

FSP: Alpine Infrastructure Engineering

W. Rauch, im Namen der Mitglieder des FSP

Institute für Infrastruktur, Technikerstrasse 13, 6020 Innsbruck; wolfgang.rauch@uibk.ac.at

ABSTRACT

In diesem Beitrag werden Themen und Ziele des fakultären Forschungsschwerpunktes Alpine Infrastructure Engineering vorgestellt sowie ein Abriss der Leistungsbilanz des Jahres 2006. Einige ausgewählte Projekte des FSP werden exemplarisch dargestellt.

1. Introduction

Der Forschungsschwerpunkt gliedert sich thematisch in 2 Bereiche: Dies ist einerseits „Infrastructure and Environment“ und andererseits „Risk and Protection“

- Der erste Teilbereich „Infrastructure and Environment“ stellt sich zum Ziel technische und verkehrsplanerische Lösungen zum Alpentransit zu entwickeln, innovativen Verfahren für extreme Randbedingungen, Lösungen für die infrastrukturelle Ver- und Entsorgung von Siedlungen und Bauwerken, sowie der alpinen Trinkwasserwirtschaft und des alpinen Wasserbaus und der Wasserkraftnutzung.
- Der zweite Teilbereich „Risk and Protection“ untersucht Massenbewegungen (Geschiebe, Lawinen und Muren) und bauliche Schutzmaßnahmen, Entstehung und Auswirkung von Hochwasser, Hangrutschung und Bergstürze, sowie die zugrunde liegenden Methoden der Wahrscheinlichkeit und Sicherheit.

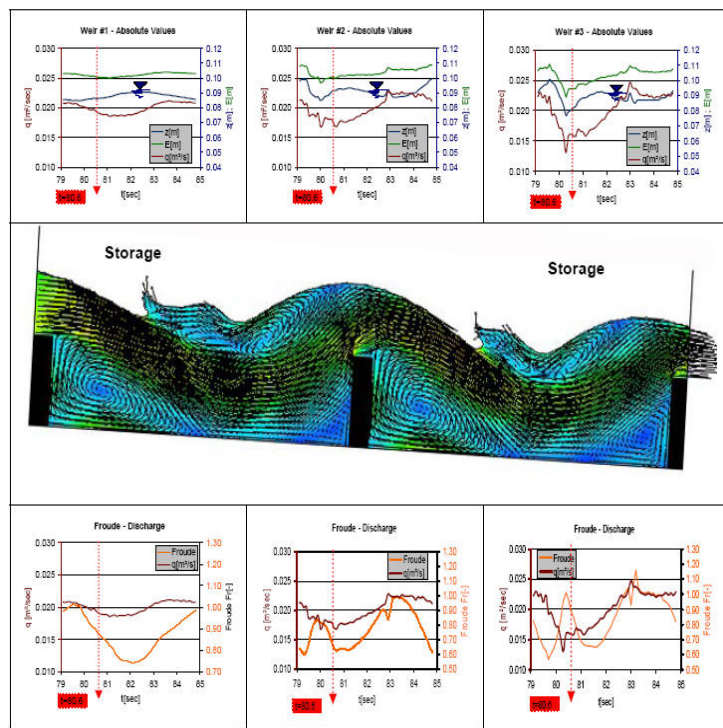


Abbildung 1: Beispiele von Forschungsaktivitäten: a) Vertiefende Untersuchungen zur Thematik Beschneigung (Projekt KNET) b) Wellenbildung in steilen, getrepten Gerinnen

Es wird angestrebt, die gestellten Ziele mit modernen Methoden auf hohem wissenschaftlichem Niveau zu bearbeiten und dabei Synergien innerhalb des Schwerpunktes auch zu den anderen Schwerpunkten der Fakultät und der Universität zu nutzen. Insbesondere ist die enge Vernetzung der Aktivitäten mit dem FSP „Computational Engineering“ zu nennen. Die Ergebnisse dienen sowohl der Erweiterung des Wissenstandes im Bereich Ingenieurwissenschaften (und werden dementsprechend in internationalen Zeitschriften veröffentlicht) als auch den Behörden, der Industrie und der Bauwirtschaft. Es ist also auch die Entwicklung von Prototypen und Patenten abzusehen.

