verfasserinnen und Verfasser erforderlich.

Name(n):

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Kiegrot

Madonna

Vorname(n):

Lena

Maiko

Leivos

Noah

Julia

Goede

Ich bestätige mit meiner Unterschrift:

- Ich habe keine im Merkblatt Zitier-Kritique beschriebene Form des Plagiats begangen.
- Ich habe alle Methoden, Daten und Arbeitsabläufe wahrheitsgetreu dokumentiert.
- Ich habe keine Daten manipuliert.
- Ich habe alle Personen erwähnt, welche die Arbeit wesentlich unterstützt haben.

Ich nehme zur Kenntnis, dass die Arbeit mit elektronischen Hilfsmitteln auf Plagiate überprüft werden kann.

Ort, Datum

Zürich, 1 Juni 2018

Unterschrift(en)

L. Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Strini

Friedel

Schnegg

Mancher

Julia Kiegrot

Madonna

Goede

Leivos

Noah

Maiko

Lena

Nachhaltigkeitsbeurteilung

1 Relevanzanalyse

1.1 Hintergrund und Ziele

Ziel dieser Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) ist es aufzuzeigen, ob die beiden kombinierten Massnahmen, die Exkursion für nachhaltiges Bauen und das Gravel-Grab Game, eine nachhaltige Wirkung auf das Bewusstsein der Studierenden der Umweltwissenschaften (UWIS) bezüglich Problemen im schweizerischen Bausystem haben. Parallel dazu soll erreicht werden, dass Fehlinformationen und damit zusammenhängende Vorurteile gegenüber alternativen Bauweisen durch korrekte Informationen ersetzt werden (Audergon, 2017). Unter der Berücksichtigung einiger im Folgeteil ausführlich diskutierten Annahmen wird beobachtet, ob diese Veränderungen einen nachhaltigen Effekt auf die schweizer Kies- und Baubranche haben.

Durch die Sensibilisierung von Studierenden und im Idealfall als Folge davon den Einbezug von Stakeholdern aus der Baubranche, soll nachhaltiger mit Kies umgegangen und vermehrt Recycling-Baustoffe (RC-Baustoffe) und modulare Bauweise eingesetzt werden.

Eine Nebenwirkung der Verbreitung von RC-Baustoffen und des Modulbaus ist der Rückgang an Kiesabbau. Dies hat zur Folge, dass der durch den Kiesabbau freiwerdende Platz in den Kiesgruben zurückgeht und deshalb weniger unverschmutzter Aushub abgelagert werden kann. Somit wird das Problem der Deponie-Knappheit durch die recycelten Baumaterialien und alternativen Bauweisen tendenziell verschärft (Gevecke et al., 2017).

1.2 Wirkungsabschätzung

Die Tabelle 1 zeigt, wie stark die Massnahmen auf ausgewählte Indikatoren gemäss MONET einwirken. Die beschriebene Einflussstärke stützt sich auf ein eigens entwickeltes Wirkungsgefüge, welches ausgewählte Elemente der Baubranche und ihre Wirkung aufeinander thematisiert. Das Wirkungsgefüge befindet sich im Anhang.

Tabelle 1: Einflussstärke der Massnahmen

Indikator (mit zugehörigem Postulat)	Einflussstärke der Massnahme
Bestand Kies-Ressourcen (16b)	Hoch
Wiederverwendungsquote (17a)	Mittel
Absatz der Modularbauteile (10b)	Mittel
Nachfrage Primärbeton (16b)	Hoch
Arbeitsplätze im Bausektor für Modularbau (13)	Mittel
Bildungsstand der Studierenden (7c)	Hoch

Tabelle 1 zeigt die Einflussstärke der beiden Massnahmen auf die sechs Indikatoren. Dabei signalisiert die grüne Farbe den ökologischen, die blaue Farbe den ökonomischen und die rote Farbe den sozialen Bereich. Diejenigen Indikatoren, die von beiden Massnahmen gleichermaßen beeinflusst werden, wurden mit einer hohen Einflussstärke bezeichnet, während diejenigen Indikatoren, welche hauptsächlich von einer Massnahme beeinflusst werden, mit einer mittleren Stärke beurteilt.

Jede Dimension der Nachhaltigkeit wurde jeweils mit einer mittleren und einer hohen Einflussstärke der Massnahmen beurteilt. Folglich ist für die kombinierten Massnahmen eine NHB durchzuführen.

1.3 Qualitative Beurteilung

Ein Zielkonflikt innerhalb der ökologischen Dimension entsteht, da bei Schonung der Kiesressourcen weniger Kiesgruben als Deponie für unverschmutzten Aushub zur Verfügung stehen. Es kann nicht angenommen werden, dass sich die Menge des Aushubs in Zukunft stark verringern wird. Es muss davon ausgegangen werden, dass wenn weniger Kiesgruben aufgefüllt werden können, vermehrt neue Deponien gebaut werden müssen (Gevecke et al., 2017).

Der Indikator «Nachfrage Primärbeton» der ökonomischen Dimension soll gemäss den Zielen der Massnahmen verkleinert werden. Die ökologische Folge davon ist die Schonung der Kiesressourcen. Wenn weniger Beton aus Primärkies hergestellt wird, hat dies auch Auswirkungen auf die wirtschaftliche und die soziale Ebene. Steigt die Nachfrage nach Modularbauteilen, müssen neue Arbeitsplätze geschaffen werden, da für Mehrproduktion auch mehr Arbeitskraft nötig ist. Ausserdem wird der BIP-Anteil des Kiesabbaus sinken, dafür wird derjenige des Sektors für RC-Beton und weitere alternative Baumaterialien steigen.

2 Wirkungsanalyse

2.1 Zweck der Analyse

Ziel des Verfahrens ist es, zu beurteilen, ob die entwickelten Massnahmen als nachhaltig zu bezeichnen sind. Es ist nicht möglich, eine Exkursion oder ein entwickeltes Spiel als isolierte Produkte bezüglich ihrer Nachhaltigkeit zu beurteilen. Es wird jedoch angenommen, dass sich durch die Durchführung der Exkursion inklusive des Spieles eine neue, veränderte Situation ergibt. Daher wird die veränderte Situation aufgrund der entwickelten Massnahmen analysiert. Beide Massnahmen konzentrieren sich darauf, UWIS zu sensibilisieren und zu informieren. Die vorliegende Analyse hat den Zweck, einen möglichen Einfluss der Massnahmen auf ein Gesamtsystem zu betrachten. Die Nachhaltigkeitsbeurteilung ist somit ein Mittel, die Nachhaltigkeit der Massnahmen in einem hypothetischen Idealfall, bei dem die gesamte Schweizer Baubranche beeinflusst wird, zu beurteilen.

2.2 Tiefenschärfe und Zeithorizont

Da schwierig abzuschätzen ist, wie stark die Durchführung der Exkursion die heutige Situation verändert, wird die NHB im Sinne einer Grobanalyse durchgeführt. Dies bedeutet, dass die auf die Exkursion zurückzuführenden Effekte stark vereinfacht und verstärkt dargestellt werden. Es wird dabei angenommen, dass die Exkursion seit zehn Jahren durchgeführt wird. Dadurch können mögliche Szenarien betrachtet und erfasst werden, die nur bei mehrjähriger Etablierung der Veranstaltung zu beobachten sind.

2.3 Methoden

Da die Massnahme Gravel-Grab Game Teil der Massnahme Exkursion ist, gilt die vorliegende Nachhaltigkeitsbeurteilung für beide erarbeiteten Massnahmen. Die Effekte der Massnahmen werden um ein Vielfaches verstärkt gewichtet, um auch weit vom Ansatzpunkt entfernte Effekte (indirekte Effekte) betrachten zu können. Es werden hypothetische Szenarien betrachtet, welche im direkten aber auch indirekten Zusammenhang mit wiederholter Durchführung der Exkursion stehen. Das Entwicklungsszenario beschreibt die angestrebte Entwicklung im Sinne der Nachhaltigkeit. Die hauptsächlich angewandte Methode ist somit die Szenarioanalyse wobei die Massnahme anhand der drei Nachhaltigkeitsdimensionen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt betrachtet wird. Dabei wird die veränderte Situation aufgrund der Massnahmen anhand von Indikatoren innerhalb der drei Dimensionen beurteilt. Die Be-

trachtung anhand von Indikatoren beurteilt die in Realität zu erwartende Veränderung und deren Nachhaltigkeit gegenüber dem hypothetischen Entwicklungsszenario. Ein Fazit schließt die Nachhaltigkeitsbeurteilung ab und soll die Frage nach der Nachhaltigkeit der neuen Situation beantworten

2.4 Systemgrenzen

Als Systemgrenze gilt einerseits der Hochbau in der Schweiz, andererseits beschränken wir uns auf einen Zeitraum von zehn Jahren. Indem mit einem zehnjährigen Bestehen der Exkursion gerechnet wird, können die auf das Bestehen dieser Exkursion zurückzuführenden Auswirkungen besser abgeschätzt werden.

2.5 Entwicklungsszenarien und Wirkungszusammenhänge

Markteffekte werden in diesem Entwicklungsszenario sehr vereinfacht dargestellt. So wird der Einfluss der Exkursion auf Trends in der Baubranche und somit auf das Marktgeschehen als sehr stark gewichtet um hypothetische Wirkungsketten besser darstellen zu können. Somit entsprechen die beschriebenen Einflüsse und Effekte einem hypothetischen Szenario im Idealfall und nicht der in Realität erwarteten Situation. Dieselben Annahmen gelten für Effekte betreffend dem veränderten Bildungsstand der Studierenden. Sämtliche aufgeführte Markteffekte sind als unsichere Effekte zu bezeichnen, da diese auf einen unverhältnismäßig starken Einfluss der Exkursion zurückzuführen sind und nur indirekt wirken können. In Relation dazu können Effekte der Exkursion auf UWIS als sichere Effekte bezeichnet werden, da die Massnahmen hierbei direkten Einfluss nehmen.

Durch zehnjähriges Bestehen der Veranstaltung, erhalten die Studierenden einen breiten Einblick in Probleme innerhalb der Baubranche, lernen aber auch Möglichkeiten kennen, diese zu verbessern. Das Gravel-Grab Game schafft einen ersten Überblick über das schweizerische Hochbausystem und macht auf verschiedene Probleme innerhalb der Systemdynamik aufmerksam. Die Exkursion bietet eine Informationsgrundlage und soll bestehende Vorurteile gegenüber alternativen Bauweisen revidieren. Die Besichtigung des NEST-Projektes zeigt, wie innovativ und variabel der Hochbau sein kann und, dass Alternativen qualitativ neben der herkömmlichen Bauweise bestehen können. Der Besuch bei der Alho Systembau AG zeigt die Effizienz und die Vorteile des Modularbaus. Den Studierenden wird somit die Motivation vermittelt, die bestehende Situation zu verändern, da die Relevanz verschiedener Problematiken veranschaulicht wird. Zudem werden ihnen die nötigen Informationen be-

reitgestellt, um Alternativen bezüglich ihrer Wirksamkeit zu beurteilen, aber auch um nach neuen, nachhaltigen Lösungen zu suchen. Dies führt dazu, dass ihrerseits mehr Vertrauen in neue Bauprodukte entgegengebracht wird. Dieser Einfluss erfolgt direkt, da gezeigt wird, dass innovative Techniken durchaus mit traditionellen Methoden konkurrieren können. Viele innovative Bauweisen, zu denen auch Modularbau und der Einsatz von RC-Beton gezählt werden können, gehen mit einem verminderten Bedarf an Primärkies einher, da vermehrt darauf geachtet wird, Bauteile wiederzuverwenden oder alternative Baumaterialien wie Holz, Pilzmycel, Lehm oder Kunststoffe zu verwenden. Haben die Studierenden mehr Vertrauen in diese Innovationen, werden sie diese Erkenntnisse mit in ihr Berufsleben nehmen, wo einige von ihnen in beratender Funktion mit der Baubranche in Kontakt kommen können. Dadurch wird bewirkt, dass auch das Vertrauen der Bauherren und Architekten verstärkt wird. Somit steht Vertrauen in neue Produkte und Bauweisen in direktem Zusammenhang mit der Nachfrage nach Primärkies; Werden vermehrt alternative und neue Techniken eingesetzt, geht die Nachfrage nach klassischer Bauweise, welche mit grossem Primärkiesverbrauch einher geht, zurück. Dies schont in direkter Weise die natürlichen Kiesressourcen (Gevecke et al., 2017). Der Umstand, dass durch eine grosse Menge anfallendes Aushubmaterial Kies abgebaut wird, ohne dass dieses in diesem Moment nachgefragt wird, wird nicht verändert. Ein dadurch ausgelöster allfälliger Preisverfall des Primärkieses wird in dieser NHB vernachlässigt, da dies nicht genau vorausgesagt werden kann. Eine Präferenzverschiebung in Richtung der alternativen Bautechniken und RC-Beton kann darauf zurückgeführt werden, dass StudienabgängerInnen erlerntes Wissen im Beruf einbringen. Wurden betreffende ehemalige StudentInnen in der Thematik "Nachhaltigkeit im Bausektor" geschult, wird die modulare Bauweise immer bekannter und es wird im Folgenden angenommen, dass dadurch die Nachfrage nach entsprechenden Bauprodukten ansteigt. Die gesteigerte Nachfrage und damit die größere Produktionsmenge an Baumodulen erfordern mehr Personal. Es werden neue Arbeitsstellen geschaffen um den gesteigerten Bedarf an Arbeitskräften zu decken.

2.6 Nachhaltigkeitsziele gemäss Dimensionen und Indikatoren

Da nicht alle bestehenden Indikatoren gemäss MONET die betrachteten Veränderungen beschreiben, wurden zusätzlich neue Indikatoren entsprechend der 20 Postulaten nach MONET erschaffen. Für die drei bestehenden Dimensionen (sozial, öko-

nomisch, ökologisch) der Nachhaltigkeit werden jeweils zwei Indikatoren betrachtet. Dem Kapitel angefügt ist eine Tabelle, die alle MONET-Postulate enthält.

Soziale Dimension

Die Exkursion wird hauptsächlich einen sozialen Effekt haben, da durch eine Teilnahme daran in erster Linie ein Mehrwert für die Studierenden entsteht. Unter der Annahme, dass sich dadurch der Bekanntheitsgrad von Modularbau und RC-Beton erheblich steigert und die Nachfrage nach dieser Bauweise steigt, können zudem Auswirkungen auf den Arbeits- und Stellenmarkt erwartet werden.

❖ Bildungsstand der Studierenden (Postulat 7c)

Studierende, die an der Exkursion teilnehmen, werden einen Einblick in das System der schweizer Baubranche erhalten und werden auf Probleme, die dieses System mit sich bringt, sensibilisiert. Dadurch entsteht die Motivation, das System zu verändern und vermehrt auf Alternativen zu setzen. Angenommen die Thematik stösst auf grosses Interesse kann erwartet werden, dass die Kenntnisse in diesem Bereich bis zu einer umfänglicher Kompetenz vertieft werden. Beim Eintritt der betreffenden StudentInnen ins Berufsleben können diese Kenntnisse je nach Laufbahn eingebracht werden. Der Bildungsstand der Bevölkerung würde direkt beeinflusst dadurch, dass sich die Studierenden zusätzliches Wissen aneignen, welches bisher nicht Teil des Studienprogrammes war. Indirekt wird der Bildungsstand der Bevölkerung beeinflusst, wenn die betreffenden StudentInnen jenes Wissen im Beruf anwenden und weitergeben.

Angestrebte Entwicklung: Zunahme

Beobachtete Entwicklung: Zunahme

❖ Arbeitsplätze im Bausektor für Modularbau (Postulat 13)

Angenommen durch einen erhöhten Bildungsstand der Studierenden erhöhe sich auch der Bildungsstand in der Baubranche, kann als Folge ein gesteigerter Bekanntheitsgrad der modularen Bauweise erwartet werden. Durch positive Vermarktung wird damit auch ein Anstieg in der Nachfrage nach dieser Bauweise verzeichnet werden können. Diese Veränderung in der Nachfrage bringt einen gesteigerten Bedarf an Arbeitskräften mit sich, da mehr Arbeitskraft aufgewendet werden muss, um einen größeren Output an Baumodulen zu generieren.

Angestrebte Entwicklung: Abnahme

Beobachtete Entwicklung: Keine Wesentliche Veränderung

Ökonomische Dimension

Wie im Abschnitt betreffend der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit beschrieben, kann angenommen werden, dass sich durch die Exkursion langfristig Auswirkungen auf ökonomischer Ebene zu erwarten sind.

- ❖ Absatz von Modularbauteilen (Postulat 10b)

Eine gesteigerte Bekanntheit der modularen Bauweise führt zu einer gesteigerten Nachfrage nach Modularbauteilen. Die Veränderte Nachfrage führt zu einem gesteigerten Absatz der betreffenden Produkte.

Angestrebte Entwicklung: Zunahme

Beobachtete Entwicklung: Keine wesentliche Veränderung

- ❖ Nachfrage nach Primärbeton (Postulat 16b)

Durch vermehrten Einsatz von Modularbauteilen können Häuserteile einfacher wiederverwendet werden. Dadurch und durch den gesteigerten Einsatz von RC-B verringert sich die Nachfrage nach Primärbeton, da für die Wiederverwendung keine neuen Baumaterialien benötigt werden (Gevecke et al., 2017).

Angestrebte Entwicklung: Abnahme

Beobachtete Entwicklung: Keine wesentliche Veränderung

Ökologische Dimension

Ist das Vertrauen in alternative Bauweisen und Baumaterialien grösser, kann eine Präferenzverschiebung in diese Richtung erwartet werden. Es kann folglich ein vermehrter Einsatz von RC-Beton, der Modularbausweise und anderer Alternativen wie der Wiederverwendung von Baumaterialien beobachtet werden.

- ❖ Bestand der Kies Ressourcen (Postulat 16b)

Muss dank vermehrtem RC-Beton Einsatz weniger Kies abgetragen werden, werden die natürlichen Kiesressourcen geschont.

Angestrebte Entwicklung: Stabilisierung

Beobachtete Entwicklung: Keine wesentliche Veränderung

❖ *Widerverwendungsquote (Postulat 17a)*

Verschiedene alternative und innovative Bauweisen beinhalten Elemente der Wiederverwendung. Beim Modularbau können ganze Baumodule beliebig wiederverwendet werden. Es können jedoch auch einzelne Bauteile wie z.B. Fenster ausgebaut und anschliessend neu eingebaut werden. Umfassendere Bekanntheit des Modularbaus und anderen Alternativen beeinflussen damit auch die Wiederverwendungsquote.

Angestrebte Entwicklung: Zunahme

Beobachtete Entwicklung: Keine wesentliche Veränderung

Postulate zur gesellschaftlichen Verantwortung

1 Allgemeiner Grundsatz	<p>a Jedes Mitglied der Gesellschaft hat das Recht auf ein menschenwürdiges Leben und auf die freie Entfaltung der Persönlichkeit. Demokratie, Rechtssicherheit und kulturelle Vielfalt sind gewährleistet.</p> <p>b Die individuellen Entfaltungsmöglichkeiten haben ihre Grenzen dort, wo die Menschenwürde gleichzeitig lebender anderer Individuen oder künftiger Generationen beeinträchtigt wird.</p>
2 Objektive Lebensbedingungen	<p>a Die Deckung der Grundbedürfnisse der Bevölkerung ist langfristig sicherzustellen. Bei der Deckung der darüber hinaus gehenden materiellen und immateriellen Bedürfnisse soll den Individuen ein angemessener Spielraum eingeräumt werden.</p> <p>b Die Gesundheit des Menschen soll geschützt und gefördert werden.</p> <p>c Ein menschenwürdiges Leben ist frei von Armut. Bedürftige Mitglieder der Gesellschaft erhalten Solidaritätsleistungen.</p>
3 Subjektive Lebensbedingungen	<p>a Die Lebenszufriedenheit und das Glück jetziger und künftiger Generationen werden respektiert und gefördert.</p> <p>b Der sozioökonomische Wandel und die Veränderungen der Umwelt dürfen nicht auf Kosten des physischen und psychischen Wohlbefindens des Individuums gehen.</p>
4 Verteilungsgerechtigkeit, Chancengleichheit	<p>a Niemand darf aufgrund irgendwelcher äußerer oder innerer Eigenschaften diskriminiert werden.</p> <p>b Jedes Mitglied der Gesellschaft soll dieselben Rechte und Chancen haben. Eine gerechtere Verteilung der Ressourcen ist anzustreben.</p> <p>c Die Integration von benachteiligten Bevölkerungsgruppen und Regionen ins wirtschaftliche, soziale, kulturelle und politische Leben soll gefördert werden.</p>
5 Stärkung des sozialen Zusammenhalts	<p>a In Anerkennung der Tatsache, dass die Funktionstüchtigkeit und die Überlebensfähigkeit der Gesellschaft wesentlich im solidarischen Handeln ihrer Mitglieder gründen, sollen der Austausch und die Verständigung zwischen Einzelnen und Gruppen gefördert werden.</p> <p>b Die soziale und politische Partizipation soll gefördert werden.</p>
6 Internationale Solidarität	<p>a In Entwicklungs- und Transitionsländern soll die Nachhaltige Entwicklung über die Armutsbekämpfung gefördert werden. Die Unterstützung soll in erster Linie den ärmeren Entwicklungsländern, Regionen und Bevölkerungsgruppen zugute kommen.</p> <p>b Das friedliche Zusammenleben der Völker und Nationen, die Achtung der Menschenrechte und demokratische Staatsstrukturen sollen gefördert werden.</p>
7 Entwicklung und Erhaltung des Humankapitals	<p>a Das kollektive Wissen und das soziokulturelle Erbe sind langfristig zu erhalten und zu vermehren.</p> <p>b Informationen sollen ungehindert fließen. Die freie Meinungsbildung und Meinungsäußerung sind zu gewährleisten.</p> <p>c Die Fähigkeit zu Aufnahme und Verarbeitung von Informationen soll gefördert werden.</p> <p>d Insbesondere Kinder und Jugendliche sollen in einem offenen, motivierenden und zukunftsgerichteten Umfeld leben können.</p>

Postulate zur wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit

8 Allgemeiner Grundsatz	<p>Wirtschaftliches Handeln soll individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisse effektiv und effizient befriedigen. Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind so zu gestalten, dass sie die persönliche Initiative fördern und dabei das Eigeninteresse in den Dienst des Gemeinwohls stellen, damit das Wohlergehen der derzeitigen und künftigen Bevölkerung gesichert ist.</p>
-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

9 Wirtschaftssystem	<p>a Die Güterallokation soll grundsätzlich auf freien Märkten erfolgen. Bei Marktversagen oder bei Gütern mit überwiegend öffentlichem Interesse (meritorischen Gütern) sind Eingriffe in den freien Markt gerechtfertigt.</p> <p>b Die Preise sollen die Knappheit der natürlichen Ressourcen und Senken widerspiegeln sowie die externen Kosten enthalten. Das Verursacherprinzip soll (ausgenommen bei meritorischen Gütern) konsequent angewendet werden.</p> <p>c Bei Eingriffen ins Marktgeschehen soll in erster Linie auf marktwirtschaftliche Instrumente zurückgegriffen werden.</p>
10 Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit	<p>a Die ökonomische Leistungsfähigkeit einer Gesellschaft und ihr Produktiv-, Sozial- und Humankapital müssen über die Zeit zumindest erhalten werden. Sie sollen nicht bloss quantitativ vermehrt, sondern vor allem auch qualitativ ständig verbessert werden.</p> <p>b Die Rahmenbedingungen des marktwirtschaftlichen Systems sollen so gestaltet werden, dass Innovationen angeregt und funktionsfähige Märkte aufrechterhalten beziehungsweise verbessert werden. Die Wettbewerbsfähigkeit und die Standortqualität sollen erhalten und gefördert werden.</p> <p>c Forschung und Entwicklung, welche die Nachhaltige Entwicklung unterstützen, sollen gefördert werden.</p> <p>d Die Verschuldung der öffentlichen Haushalte darf nur so weit erfolgen, als sie die Möglichkeiten künftiger Generationen, individuelle und gesellschaftliche Bedürfnisse zu decken, nicht gefährdet.</p>
11 Flexibilität und Stabilität	<p>a Die Rahmenbedingungen des marktwirtschaftlichen Systems sollen so gestaltet werden, dass sich langfristige Orientierung lohnt und der gesellschaftliche Wandel, der zur Anpassung an die zukünftigen Erfordernisse nötig ist, erleichtert wird. Neue Massnahmen sollen voraussehbar sein.</p> <p>b Die Geschwindigkeit respektive die Langsamkeit von Veränderungen der Rahmenbedingungen des wirtschaftlichen Systems dürfen den sozialen Frieden nicht gefährden.</p>
12 Produktion und Konsum von Gütern und Dienstleistungen	<p>a Die von Produktionsbetrieben ausgehenden Umweltbelastungen und -risiken sollen minimiert, die Energie- und Materialflüsse optimiert werden.</p> <p>b Der Konsum von Gütern und Dienstleistungen soll möglichst umweltverträglich und sozial gerecht sein.</p> <p>c Innerhalb und ausserhalb von Produktionsbetrieben soll Information (bspw. mit Umweltmanagementsystemen) bereitgestellt werden, um möglichst nachhaltige Produktion und nachhaltigen Konsum zu ermöglichen.</p>
13 Beschäftigung	Das wirtschaftliche System soll Personen, welche eine Erwerbstätigkeit wünschen, eine sinnstiftende Arbeit ermöglichen, mit der sie ihren Lebensunterhalt bestreiten können.
14 Internationaler Handel	<p>a Das multilaterale Handelssystem soll die Anliegen eines schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen berücksichtigen und Technologien für eine effiziente Nutzung ökologischer Ressourcen und die soziale Gerechtigkeit fördern.</p> <p>b Das multilaterale Handelssystem soll die Deckung der individuellen und gesellschaftlichen Bedürfnisse einer Nation fördern, ohne dass dadurch die Bedürfnisdeckung in anderen Nationen verschlechtert wird.</p>

Postulate zur ökologischen Verantwortung

15 Allgemeiner Grundsatz	<p>a Die natürlichen Lebensgrundlagen sollen langfristig erhalten und bestehende Schäden behoben werden.</p> <p>b Die Natur muss in ihrer dynamischen Vielfalt erhalten bleiben.</p>
16 Ressourcenverbrauch	<p>a Der Verbrauch erneuerbarer Ressourcen ist unter dem Regenerationsniveau zu halten.</p> <p>b Der Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen ist unter dem Entwicklungspotenzial von erneuerbaren Ressourcen zu halten.</p>
17 Stoffe und Abfälle	<p>a Die Belastung der Umwelt durch abbaubare Abfälle und Emissionen ist zu minimieren. Die Verschmutzung soll die Absorptionsfähigkeit der Ökosysteme keinesfalls übersteigen.</p> <p>b Die Emission nicht abbaubarer Schadstoffe in die Umwelt soll wenn immer möglich verhindert werden.</p>
18 Risiken	<p>a Jede Beeinträchtigung der Natur soll soweit kompensiert werden, dass die Erhaltung der biologischen Vielfalt sowie die Qualität und Kontinuität der Ökosysteme gewährleistet bleibt.</p> <p>b Unfallrisiken mit grossräumigen Auswirkungen auf Mensch und Biosphäre sind nur so weit zulässig, als sie auch beim grössten möglichen Schadensereignis keine dauerhaften Schäden über eine Generation hinaus verursachen.</p> <p>c Schweren oder irreversiblen Umweltschäden soll vorgebeugt werden, auch wenn noch keine absolute wissenschaftliche Sicherheit bezüglich des effektiven Risikos besteht.</p>
19 Geschwindigkeit von Veränderungen	Das Zeitmass anthropogener Eingriffe in die Natur muss im ausgewogenen Verhältnis zum Zeitmass der für das Reaktions- und Regenerationsvermögen der Umwelt relevanten natürlichen Prozesse stehen.
20 Natur- und Kulturlandschaft	Die Gestaltung des natürlichen Lebensraumes des Menschen muss sich von der Idee der Menschenrechte leiten lassen. Die Würde des Menschen verlangt eine lebenswerte Natur- und Kulturlandschaft.

Tabelle 2: Postulate gemäss MONET (BFS, 2002)

3 Beurteilung und Optimierung

3.1 Beurteilung

Die bestehende Problemlage, die durch die Massnahmen beeinflusst wird, besteht im Bereich der fehlenden Sensibilisierung der Gesellschaft bezüglich der Ressourcenknappheit. Genau betrachtet wird die Tatsache, dass keine Motivation besteht, die heutige Situation in der schweizer Hochbau Branche zu verändern, insbesondere weil zum jetzigen Zeitpunkt noch kein Problemdruck herrscht. Ein weiteres Problem besteht darin, dass vielfach falsche Vorstellungen und Informationen bezüglich alternativen Bauweisen kursieren (Audergon, 2017). Da viel Aufklärungsarbeit in diesem Bereich betrieben wird und Projekte wie das NEST entstehen, kann eine Trendentwicklung erwartet werden, welche mit der herkömmlichen Bauweise konkurriert. Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein wird in der Gesellschaft immer stärker thematisiert und es findet vermehrt eine Sensibilisierung der Bevölkerung im Bereich Abfall statt. Dass diese Sensibilisierung auch auf den Bereich der Bauabfälle ausgeweitet wird ist zu erwarten und würde die Ausgangssituation positiv verändern. Trotz diesen zu erwartenden Trendentwicklungen liegt eine Lastverschiebung auf die Zukunft vor. Die Kiesressourcen der Schweiz werden bei unveränderter Nutzung für 40 weitere Jahre ausreichen (Grundlehner, 2012). Wie zu einem späteren Zeitpunkt gebaut werden soll, ist heute noch unklar. Das Problem liegt darin, dass heute keine direkten Konsequenzen ersichtlich sind und die Lösungsfindung auf die Zukunft verlegt wird. Ohne einen akuten Problemdruck ist kaum Motivation erkennbar, das aktuelle System zu verändern.

3.2 Optimierung

Die Effekte welche von der Exkursion und dem Gravel-Grab Game ausgehen, betreffen in erster Linie UWIS, da die Veranstaltung nur Teil dieses Studienganges sein wird. Dies schränkt die Zielgruppe, welche direkt durch die Massnahmen beeinflusst wird stark ein, macht jedoch eine Umsetzung der Massnahmen in diesem Rahmen realistisch. Die Inhalte der Exkursion sowie die damit angestrebten Lernziele passen nicht nur zum Fachwissen und durch das Studium erworbenen Qualifikationsprofil eines Umweltnaturwissenschaftlers; auch zukünftige ArchitektInnen, IngenieurInnen und UmweltingenieurInnen würden davon profitieren, im Bereich der alternativen Bauweisen geschult zu werden. Die entwickelte Exkursion und das Gravel-Grab Game sind ein Pilotprojekt, das sich im jetzigen Stadium aus Gründen der Realisierbar-

keit ausschliesslich an den Studiengang der Umweltnaturwissenschaften richtet, hat jedoch durchaus das Potential, an weitere Studiengänge angepasst zu werden. Grundsätzlich kann die Exkursion auch in ihrer jetzigen Form für weitere Studiengänge angeboten werden. Um auch andere Institutionen mit unseren Massnahmen zu erreichen, müssten diese noch optimiert werden, damit ein Lernerfolg der neuen Zielgruppe sichergestellt wird. Um eine solche Optimierung zu erreichen, müssen die Lehrpläne der jeweiligen Studiengänge mit einbezogen werden.

Richtet sich die Exkursion und das Spiel auch an andere Studiengänge, vergrössert sich die Zielgruppe. Es wird eine breitere Masse an Stakeholdern direkt beeinflusst und dazu motiviert, die bestehende Situation des schweizer Hochbaus zu verändern. Dies ist insbesondere von Bedeutung, wenn Studierende des D-ARCH zur Zielgruppe gehören, da diese StudienabgängerInnen im späteren Berufsleben den grössten Einfluss auf die Auswahl von Baumaterialien haben (Kaufmann, Maier, Scheiwiller, Strini, & Wiklund, 2017).

3.3 Ergebnisse

Nachdem im beschriebenen Entwicklungsszenario der hypothetische Idealfall beschrieben wurde, werden anhand der Indikatoren die tatsächlichen Auswirkungen der Massnahmen kritisch beurteilt.

Tabelle 3: Angestrebte und beobachtete Entwicklungen gemäss dem MONET Bewertungssystem

Dimension	Indikator	Angestrebte Entwicklung	Beobachtete Entwicklung	Zusammenfassung
sozial	Bildungsstand der Studierenden			
	Arbeitsplätze im Bausektor für Modularbau			
ökonomisch	Absatz von Modularbauteilen			
	Nachfrage Primärbeton			
ökologisch	Bestand Kiesressourcen			
	Widerverwendungsquote			

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass bis auf eine Ausnahme alle Indikatoren unverändert bleiben. Die im Entwicklungsszenario beschriebenen Veränderungen sind im Sinne der Nachhaltigkeit sehr wünschenswert, werden aber aufgrund der Massnahmenumsetzung mit UWIS nicht eintreten, denn das direkt beeinflusste Publikum ist zu klein, um derart grosse Entwicklungen nach sich zu ziehen. Im Einzelfall können Veränderungen zu Entwicklungen in Richtung besserer Nachhaltigkeit führen, der Effekt wird im Gesamtssystem jedoch nicht abgebildet werden. Fälle, in denen keine

Veränderungen eintreten sind zu häufig, als dass positive Veränderungen die Gesamtentwicklung beeinflussen würden. Der Indikator "Bildungsstand der Studenten" wird sich jedoch positiv entwickeln, da durch die Exkursion Studierende direkt geschult werden. Sie haben Zugang zu zusätzlicher Information und eignen sich zusätzliches Wissen an. Der Bildungsstand von UWIS bezüglich nachhaltiger Bauweise wird hierdurch also verändert. Natürlich sind die betroffenen Personen nur ein Bruchteil der Bevölkerung, deren Bildungsstand im MONET-System angesprochen wird. Trotzdem ist es wichtig, diese Veränderung in dem betrachteten Rahmen aufzuführen.

Als wichtiges Ergebnis kann die Unterscheidung von theoretischen, also der angestrebten Entwicklung, zur beobachteten Entwicklung erwähnt werden. Die im Entwicklungsszenario beschriebenen theoretischen Veränderungen zeigen die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Akteuren, Institutionen und Mechanismen, die indirekt beeinflusst werden. Das Verständnis dieser Dynamik veranlasst dazu, einen Schritt weiter zu denken und das Potential von veränderten Lehrmitteln und Bildungskonzepten zu erkennen. Die in Realität zu erwartende Entwicklung ist zwar klein, sollte jedoch nicht unterschätzt werden. Der Einfluss von StudentInnen auf bestehende System ist zum jetzigen Zeitpunkt gering, wird aber in Zukunft von Bedeutung sein, wenn diese in die Berufswelt eintreten und Erlerntes in ihre Arbeit einbringen.

Dieser positive Effekt würde sich zudem verstärken, wäre das Zielpublikum grösser. Würde die Exkursion und das Spiel in verschiedenen Studiengängen durchgeführt werden, können die Massnahmen als nachhaltiger bezeichnet werden, als wenn nur UWIS damit erreicht werden. Abschliessend kann festgehalten werden, dass die Massnahmen eine nachhaltige Wirkung auf das System haben wenn sie ein grosses Zielpublikum erreichen und über einen langen Zeitraum (mind. 10 Jahre) wirken.

Es ist wichtig anzumerken, dass keine exakte Nachhaltigkeitsbeurteilung vorliegt. Um wissenschaftlich korrekte Aussagen bezüglich der Nachhaltigkeit der Massnahme machen zu können müssten Daten erfasst und ausgewertet werden, was ein mehrjähriges durchführen der Exkursion voraussetzt. Ebenfalls ist anzumerken, dass innerhalb dieser Beurteilung mit starken Vereinfachungen gearbeitet wurden und die NHB deshalb nicht als signifikant zu bezeichnen ist.

4 Referenzen

Alle nicht zitierten Aussagen stammen aus Vorlesungen im Rahmen von UPL I und UPL II oder aus mündlicher Kommunikation mit Vorlesungsverantwortlichen (Binbin Pierce, Christian Pohl, Lisette Senn und Pius Krütli).

BFS. (2002). Quelle: Nachhaltige Entwicklung messen: Einblick in MONET – das Schweizer Monitoringsystem.

Gevecke, A., Illmer, D., Mégroz, J., Pettersson, F., Steinegger, L., & Stübi, N. (2017). Teilanalyse ökonomische Gruppe 3, Baustoffrecycling aus ökonomischer Sicht.

Grundlehner, W. (2012, 09.02). Eine Schweizer Traditionsindustrie mit Problemen. Neue Zürcher Zeitung. Abgerufen von https://www.nzz.ch/eine_schweizer_traditionsindustrie_mit_problemen-1.14895999

Audergon, L. (2017, 25.11.). Akteur-Steckbrief-Markt bei Exkursion in Dällikon [persönliche Mitteilung].

Kaufmann, A., Maier, A., Scheiwiller, M., Strini, L., & Wiklund, K. (2017). Teilanalyse Stoffflussanalyse und Ökobilanz, Gruppe 2.

Auswertung der Umfrage zu den integrierten Exkursionen

Um herauszufinden, ob die Exkursion *Nachhaltigkeit im Bausektor* bei den Studierenden der Umweltnaturwissenschaften (UWIS) überhaupt auf Interesse stösst und genügend StudentInnen teilnehmen würden, wurde eine Online-Umfrage gestaltet. In der Umfrage waren die Beschreibungen von den bereits existierenden integrierten Exkursionen und dazu noch diejenige von unserer Exkursion zum Thema nachhaltiges Bauen aufgeführt. Die Teilnehmenden mussten beim Ausfüllen der Umfrage ihre Prioritäten für die Exkursionen angeben, welche sie am Liebsten besuchen würden. Dabei war 1 die erste Priorität und 9 die letzte. Die TeilnehmerInnen konnten keine Aufgaben überspringen und mussten bei allen Exkursionen eine andere Priorität angeben. Ausserdem wurde nirgends erwähnt, dass nachhaltiges Bauen der Hintergrund und die Motivation zu Umfrage bildete. Damit wurde versucht subjektive Beantwortungen auszuschliessen.

Die Zielgruppe wäre idealerweise die zukünftigen UWIS gewesen, da sie noch keine der integrierten Exkursionen besucht haben und sich vermutlich nicht mit nachhaltigem Bauen intensiv auseinandergesetzt haben. Leider waren ihre Email Adressen nicht zugänglich. Am nächst besten wären die UWIS aus dem dritten Jahr gewesen, da auch diese sich weder mit Kies noch nachhaltigem Bauen auseinandergesetzt haben. Als jedoch nur eine Person die Umfrage ausgefüllt hat, wurde beschlossen, den Link zur Umfrage auch in den Sympaverteiler der UWIS im ersten und zweiten Jahr zu stellen.

Der Link war vom 08.05.18 bis zum 24.05.18 aktiv. In dieser Zeit haben 24 Personen die Umfrage ausgefüllt. Im Durchschnitt wurde der Exkursion *Nachhaltigkeit im Bausektor* die Priorität 4.54 gegeben, also die beste Wertung von allen neun Exkursionen, knapp gefolgt von *Jura, Molasse oder Moräne?* mit der durchschnittlichen Priorität von 4.63. Es folgt eine Tabelle mit allen Ergebnissen.

Beantwortet: 24 Übersprungen: 0

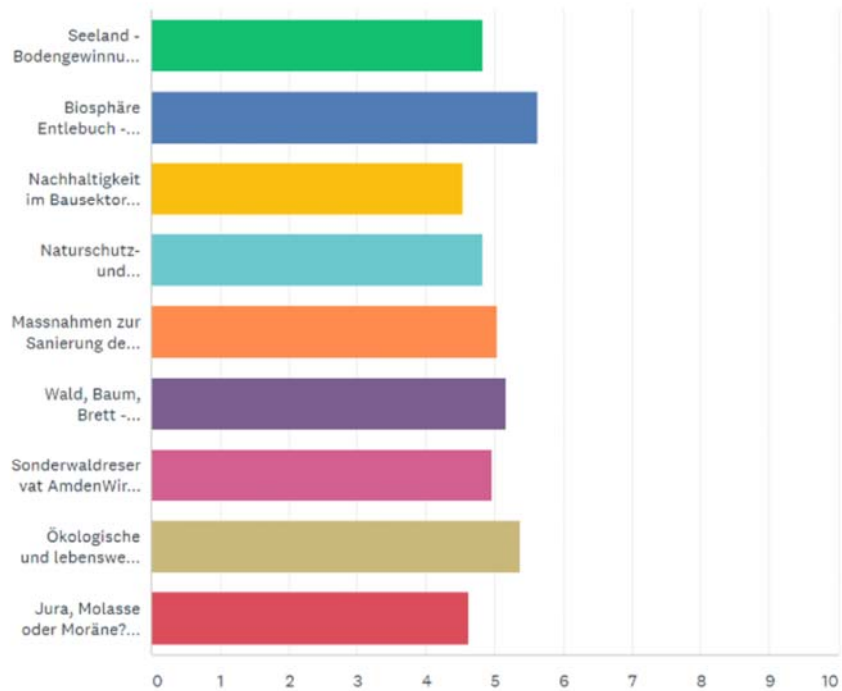


Abbildung 1: Präferenzverteilung der UmfrageteilnehmerInnen


Bei näherer Betrachtung der untenstehenden Tabelle sieht man jedoch, dass nur zwei Personen zur Exkursion *Nachhaltigkeit im Bausektor* die erste Priorität angegeben haben und sogar fünf Personen, also 21% der Teilnehmenden, ihr die letzte Priorität zugewiesen haben.

Tabelle 1: Genauere Präferenzverteilung der TeilnehmerInnen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nachhaltigkeit im Bausektor - Modulares Bauen und	8,33% 2	4,17% 1	16,67% 4	12,50% 3	8,33% 2	8,33% 2	16,67% 4	4,17% 1	20,83% 5	24

Dank der Umfrage kann nun jedoch davon ausgegangen werden, dass Interesse für die Exkursion besteht und sie mit mehr als der Mindestteilnehmerzahl durchgeführt werden könnte.

Exkursionsprogramm

<p>1</p> 	<p>Nachhaltigkeit im Bausektor – Modulares Bauen & Recyclingbeton</p>	<p>1-12</p>
<p>Studiengang</p>	<p>2. Semester Bachelor UMNW</p>	
<p>Datum</p>	<p>xx.xx.2019</p>	
<p>Angemeldete Teilnehmer</p>		
<p>Maximale Teilnehmerzahl</p>	<p>24</p>	
<p>Minimale Teilnehmerzahl</p>	<p>6</p>	
<p>Beschreibung</p>	<p>Aushub- und Ausbruchmaterial bilden in der Schweiz den grössten Teil der Abfallmenge.² Dies erfordert ein grosses Deponievolumen, welches aktuell zu 70% aus ehemaligen Kiesgruben besteht.³ Die moderne, komplexe Bauweise wird in Zukunft zusätzlich eine Erhöhung der Nachfrage nach Deponieflächen verursachen, da die verwendeten Materialien sich nur mit grossem Aufwand trennen und anschliessend recyceln lassen. Um Platz auf der Deponie zu schaffen wird somit immer mehr der knappen Ressource Kies abgebaut. Zudem werden mehr und mehr Gebäude abgerissen, weil sie aktuellen Anforderungen nicht mehr entsprechen. Dies verschärft das Problem der Deponieknappheit, denn bereits heute besteht in den schweizerischen Deponien Platzmangel.³ Es bestehen verschiedene Ansätze, die auf einen nachhaltigeren Umgang mit der Ressource Kies abzielen. Dazu zählt die Verwendung von Recyclingbeton genauso wie das Konzept des Modularbaus. Letzteres führt im Vergleich zum klassischen Häuserbau dank einfacherer Trennbarkeit, zu weniger Bauabfall.</p> <p>Um uns mit den Problemen im Kieskreislauf vertraut zu machen, spielen wir zum Einstieg das interaktive von UWIS Studenten Entwickelte Gravel-Grab-Game. Anschliessend werden wir von Roland Bertschi durch die Kiesgrube der Hauriseon AG geführt. Dabei bildet der Kieskreislauf aus der Sicht eines Kiesabbauunternehmens den Schwerpunkt, wobei sowohl Kiesabbau als auch die Aufbereitung von Primärkies beleuchtet wird.</p>	

	<p>In der Fertigungsanlage der Alho Systembau AG in Wikon wird uns Christoph Zielinski Benedikt Neuhoeffler in das Konzept des Modularbaus einführen, Techniken sowie Vorteile dieser Baualternative vorstellen.</p> <p>Die Besichtigung des NEST Projektes der Empa zeigt uns eine Möglichkeit, Modularbau und Recycling zu kombinieren. Anhand dieses innovativen Projektes, welches eine komplett Trennbare Modulareinheit enthält, kann das recyclingpotential und die Einsatzgebiete verschiedener Materialien diskutiert werden.</p>	
Lernziele	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ können erklären warum Bauabfälle eine große Umweltbelastung darstellen ▪ können mehrere Probleme im heutigen Bau und Deponiesystem aufzeigen ▪ kennen den Modularbau als eine mögliche Lösung und kennen Vor und Nachteile dieser Bauweise ▪ kennen alternative Baumaterialien und innovative Ideen für Bau- und Konstruktionsweisen 	
Programm	7.00	Abfahrt Zürich HB ab Busbahnhof mit Reiseocar. Begrüssung und Tagesablauf im Car durch Exkursionsleitung
	8:00	Eintreffen beim Waldhaus Seon. Begrüssung, Gruppeneinteilung, Organisation des Gravel-Grab-Spieles durch Exkursionsleitung.
	8:15	Spielbeginn mit Anschliessender Diskussion. Dabei wird der Modularbau als Baualternative vorgestellt.
	10:30	Weiterfahrt Richtung Hauriseon Kiesgruben und Transportsystem AG in Seon.
	11:00	Begrüssung und Einführung durch Roland Bertschi HAURI AG. Führung der Anlage. Kieskreislauf (Kiesabbau und Aufbereitung, Besichtigung Inertstoffdeponie)
	12:00	Rückfahrt zum Waldhaus Seon und anschliessendes Mittagessen.
	13:30	Weiterfahrt Richtung Fertigungswerk der Alho Systembau AB bei Wikon
	14:00	Begrüssung und Einführung durch Christoph Zielinski und Benedikt Neuhoeffler. Anschliessende Führung durch die Fertigungsanlage Herstellung Modularbauteile (Verbundtechniken, Dämmung), universelle Kombinierbarkeit und Erweiterungsmöglichkeiten durch Modularbau, autonome Modulareinheiten, Modularbauteile auf der Baustelle
	15:30	Weiterfahrt Richtung Dübendorf bei Zürich

	16:30	Begrüssung durch Stephan Kälin Zuständiger für Kommunikation und Medien für das NEST-Projekt EMPA. Führung und Besichtigung des NEST Projektes insbesondere der «Urban Mining and Recycling» Unit. Innovatives Bauen (Forschung, Modularbau und Recycling, nachhaltiges Bauen, Wiederverwendung und Recycling einzelner Materialien, Wiederverwendungs- und Lebenszyklen)
	17:30	Rückfahrt nach Zürich – Ankunft ca. 18.00
Exkursionsleitung ETH	Noah Manohar, Maïke Friedel, Lena Strini, Laura Schnegg, Gioelle Madonna, Julia Mégroz	
Exkursionsbegleitung ETH	Monika Niederhuber	
Exkursionsbeteiligte vor Ort	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Roland Bertschi Mitglied der Geschäftsleitung Hauriseon AG ▪ Christoph Zielinski, Geschäftsführer Alho AG und Benedikt Neuhoefter, Kontakte Alho AG ▪ Stephan Kälin, Kommunikation und Medien NEST EMPA 	
Treffpunkt und Hinfahrt	6:45 Carparkplatz Sihlquai Zürich, beim Wartehäuschen 07:00 Abfahrt Car Richtung Seon	
Rückfahrt	17.30 ab Dübendorf bei Zürich. Ankunft ca. 18.00 Zürich Hauptbahnhof (je nach Verkehr)	
Mittagessen	Die Teilnehmer bringen ein Picknick mit	
Ausrüstung (mitnehmen)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ wetterangepasste Kleidung ▪ Sonnenschutz ▪ Wanderschuhe ▪ Schreibzeug 	
Allgemeine Teilnahmebedingungen	Sind auf der Moodle Lernplattform publiziert: (Link)	
Versicherung	Ist Sache der Teilnehmenden!	

Systemanalyse

1 Ziel

In dieser Analyse werden die wichtigsten Elemente des Baustoffsystems als Variablen und ihren Beziehungen dargestellt. Das Systembild zeigt, welchen positiven oder negativen Einfluss die Veränderung einer oder mehrerer Variablen auf die anderen Variablen, sowie auf das ganze System hat. Die Analyse des Systembilds soll die Auswirkungen der in dieser Arbeit entwickelten Massnahmen Exkursion und Planspiel überprüfen: Es muss ersichtlich sein, welche Variablen von den Massnahmen beeinflusst werden. Mögliche Loops, welche den Effekt einer Massnahme im System verstärken oder schwächen müssen gefunden werden. Somit soll die Effektivität der Massnahmen sichergestellt und ihre Wahl an erster Stelle begründet werden können.

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf drei Hauptaspekten: Einerseits zeigt das System die bautechnischen Variablen, andererseits wird Gewicht auf die Aspekte der Bildung, der Forschung und des Wissens, sowie den Stofffluss von Kies und Aushub gelegt.

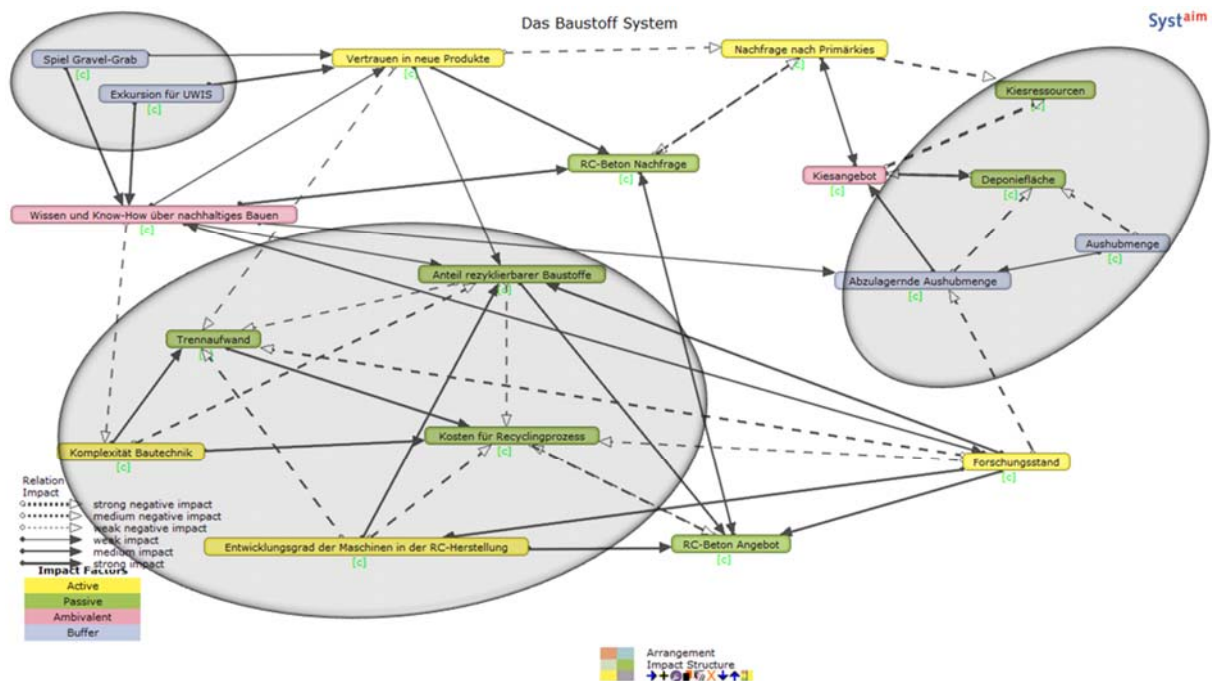


Abb. 1: Systembild (Friedel, Manohar, & Madonna, 2018).

2 Beschreibung der Variablen

In diesem Abschnitt werden die Variablen in ihrem Zusammenspiel untereinander beschrieben. Auf den Variablenblättern, die dieser Analyse im Anhang folgen, sind die Variablen nochmals einzeln beschrieben, mitsamt Ausprägungen und Indikatoren.

Die fünf technischen Variablen (Abb. 1, unten links) sind: *Anteil rezyklierbarer Baustoffe*, *Trennaufwand*, *Kosten für Recyclingprozess*, *Entwicklungsgrad der Maschinen in der RC-Herstellung* und *Komplexität der Bautechnik*. Diese bilden ein kleines Untersystem, welche nur auf das *RC-Beton Angebot* einen direkten Einfluss haben. Mit Untersystem ist gemeint, dass sie verstärkte Interaktion untereinander haben. Die Komplexität der Bautechnik und der Entwicklungsgrad der Maschinen sind im Untersystem aktive Variablen und beeinflussen den Anteil rezyklierbarer Baustoffe. Diese drei Variablen beeinflussen den Trennaufwand und alle vier haben Einfluss auf die Kosten des Recyclingprozesses.

Dieses Untersystem wird von folgenden drei Variablen beeinflusst: *Forschungsstand* (Abb. 1, unten rechts), *Vertrauen in neue Produkte* und *Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen* (Abb. 1, oben links). Der Forschungsstand wird von Variablen beeinflusst, wie Politik und finanzielle Investitionen, welche hier nicht berücksichtigt werden, weil sie zu weit weg vom Ziel des Systembilds sind. Sie werden von keinen anderen Variablen dieses Systems beeinflusst. Die anderen zwei Variablen sind komplexe psychologische Variablen, die die durchschnittliche Mentalität und die Kenntnisse von vielen Individuen darzustellen versucht. Es braucht daher viel Zeit, um sie zu verändern. Sie sind sehr wichtig im System, weil sie langfristig das Potential haben, eine starke Veränderung des Systems und der Situation zu bewirken. Mehr dazu in der Auswertung der Analyse.

Die *Aushubmenge*, *Kiesressourcen*, *Deponiefläche* und *Abzulagernde Aushubmenge* (Abb. 1, oben rechts) zeigen das Problem der Aushubablagerung und Kiesherstellung in den Deponien, bzw. Kiesgruben, und die Übernutzung des Kieses. Das heisst: Kies wird abgebaut, um Platz für den Aushub zu schaffen. Der Aushub wird dann in der Kiesgrube gelagert, die also als Deponie fungiert. Das bringt dem Kiesgrubenbesitzer am meisten Ertrag. Somit wird viel Kies angeboten und die Preise bleiben sehr tief. Schlussendlich wird die Konkurrenz zwischen Primär- und RC-Beton erhöht (Gevecke et al., 2017).

Die anderen vier Variablen sind Nachfrage und Angebot von RC-Beton (Abb. 1, oben und unten mitte Bild) und Primärkies (Abb. 1, links oben). Sie stellen den Markt dar, mit seinen ökonomischen Beziehungen und dem Handel von Ressourcen. Sie beeinflussen sich selbst und durch *Nachfrage und Angebot von Primärkies* die Variable *Kiesressourcen*.

Die *Exkursion für UWIS* und das *Spiel Gravel-Grab* (Abb. 1, oben links) sind die zwei Massnahmen-Variablen.

3 Auswertung der Analyse

In dem mit SystemQ erstellten Systembild werden die Probleme der Übernutzung der Kiesressourcen und indirekt über die *Komplexität der Bautechnik* und *den Anteil rezyklierbarer Baustoffe* die grossen Bauabfallmengen dargestellt. Die Zielwirkung im System ist es, einerseits die Kiesressourcen zu schonen und andererseits eine ökologischere Bauweise mit weniger Bauabfall und -Abbruch zu fördern.

Das System wird am stärksten von technischen Verbesserungen in die gewünschte Richtung bewegt, nämlich durch die Variablen *Forschungsstand* und *Komplexität der Bautechnik*. Die im Rahmen dieser Lehrveranstaltung verfügbaren Ressourcen reichen jedoch nicht aus um einen Fortschritt im technischen Bereich zu bringen. Ausserdem setzen sich heute schon Experten mit der Forschung und Recherche in diesem Gebiet auseinander: Beispielsweise die EMPA mit dem NEST oder Philipp Noger im Amt für Hochbau und nachhaltiges Bauen.

Deshalb zielen die gewählten Massnahmen *Exkursion für UWIS* und *Spiel «Gravel-Grab»* eher auf eine Wissenserweiterung und Mentalitätsveränderung von systemrelevanten Stakeholdern (siehe Beschreibung der *Exkursion für UWIS* und dem *Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen* auf den Variablenblättern) ab. Indem auf die Probleme aufmerksam gemacht wird, werden die Stakeholder motiviert, ihr teils neu erlangtes Wissen zu gebrauchen. Dies ist durch die Variablen *Vertrauen in neue Produkte* und *Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen* ersichtlich. Eine positive Veränderung dieser Variablen senkt die *Nachfrage nach Primärkies* und erhöht die *RC-Beton Nachfrage*, indem falsche Vorstellungen bezüglich neuen Produkten und RC-Beton klargestellt werden. Somit werden die Kiesressourcen geschont. Dadurch, dass die Stakeholder auf die Problematik aufmerksam gemacht werden und Ideen für alternative Baumethoden und -Materialien erhalten, wird die *Komplexität der Bautechnik* und der *Trennaufwand* beim Rückbau verringert und der *Anteil an*

rezyklierbaren Baustoffen in Gebäuden erhöht. Dies verringert schlussendlich die Mengen an Bauabfall und -Abbruch. Eine positive Veränderung von *Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen* erhöht auch den *Forschungsstand* ein wenig; da mehr Personen über die Problematik bescheid wissen, wird es wahrscheinlicher, dass mehr in diese Richtung geforscht wird.

4 Loops

Es gibt keine signifikanten Loops im System, welche eine gewünschte Wirkung der Massnahmen abschwächen würde. Manche Variablen stabilisieren sich gegenseitig, wie das *Kiesangebot* und die *Deponiefläche* (Abb. 2, oben links): Wenn viel Kies bereits abgebaut wurde, hat man viel Deponiefläche zur Verfügung. Da vorerst genug Platz für Aushub existiert, muss kein weiterer Kies abgebaut werden und die Deponiefläche schrumpft nach einiger Zeit wieder. Was etwas schwieriger in dieser Grafik zu erkennen ist, ist dass der Einfluss der *Aushubmenge* auf die Deponiefläche grösser als der Einfluss des Kiesangebotes ist; somit wird der stabilisierende Effekt abgeschwächt. Einen hochschaukelnden Effekt gibt es beispielsweise zwischen dem *Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen* und dem *Forschungsstand*. Dieser ist jedoch auch schwach, da die Variablen nur geringen Einfluss aufeinander haben. Zwischen den *Kosten für den Recyclingprozess*, *RC-Beton Angebot und Nachfrage*, *Primärkies Angebot und Nachfrage* gelten die Marktregeln. Die Güter RC-Beton und Primärbeton sind substitutive Güter und stehen in Rivalität zueinander. Nachfrage und Angebot hängen von den Produktionskosten ab und bestimmen den Preis. Verändert sich eine der Variablen, betrifft das alle anderen auch.

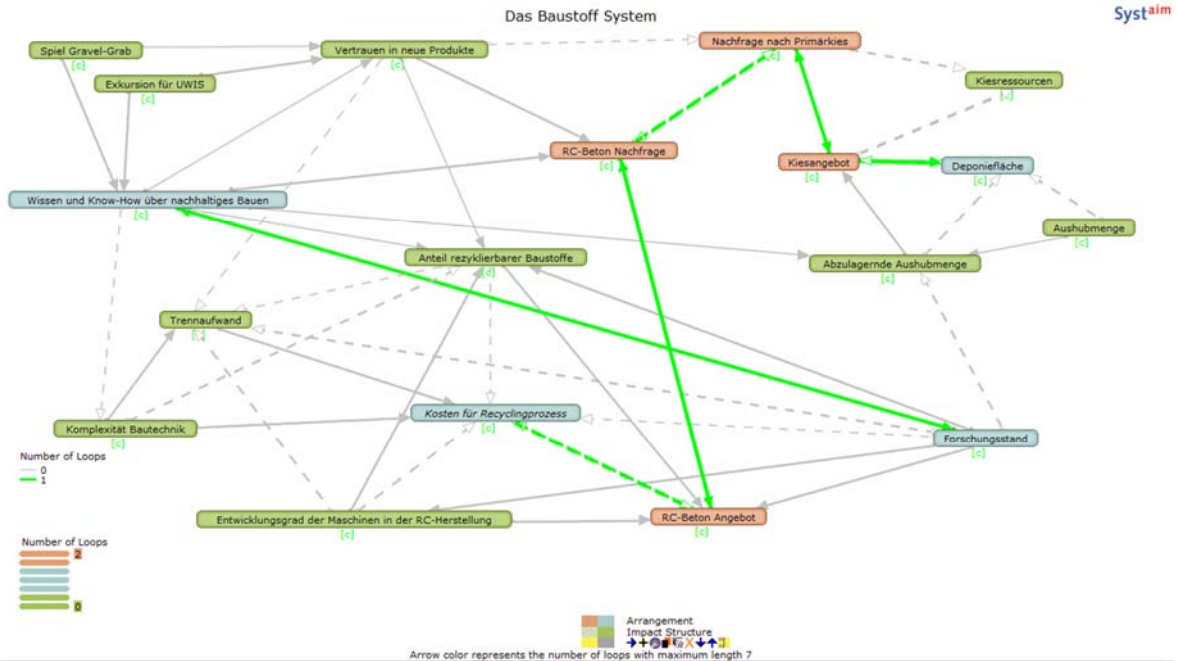


Abb. 2: Loops im Systembild (Friedel et al., 2018).

5 Wirksamkeit

In der Abbildung 3 sind die Ziele der Arbeit detailliert aufgezeigt: Die Werte der blau markierten Variablen müssen verringert und die Werte der gelb markierten vergrößert werden. Um dies zu erreichen, wäre es, wie bereits oben erwähnt, am wirksamsten die *Komplexität der Bautechnik* zu verringern und den *Forschungsstand* zu erhöhen, was am violetten bzw. grünen Balken zu erkennen ist. Eine Erhöhung der Variablen *Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen*, *Entwicklungsgrad der Maschinen in der RC-Herstellung* und *Vertrauen in neue Produkte* würde auch zum Ziel führen. Die Massnahmen-Variablen sind ebenfalls wirksam, da auch diese ausgeprägte grüne Balken haben.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Massnahmen das System so verändern, dass Kiesressourcen gespart werden, weniger Bauabfall entsteht und die Situation allgemein nachhaltig verbessert wird, ohne negative Rückkopplungs- oder Nebeneffekte hervorzurufen.



Abb. 3: Links ist der Wunschzustand der Variablen und rechts die Wirksamkeit zur Erreichung des Wunschzustandes der jeweiligen Variablen dargestellt (Friedel et al., 2018).

6 Referenzen

- Alho-Systembau-AG. (2018). Modulbau - die clevere Bauweise für dauerhafte Gebäude. Zugriff am 21.05. Abgerufen von <https://alho.ch/ch/bauweise/modulbau>.
- Audergon, L. (2017, 25.11.2017). Akteur-Steckbrief-Markt bei Exkursion in Dällikon [persönliche Mitteilung].
- Empa, M. S. a. T. (2018a). Bauen mit Abfall und Recycling-Material. Abgerufen von <https://www.empa.ch/web/s604/umar-opening>.
- Empa, M. S. a. T. (2018b). Das ist NEST. Abgerufen von <https://www.empa.ch/de/web/nest/aboutnest>.
- ETHZ. (2015). Berufsaussichten, Karrieren in Umweltnaturwissenschaften: Department Umweltnaturwissenschaften.
- ETHZ. (2017a). Integrierte Exkursionen. Abgerufen von <https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=3692>.
- ETHZ. (2017b). Wegleitung Architekturstudium, Bachelor und Master, Studienreglement 2017: ETH Zürich.
- Friedel, M., Manohar, N., & Madonna, G. (2018). Systembild, SystemQ.
- Gevecke, A., Illmer, D., Mégroz, J., Pettersson, F., Steinegger, L., & Stübi, N. (2017). Teilanalyse ökonomische Gruppe 3, Baustoffrecycling aus ökonomischer Sicht.
- Neuhoeffer, B. (2018, 02.05.2018). Führung Alho-Systembau AG / Prototypentest [persönliche Mitteilung].
- Niederhuber, M. (2018a, 11.04.2018). Besprechung betreffend Exkursion [persönliche Mitteilung].
- Niederhuber, M. (2018b, 09.05.2018). Prototypentest [persönliche Mitteilung].

Variabelblätter

Name	Anteil rezyklierbarer Baustoffe
Beschreibung	Beschreibt wie gross der prozentuale Anteil rezyklierbarer Abbruchmaterialien am Gesamtanteil der Abbruchmaterialien eines Gebäudes ist.
Hohe Ausprägung	>90 % Der Abbruchmaterialien werden recycelt
Tiefe Ausprägung	<50% Der Abbruchmaterialien werden recycelt
Aktueller Zustand	85-90 % Der Abbruchmaterialien werden recycelt
Indikator	Anteil rezyklierter Abbruchmaterialien in %
Hintergrund	Technik, Baustoffe, Stofffluss

Name	Trennaufwand
Beschreibung	Zeitlicher Aufwand für die Trennung von Baustoffen eines Gebäudes.
Hohe Ausprägung	>15 Tage für Kompletten Rückbau und Trennung
Tiefe Ausprägung	<5 Tage für Kompletten Rückbau und Trennung
Aktueller Zustand	10 Tage
Indikator	Anzahl Tage die für Kompletten Rückbau und Trennung der dabei anfallenden Baustoffen eines Einfamilienhauses investiert werden

Hintergrund	Wiederverwendung, Technik
--------------------	---------------------------

Name	Entwicklungsgrad der Maschinen in der RC-Herstellung
Beschreibung	Beschreibt, wie effizient die Maschinen das Material rezyklieren können.
Hohe Ausprägung	Hohe Effizienz und hohe Qualität
Tiefe Ausprägung	Tiefe Effizienz und tiefe Qualität
Aktueller Zustand	Eher hoch
Indikator	Output der Maschine pro Zeit & Reinheit des Endprodukts
Hintergrund	Technik

Name	Kosten für Recyclingprozess
Beschreibung	Die Kosten für das Wiederaufbereiten und Rezyklieren von Baumaterialien im Vergleich zur Herstellung von primären Baumaterialien bei gleichem Verkaufspreis
Hohe Ausprägung	Die Kosten für den Recyclingprozess sind höher als die Herstellung von Primärrohstoffen.
Tiefe Ausprägung	Die Kosten für den Recyclingprozess sind tiefer als die Herstellung von Primärrohstoffen.
Aktueller Zustand	Die Recyclingkosten sind etwas höher.

Indikator	Geldmenge die investiert werden muss
Hintergrund	Ökonomie, Technik

Name	Forschungsstand
Beschreibung	Wie weit die Forschung und Entwicklung im Bereich der Nachhaltigkeit beim Bauen ist. Dazu gehört der Forschungsstand der RC-Aufbereitungsmaschinen, Rezyklierbarkeit einzelner Baustoffe, alternative Baumaterialien und Bauweisen.
Hohe Ausprägung	Der Forschungsstand übertrifft die momentanen Anforderungen.
Tiefe Ausprägung	Der Forschungsstand entspricht den momentanen Anforderungen nicht.
Aktueller Zustand	Hoch
Indikator	Anzahl Forschungsprojekte im Bereich RC-Maschinen, Baustoffe und Bautechnik
Hintergrund	Technik, Baustoffe

Name	Vertrauen in neue Produkte
Beschreibung	Beschreibt wie gut die neu entwickelten Produkte auf dem Markt ankommen und somit die Bereitschaft von Architekten, Bauherren und Baufirmen diese einzusetzen.
Hohe Ausprägung	Architekten, Bauherren und Baufirmen sind bereit neue Produkte aus der Forschung in Bauprojekten einzusetzen. (20% neue Produkte auf dem Markt im Vergleich zu herkömmlichen Produkten)
Tiefe Ausprägung	Architekten, Bauherren und Baufirmen sind konservativ und benutzen nur alte, bewährte Produkte. (0% neue Produkte auf dem Markt)

	im Vergleich zu herkömmlichen Produkten)
Aktueller Zustand	Tief
Indikator	Der Marktanteil von neu entwickelten Produkten im Vergleich zu vergleichbaren herkömmlichen Produkten
Hintergrund	Ökonomie, Baustoffe

Name	Komplexität der Bautechnik
Beschreibung	Die Komplexität der angewendeten Bautechnik kann mit der Diversität eingesetzter Baustoffe und deren Verarbeitungsweise (verleimt, verschmolzen oder mit Chemikalien versetzt) gleichgesetzt werden.
Hohe Ausprägung	Hohe Komplexität
Tiefe Ausprägung	Niedrige Komplexität
Aktueller Zustand	Heutige Bautechniken sind komplex.
Indikator	Diversität der Baustoffe und deren Verarbeitungsweise
Hintergrund	Wiederverwendung, Technik, Baustoffe

Name	Kiesangebot
Beschreibung	Menge an bereits abgebautem Kies, welches auf dem Baumarkt zur Verfügung steht.

Hohe Ausprägung	Das Angebot übersteigt die Nachfrage.
Tiefe Ausprägung	Die Nachfrage übersteigt das Angebot.
Aktueller Zustand	hoch
Indikator	Die Angebotene Menge wird mit der nachgefragten Menge verglichen.
Hintergrund	Ökonomie

Name	Nachfrage nach Primärkies
Beschreibung	Marktnachfrage nach Primärkies aus Kiesgruben.
Hohe Ausprägung	Die Kiesnachfrage entspricht der abgebauten Menge.
Tiefe Ausprägung	Die Kiesnachfrage ist tiefer als die abgebaute Kiesmenge.
Aktueller Zustand	tief
Indikator	Menge an Kies die nachgefragt wird im Vergleich zur abgebauten Menge.
Hintergrund	Wiederverwendung, Stofffluss, Baustoffe, Technik

Name	Kiesressourcen
-------------	-----------------------

Beschreibung	Bezeichnet die Menge an Kies, die noch nicht abgebaut wurde.
Hohe Ausprägung	Die Kiesressourcen der Schweiz decken den Bedarf für mehr als 50 Jahre.
Tiefe Ausprägung	Die Kiesressourcen der Schweiz werden in den nächsten 40-50 Jahren aufgebraucht.
Aktueller Zustand	tief
Indikator	Die Geschätzte Anzahl Jahre in denen noch schweizer Kies zur Verfügung stehen wird.
Hintergrund	Baustoffe, Stofffluss

Name	Deponiefläche (Bedürfnisvariable)
Beschreibung	Der Platz für Aushub und Bauabfall in ehemaligen Kiesgruben. Je mehr Kies abgebaut wird, desto mehr Platz steht für das Deponieren zur Verfügung. Der Platz ist also direkt proportional zu der abgetragenen Kiesmenge.
Hohe Ausprägung	Viel Platz
Tiefe Ausprägung	Wenig Platz, Deponieknappheit
Aktueller Zustand	Tiefe Ausprägung
Indikator	Aushub- und Bauabfallmenge im Vergleich zur abgetragenen Kiesmenge
Hintergrund	Neu

Name	Wissen und Know-How über nachhaltiges Bauen (Bedürfnisvariable)
Beschreibung	Der Wissensstand sämtlicher am Bau- und Rückbauprozess beteiligten Interessensgruppen (Architekten, Bauingenieure, Bauherren, Bauberater, Studenten dieser Berufsgruppen, UWIS, etc.) über nachhaltiges Bauen: RC-Beton, Wiederverwendung, umweltschonende Baumaterialien, Rückbautechnik, Wiederverwertung von Aushub etc..
Hohe Ausprägung	Nachhaltigkeitskonzepte waren Teil der Ausbildung der Interessengruppen.
Tiefe Ausprägung	Nachhaltigkeitskonzepte waren nicht Teil der Ausbildung der Interessengruppen.
Aktueller Zustand	Tiefe Ausprägung
Indikator	Anteil Konzepte des nachhaltigen Bauens in der Ausbildung der am Bauprozess beteiligten Interessensgruppen.
Hintergrund	Alle

Name	Aushubmenge
Beschreibung	Bezeichnet die Menge an Aushub (Erde, Lehm, Gestein, etc.) und Ausbruch welche pro Jahr anfallen.
Hohe Ausprägung	über 40 Mio. Tonnen pro Jahr
Tiefe Ausprägung	unter 40 Mio. Tonnen pro Jahr
Aktueller Zustand	hohe Ausprägung (2010: 18–22 Mio. m3) jährlich rund 40 - 60 Millionen Tonnen
Indikator	In der Schweiz anfallender Aushub in Tonnen
Hintergrund	Neu

Name	RC-Beton Nachfrage
Beschreibung	Beschreibt die nachgefragte Menge an RC-Beton im Vergleich zur nachgefragten Menge an Beton aus Primärrohstoffen.
Hohe Ausprägung	Es wird mehr RC-Beton als Primärbeton nachgefragt.
Tiefe Ausprägung	Es wird mehr Primärbeton als RC-Beton nachgefragt.
Aktueller Zustand	tiefe Ausprägung
Indikator	Die nachgefragten Mengen von RC-Beton und Beton aus Primärrohstoffen wird verglichen.
Hintergrund	Ökonomie

Name	RC-Beton Angebot
Beschreibung	Bezeichnet die auf dem Markt angebotene Menge RC-Beton.
Hohe Ausprägung	Es wird mehr RC-Beton angeboten als nachgefragt.
Tiefe Ausprägung	Es wird mehr RC-Beton nachgefragt als Angeboten.
Aktueller Zustand	hohe Ausprägung
Indikator	Die in der Schweiz angebotene Menge RC-Beton im Vergleich zur nachgefragten Menge an RC-Beton

Hintergrund	Ökonomie
-------------	----------

Name	Exkursion für UWIS
Beschreibung	Eine Exkursion zum Thema Nachhaltigkeit im Bausektor soll Studierende und möglicherweise weitere Stakeholder auf die Deponieproblematik aufmerksam machen. Teil der Exkursion ist das von uns entworfene "Gravel-Grab" Spiel. Die Exkursion zeigt das Bausystem und seine Probleme auf, es werden aber auch Lösungsansätze vorgestellt und diskutiert.
Hohe Ausprägung	Der Wissensstand der Teilnehmer ist nach der Exkursion höher als vorher.
Tiefe Ausprägung	Der Wissensstand der Teilnehmer ist nach der Exkursion im Vergleich zu vor der Exkursion unverändert.
Aktueller Zustand	tiefe Ausprägung
Indikator	Effekt der Exkursion auf das Bewusstsein der Teilnehmer. Als Indikator gilt der Wissensstand der Teilnehmer zum Thema Nachhaltigkeit im Bausektor nach der Exkursion im Vergleich zu vor der Exkursion.
Hintergrund	alle

Name	Spiel "Gravel-Grab"
Beschreibung	Eine von uns vorgeschlagene und entwickelte Massnahme. Die SpielerInnen sind StudentInnen (vor allem Uwis). Im Spiel geht es darum, folgende Problematiken kennenzulernen: der zukünftige Kiesmangel, das Aushubdeponie/Kiesgrube Problem, die Verwendung von RC-Stoffen.
Hohe Ausprägung	Der Wissensstand der Studenten ist nach der Exkursion höher als vorher.
Tiefe Ausprägung	Der Wissensstand der Studenten ist nach der Exkursion im Vergleich zu vor der Exkursion unverändert.
Aktueller Zustand	tiefe Ausprägung

Indikator	Effekt des Spiels auf das Bewusstsein der Studenten. Als Indikator gilt der Wissensstand der Studenten (zu den Problematiken in der Beschreibung erwähnt) im Vergleich zu vor der Exkursion.
Hintergrund	Alle

Name	Abzulagernde Aushubmenge
Beschreibung	Beschreibt den Anteil des unverschmutzten Aushubs, welcher nicht wiederverwendet wird, sondern auf Kiesgruben und Inertstoffdeponien abgelagert werden muss.
Hohe Ausprägung	80-90% des Aushubs wird abgelagert.
Tiefe Ausprägung	50% des Aushubs wird abgelagert.
Aktueller Zustand	Hoch (84%)
Indikator	Prozent an unverschmutztem Aushub der in Ablagerungsstätten deponiert wird. Dies wird durch Erhebungen erfasst.
Hintergrund	Neu

Markt der Massnahmen

Aufbau

Die beiden entwickelten Massnahmen passen zusammen und ergeben gemeinsam eine neue Einheit, was die Präsentation am Markt der Massnahmen vereinfacht hat. Beide Massnahmen wurden gemeinsam in einem Poster visualisiert, da sie in der NHB als auch in SystemQ als eine Einheit betrachtet wurden.

Neben dem Poster hat eine Karte als Visualisierungshilfe gedient. Dabei wurden alle Programmpunkte der Exkursion markiert, und per Schnur mit einem Bild des Standortes versehen. Diese Darstellung veranschaulicht den Tagesablauf für das Publikum und macht sichtbar, was die Studierenden am Exkursionstag erwarten wird.

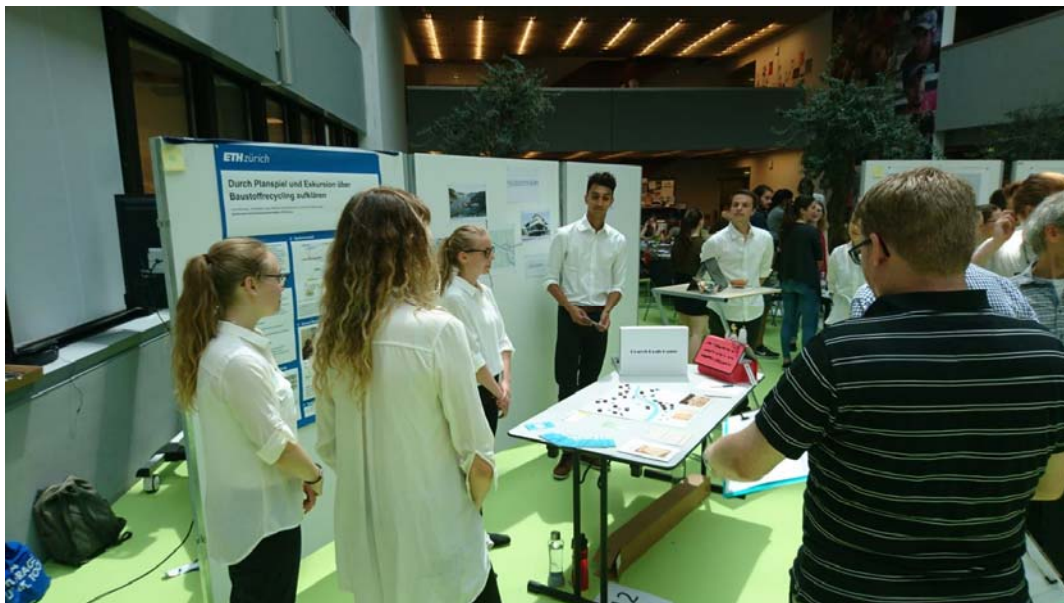


Abbildung 1: Impression vom Massnahmenmarkt

In Abbildung 1 ist im Hintergrund sowohl das Poster, als auch die Karte mit den Programmpunkten ersichtlich. Einen zentralen Stellenwert, hat der Gravel-Grab Game Prototyp eingenommen. Das entworfene Spielbrett, welches in Abbildung 2 gezeigt wird, wurde gemeinsam mit sämtlichen Ereigniskarten und Buchhaltungstabellen ausgestellt.



Abbildung 2: Prototyp Gravel-Grab Game

der Darstellung.

An einem Nebentisch wurde ein Kurzfilm gezeigt, in dem das Gravel-Grab Game in Aktion zu sehen ist. Damit konnte unterstrichen werden, dass das Spiel durchführbar ist.

Konzept

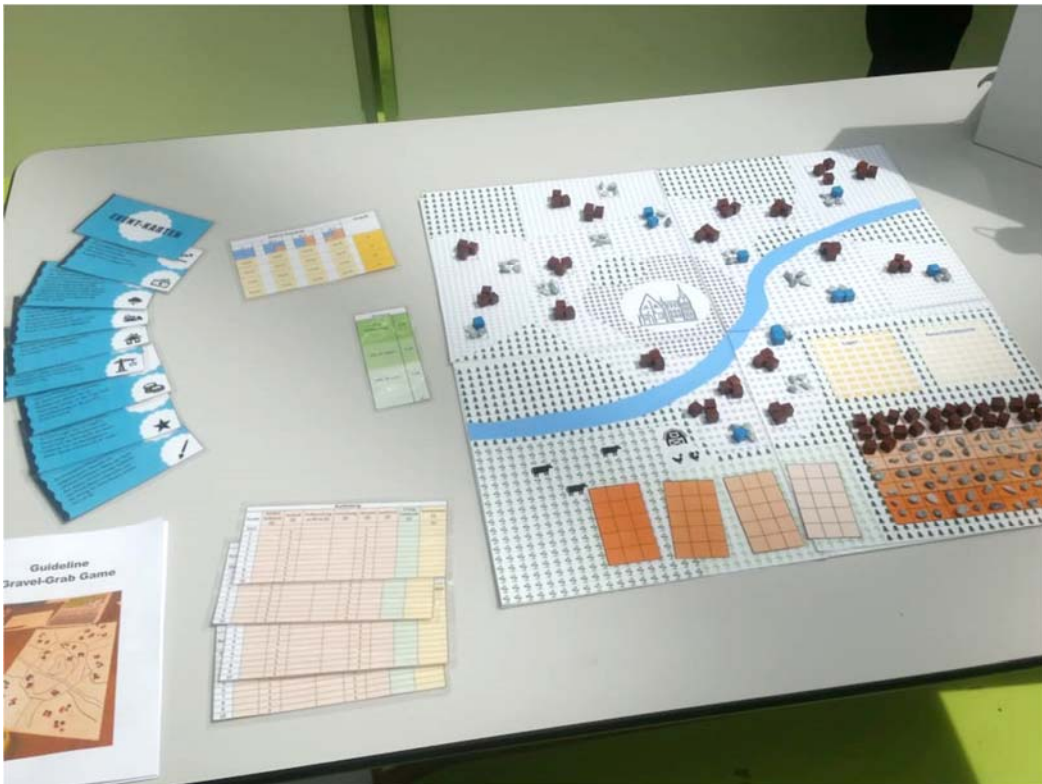
Lena Stirni und Noah Manohar waren Hauptverantwortliche des Tages. Sie haben die entworfenen Massnahmen kompetent, umfassend und publikumsfreundlich vorgestellt und dabei die Vorteile beider Projekte beleuchtet. Pro Präsentationseinheit wurde jeweils ein sieben minütiger Input gegeben, worauf anschliessend die zahlreichen Publikumsfragen beantwortet und weiterentwickelt wurden.

Rückmeldungen

Die Rückmeldungen seitens der Experten vielen sehr positiv aus. Laut Experten haben wir eine erfrischende und interessante Antwort auf heutige Nachhaltigkeitprobleme entworfen.

Seitens der Studierenden fiel die Kritik ebenfalls positiv aus. Mehrfach wurde empfohlen, die Exkursion nicht nur auf UWIS StudentInnen zu beschränken, sondern das Konzept so anzupassen, dass auch ArchitekturstudentInnen angesprochen werden. Diese Rückmeldung ist kongruent mit den Reflektionen die wir über unsere eigene Arbeit gemacht haben und bestätigt somit, dass wir uns auf dem richtigen Weg befinden.

Guideline Gravel-Grab Game



Einführung

Die männliche Form steht stellvertretend für beide Geschlechter.

Beim Gravel-Grab Game werden sich die Teilnehmenden in einen wichtigen Akteur der Baubranche versetzen und durch ihre Entscheidungen Einfluss auf die Entwicklung der Fantasie-Stadt «Gravel-City» ausüben. Als Inhaber eines Architekturbüros¹ in einem städtischen Ballungsraum werden die Spieler über den Verbrauch von Kies und den Umgang mit dem Abfall aus dem Bausektor entscheiden. So werden sie mit einem wichtigen und aktuellen Ressourcen-Konflikt der Schweiz konfrontiert.

Die grösste Abfallmenge der Schweiz stammt aus der Baubranche und ergibt sich hauptsächlich aus dem Abbruch alter Gebäuden und dem Aushub. Für die Ablagerung benötigt beides eine grosse Fläche an Deponien.^{2, 3} Ausserdem wird in der Schweiz sehr viel mit Beton gebaut, dessen Hauptbestandteil Kies ist. Diese Ressource steht der Schweiz trotz der gesteinsreichen Alpen nicht unendlich lange zur Verfügung.⁴

Während des Spiels lernen die Teilnehmenden das komplexe System des Kies-Kreislaufs und den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen kennen. Dabei werden sie auf verschiedene Probleme und Interessenskonflikte treffen.

Das Spiel ist für 4 einzelne Spieler oder 4 Pärchen ab einem Alter von ca. 16 Jahren gedacht.

Was ist die Rolle der Spieler?

Jeder Spieler oder jedes Team schlüpft in die Rolle eines Architektur Büros, welches in der Stadt «Gravel-City» Gebäude plant und baut. Jede Runde entscheiden die Spieler, welche Betonsorte für ihr Gebäude verwendet werden soll und können weitere Investitionen in die Forschung und Aufbereitung tätigen. Am Ende jeder Runde werden Steuern in der Höhe von \$1 erhoben. Ziel der Architektur Büros ist es, über 100 Jahre, was 10 Runden entspricht, mit den ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen zu bauen und dabei jede Runde genügend Kapital für die Steuerabgabe zu haben.

¹ Im Gravel-Grab Game stehen die Architektur-Büros stellvertretend für alle Stakeholder, die im Bauprozess von Bedeutung sind und Einfluss auf die Material-Wahl nehmen können.

² <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallwegweiser-a-z/aushubmaterial.html> (14.05.18)

³ Bauabfälle in der Schweiz – Hochbau Studie, BAFU, 2015

⁴ <https://www.srf.ch/wissen/natur/kies-das-graue-gold-der-schweiz> (14.05.2018)

Vorbereitung des Spiels

Spielmaterialien

1 Spielbrett	4 Buchhaltungs-Karten
150 Einheiten Aushub	8 Eventkarten
148 Einheiten Kies	1 Forschungs-Barometer
100 Einheiten RC-Granulat	1 Preis-Tabelle
4 Kiesgruben-Erweiterungen	

Spielbrett

Das Spielbrett stellt die Stadt «Gravel-City» dar. In der Stadt markiert sind die **32 Parzellen**, auf denen gebaut werden kann. Jede dieser Parzellen hat Platz für ein Gebäude, das aus 4 Einheiten Baustoff besteht. Die möglichen Zusammensetzungen sind aus der Preis-Tabelle zu entnehmen.

Aushub

Auf jeder unbebauten Parzelle befinden sich **3 Aushub**, welcher auf der Kiesgrube abgelagert wird.

Kiesgrube

Die Kiesgrube enthält **88 Einheiten Kies**, welche je nach Bedarf abgebaut werden dürfen. Ausserdem wird der Aushub hier deponiert. Sie ist in 4 verschiedene Graustufen gefärbt, die je eine neue Preisklassierung des Kieses markiert.

Landwirtschaftsfläche

Unter der Landwirtschaftsfläche befindet sich eine Kieslagerstätte, welche aus **4 Teilgebieten à je 15 Einheiten Kies** besteht. Im Laufe des Spiels wird es Möglichkeiten geben, diese zu erschliessen. Der Kies wird auch hier verschiedene Werte aufweisen. Je nach Menge, die übrigbleibt.

Lager

Im Lager befindet sich der Kies, das zwar aus der Kiesgrube genommen wurde, aber nicht in der selben Runde verbaut wird. Der Kies kann bei Bedarf jeder Zeit aus dem Lager geholt werden.

Bauschutt-Deponie

Die Bauschutt-Deponie dient der Lagerung von Abbruchmaterial, das nicht zu RC-Granulat verarbeitet wurde. Von hier kann nichts entfernt werden.

Forschung und Preis-Tabelle

Wird in die Forschung investiert, so erhöht sich der Forschungsstand. Ab \$20 und \$40 wird je eine neue Betonsorten auf der Preis-Tabelle freigeschaltet. Bei weiteren Investitionen ist es möglich, den gerade anfallenden Aushub gegen Abgabe von \$1 pro Einheit aufzubereiten.

Aufbau und Spielbeginn

Zu Beginn ist die Kiesgrube gefüllt mit Kies. Jedes Feld wird mit einem Kieselstein belegt. Die Parzellen in der Stadt sind unbebaut und enthalten 3 Einheiten Aushub. Das Start-Guthaben beträgt 10 Einheiten pro Architekturbüro.

Spielablauf

Allgemein

Jede Runde besteht aus einer **Event-Phase**, in der den Spielern Abbruchmaterial zur Aufbereitung angeboten wird. Ausserdem kann vom Spielleiter eine Karte mit einem Event vorgelegt werden, welche verschiedene Auswirkungen auf die Ressourcen der Runde haben kann. Anschliessend können die Spieler in der **Diskussions-Phase** miteinander sprechen und sich über ihre Spielzüge beraten. Während der **Bau-Phase** werden die benötigten Ressourcen bezogen und in die Gebäude verbaut.

Im Verlaufe des Spiels wird sich die Situation in der Stadt und in der Kiesgrube verändern, was auch Auswirkungen auf die Handlungsmöglichkeiten der Spieler hat (siehe S.6).

Event-Phase

In der Stadt wird ein Gebiet mit alten Wohnhäusern abgebrochen. Das Abbruchmaterial kann gegen Investitionen zu RC-Granulat aufbereitet werden. Die Kosten sind so hoch wie die Anzahl der aufbereiteten Einheiten RC-Granulat. Die Menge des Abbruchmaterials bzw. des daraus gewonnen RC-Granulats kann von Runde zu Runde variieren und wird vom Spielleiter verkündet. Anschliessend kann eine Event-Karte vom Spielleiter gezogen und vorgelesen werden. Die Auswirkungen des Events gelten jeweils für eine Runde. In der ersten Runde wird keine Event-Karte gezogen.

Diskussions-Phase

Für die gesamte Diskussions-Phase stehen 2 Minuten zur Verfügung.

In dieser Phase können sich die Spieler austauschen und entscheiden, ob sie in die Aufbereitung des Abbruchmaterials zu RC-Granulat investieren wollen oder nicht. Die Verteilung der Einheiten von RC-Granulat spielt keine Rolle, d.h. jeder Spieler kann so viel Abbruchmaterial aufbereiten wie er möchte und bezahlt dementsprechend die Kosten. Das gekaufte RC-Granulat nimmt anschliessend jeder Spieler zu sich, wo er es für spätere Runden aufbewahren kann. Das Abbruchmaterial, in welches nicht investiert wurde, wird in die Inertstoff-Deponie verlagert, von wo es nicht wieder entfernt werden kann. Möchte ein Spieler, der nicht investiert hat und kein RC-Granulat besitzt trotzdem RC-Granulat erwerben, so kann er einem anderen SpielerIn die Ressource zum Preis der Aufbereitungskosten + 1 abkaufen.

Ausserdem könne die Spieler in dieser Phase in die Forschung investieren, wodurch der Stand der Material-Forschung erhöht werden kann.

Am Ende der Diskussions-Phase müssen sich die Spieler entscheiden, was sie in diese Runde bauen möchten.

Bau-Phase

Die Spieler legen den Aushub aus den Parzellen in die Kiesgrube und beziehen von dort das benötigte Kies. Falls durch den Aushub mehr Kies abgebaut werden muss, als anschliessend verbaut wird, wird der Kies ins Lager gebracht. Anschliessend kann jeder Spieler sein Haus aus den verschiedenen Betonsorten bauen. Der Anteil von Kies und Betongranulat ist aus der Tabelle ersichtlich. Nach dem Bauen werden die Steuern eingezogen, was in der Regel einen Betrag von \$1 hat. Zuletzt führt jeder Spieler selbstständig seine Buchhaltung nach.

Ergänzungen im Verlauf des Spiels

Wenn alle freien Parzellen in der Stadt verbaut sind, dürfen die Spieler insgesamt pro Runde zwei alte, selber gebaute Häuser abrechnen. Zum üblichen Aufbereitungspreis können dadurch pro Haus aus Primärbeton 2 Einheiten und pro Haus aus RC-Beton eine Einheit RC-Granulat hergestellt werden. Zusätzlich wird ein kleinerer Teil vom Spielleiter abgebrochen.

Wenn die Kiesgrube kein Kies mehr enthält und mit Aushub gefüllt ist, erhalten die Spieler die Möglichkeit, eine neue Kiesgrube in der Landwirtschaftszone zu erschliessen. Maximal 4 solche Kiesgruben-Erweiterungen können erworben werden, jeweils zu einem Preis von \$32.

Nachbesprechung

In diesem letzten Teil werden die Geschehnisse während des Spiels analysiert und besprochen. Hier können Fragen gestellt und der Blick auf das System in der Realität soll erweitert werden. Die im Spiel beobachteten Prozesse und das schlussendliche Ergebnis werden diskutiert und die wichtigsten Erkenntnisse definiert. In dieser Phase geschieht das eigentliche Lernen und Konflikte-Erkennen. Folgende Diskussionspunkte helfen, eine strukturierte und interessante Nachbesprechung zu führen.⁵

1. Wie fühlt ihr euch?
 - a. Mit dem Endresultat?
 - b. Dem persönlichen Gewinn/ Verlust
 - c. Dem kollektiven Gewinn/ Verlust?
2. Was ist passiert?
 - a. Was waren eure Strategien?
 - b. Habt ihr spezielle Verhaltensweisen beobachtet?
3. Was habt ihr gelernt?
 - a. Über euch selbst?
 - b. Über andere?
 - c. Über das System?
4. Inwiefern stimmt das Spiel mit der Realität überein?
 - a. Gemeinsamkeiten?
 - b. Unterschiede?
 - c. Was fehlt im Spiel?
5. Was wäre wenn...?
 - a. Würdet ihr Entscheidungen/ Verhaltensweisen in der Realität ausprobieren?
 - b. Wo seht ihr Schwierigkeiten oder Chancen?
 - c. Wie wird das Spiel euer Verhalten beeinflussen?

⁵ Exploring How Knowledge and Communication Influence Natural Resources Management With ReHab, Le Page et al., 2016

Hintergrundinformationen

Abbruch

Als Abbruchmaterial werden die mineralischen Abfälle bezeichnet, die bei einem Gebäude-Rückbau entstehen. Das jährliche Abbruchmaterial des Gebäudeparks Schweiz wird auf ca. 10 Mio. Kubikmeter geschätzt und wird laut Modellrechnungen bis zum Jahr 2025 auf 12 Mio. Kubikmeter ansteigen. Aktuell entspricht das jährliche Abbruchvolumen einer Quote von 2.4 Promille des Gebäudeparks.⁶

Aushub

Als Aushubmaterial werden alle Materialien bezeichnet, die bei Bauarbeiten unterhalb des belebten Bodens ausgehoben werden. Dazu gehören Lockergestein, Kies und Sand. In der Schweiz werden pro Jahr 40 - 60 Millionen Tonnen Aushub- und Ausbruchmaterial produziert, was dies zur grössten Abfallmenge hierzulande macht.

7

Der grösste Teil des anfallenden Aushubmaterials ist unverschmutzt und muss per Gesetz möglichst vollständig verwertet werden. Zum Beispiel kann es als Baumaterial direkt vor Ort, zur Herstellung von Baustoffen, für bewilligte Terrainveränderungen oder zur Wiederauffüllung von Materialentnahmestellen benutzt werden.⁸ Letzteres wird in der Praxis am häufigsten umgesetzt. Ungefähr 70 % der Menge an unverschmutztem Aushubmaterial wird in der Schweiz in Kiesgruben abgelagert. Diese sind somit die wichtigsten Ablagerungsstandorte für Aushubmaterial.⁹ Falls eine Verwertung nicht möglich ist, muss das Aushubmaterial auf einer Inertstoff-Deponie abgelagert werden.¹⁰ Eine weitere Verwendungsmöglichkeit besteht in der Auftrennung zu Sand und Kies. Der dabei übrigbleibende Lehmschlamm kann in der Landwirtschaft als Kalkdünger verwendet werden. Eine andere Lösung für den Aushub wäre, das Material als Strassenkoffer¹¹ zu verwenden. Diese beiden Optionen werden allerdings heutzutage selten umgesetzt.¹²

⁶ Bauabfälle in der Schweiz – Hochbau Studie, Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2015

⁷ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallwegweiser-a-z/aushubmaterial.html> (14.05.18)

⁸ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallwegweiser-a-z/aushubmaterial.html> (14.05.18)

⁹ Ablagerung von unverschmutztem Aushubmaterial in Materialabbaustellen und Inertstoffdeponien, BAFU (2011)

¹⁰ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/abfallwegweiser-a-z/aushubmaterial.html> (14.05.18)

¹¹ «Als Koffer bezeichnet man im Verkehrswegebau allgemein eine ungebundene Tragschicht, die über dem Erdplanum liegt und als Auflager für den Straßenbelag oder das Gleis dient. Bei der Tragschicht han-

RC-Beton

Beton, welcher einen Mindestanteil von 25 % recycelter Gesteinskörnung enthält, wird in der Schweiz als RC-Beton bezeichnet.¹³ Hierzulande werden 85 bis 90 % der mineralischen Bauabfälle zu RC-Granulat aufbereitet. Rund 25 % davon werden im Hochbau und 40% im Tiefbau verwendet. Die restlichen 35 % landen in einem Lager oder auf einer Deponie.¹⁴ Es besteht durchaus das Potential, sowohl die Gesamtmenge an RC-Granulat als auch den Einsatz im Hochbau weiter auszubauen.¹⁵ Der RC-Beton muss die gleichen Qualitätsanforderungen wie ein herkömmlicher Beton aufweisen, weshalb er grundsätzlich äquivalent zum normalen Beton verwendet werden könnte. Allerdings gibt es Bereiche, in denen sich der RC-Beton aufgrund anderer Eigenschaften nicht eignet, wie zum Beispiel bei Fassaden oder Stützmauern, die der Witterung ausgesetzt sind.¹⁶

Kiesgruben

Im Jahr 2015 wurden in der Schweiz rund 30 Mio. Kubikmeter Gesteinskörnung (Kies und Sand) abgebaut.¹⁷ Die aktuell betriebenen Kiesgruben stellen die Versorgung mit Gesteinsmaterial für die nächsten 40 Jahre sicher.¹⁸ Obwohl die Schweiz fast unerschöpfliche Kiesvorkommen hat, ist die Bewilligung für neue Kiesgruben nur sehr schwer zu erlangen. Jede neue Kiesgrube muss eine Umweltverträglichkeits-Prüfung vorweisen und der Widerstand in der Bevölkerung ist gross.¹⁹ Ausserdem liegen die interessantesten Kiesvorkommen in Naherholungs- Industrie- und Wohngebieten, was Interessenskonflikte verursacht.²⁰

delt es sich in der Regel um eine kapillarbrechende Gesteinslage aus nichtbindiger Gesteinskörnung (wie beispielsweise Kies oder Schotter).» [https://de.wikipedia.org/wiki/Koffer_\(Verkehrswegebau\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Koffer_(Verkehrswegebau)) (16.05.18)

¹² <https://www.aargauerzeitung.ch/aargau/fricktal/aushub-waschen-statt-deponieren-diese-firma-setzt-auf-recycling-130657698> (14.05.18)

¹³ <https://www.empa.ch/documents/55996/231904/Recyclingbeton.pdf/9862a49b-84eb-4b83-ac4d-c4a6ea8fbfff> (14.05.2018)

¹⁴ Teilanalyse Stoffflussanalyse und Ökobilanz, Kaufmann et al., 2017

¹⁵ Baustoffrecycling-Strategie, Kanton Solothurn, 2016

¹⁶ <http://www.schweizerbauwirtschaft.ch/2017/10/die-nachfrage-nach-recycling-beton-koennte-besser-sein/> (14.05.2018)

¹⁷ <https://www.fskb.ch/kies/daten-und-fakten/> (14.05.2018)

¹⁸ https://www.nzz.ch/eine_schweizer_traditionsindustrie_mit_problemen-1.14895999 (14.05.2018)

¹⁹ <https://www.srf.ch/wissen/natur/kies-das-graue-gold-der-schweiz> (14.05.2018)

²⁰ Lösungsansätze für weniger Abbauehemmnisse in der Schweizer Kiesversorgung, Martin Weder, 2017