2. Teilnehmer

Fakultät für Bauingenieurwissenschaften

Institut für Infrastruktur

- Arbeitsbereich für Geotechnik und Tunnelbau
- Arbeitsbereich für Wasserbau

- Arbeitsbereich für Umwelttechnik
- Arbeitsbereich für Straßenbau und Verkehrsplanung
- Arbeitsbereich für Eisenbahnwesen und öffentlicher Verkehr

Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

- Arbeitsbereich für Holzbau
- Arbeitsbereich für Baubetrieb, Bauwirtschaft und Baumanagement

Institut für Grundlagen der Bauingenieurwissenschaften

- Arbeitsbereich für Vermessung und Geoinformation
- Arbeitsbereich für Technische Mathematik und Bauinformatik

3. Forschungsleistungen

Drittmittelangestellte im FSP:	20 Dissertanten
Forschungsprojekte und Drittmiteleinahmen:	58 Projekte ca. 970,000.- /a
Publikationen:	32 Zeitschriftenbeiträge und 76 sonstige
Vorträge:	98
Lehre:	6 Dissertationen und 24 Diplomarbeiten

4. Ausgewählte Projekte

4.1 Wellenbildung in steilen, getreppten Gerinnen

Steigender Siedlungsdruck und erhöhter Platzbedarf führten im letzten Jahrhundert in den Alpen zur verstärkten urbanen Nutzung der Talböden und somit zur Notwendigkeit, die Fließquerschnitte von Wildbächen, Bächen und Rinnsalen zu reduzieren. Oft wurden Bäche im so genannten „harten“ Verbau mit Absturzstapeln ausgestattet, um die aus Begradigungen resultierenden, erhöhten Fließgeschwindigkeiten und der damit einhergehenden Sohlerosion, Einhalt zu gebieten.

Im Jahre 1991 traten bei einem zwanzigjährigen Hochwasser an einer solchen Absturzstapel der Ruetz im Stubaital, Wellen auf, welche sich vom Oberlauf in den Unterlauf bewegten, teilweise über die Ufer traten und Sachschaden anrichteten. Die Ursachen der Wellenbildung als auch die Wellen als solche waren damals noch weitgehend unbekannt. Im Rahmen von Modellversuchen am Institut für Infrastruktur - Arbeitsbereich Wasserbau, damals Institut für Wasserbau, der Universität Innsbruck, sollten die Ursachen für eine solche Wellenbildung ermittelt und Gegenmaßnahmen vorgeschlagen werden. Ein neuer Zweig der Grundlagenforschung wurde daraufhin am Institut für Infrastruktur – Arbeitsbereich Wasserbau eingerichtet.

Die Wellenbildung wurde in mehreren Diplomarbeiten und Dissertationen eingehend untersucht. Das Hauptziel der bisherigen Forschungsarbeiten war, die Ursachen der Wellenbildung aufzuzeigen. Um dieses Ziel zu erreichen kamen letztlich neben physikalischen Modellversuchen auch numerische Berechnungen zur Anwendung. Beide Methoden können als selbständige Eckpfeiler der Untersuchung betrachtet werden. Als solche bilden sie die Grundlage für die hybride Vorgehensweise in dieser Forschung.

Die sinnvolle Kombination aus numerischer Modellierung und physikalischem Modellversuch erwies sich als erfolgreich. Die Wellenbildung konnte in zuvor noch nie da gewesener Genauigkeit analysiert, erklärt und dargestellt werden.

Auf der Grundlage dieses Wissens konnten in dieser Arbeit auch wellenverhindernde Maßnahmen vorgeschlagen werden, welche in Zukunft noch genauer, systematischer Untersuchungen bedürfen. Die Grundlagenforschung lieferte somit durchaus Erkenntnis, welche auch in der Praxis relevant sind. Die Forschung an diesem interessanten Phänomen kann somit fortgesetzt werden.

4.2 Ein Vergleich verschiedener Fester Fahrbahnen in einem engen Bogen im Hinblick auf Schlupfwellenbildung und daraus resultierender Gleisbeanspruchungen (Dissertation FEICHTER)

Das Grundprinzip des Rad-Schiene-Systems ist das Rollen von Stahlrädern auf Stahlschienen. Die Räder des Radsatzes sitzen fest auf der Achswelle; Achswelle und Räder können sich deshalb nur gemeinsam und nicht von einander unabhängig bewegen. Bei Radien unter 600 m, die bei vielen Eisenbahnen trassierungsbedingt auftreten, kann die Differenz der Wege, die das bogenäußere und das bogeninnere Rad zurückzulegen hat, nicht mehr durch die Konizität der Radreifenlauffläche voll ausgeglichen werden. Das bogeninnere, durch die Fliehbeschleunigung bei der Bogenfahrt entlastete Rad beginnt zu schlupfen. Auf Grund dieses Vorganges entstehen auf der bogeninneren Schiene Wellen, deren Längen etwa 50 bis 180 mm und deren Tiefen bis zu maximal 0,6 mm betragen.

Beim Befahren solcher Bogenabschnitte entstehen Schwingungen, die eine zusätzliche Beanspruchung der Schiene, die Lockerung der Schienenbefestigung bzw. in Einzelfällen sogar den Bruch der Schwellenschrauben, die Zerstörung der Betonschwellen und des scharfkantigen Schotter, zusätzliche dynamische Beanspruchungen des Fahrzeuges sowie eine frühzeitige Verschlechterung der Gleisanlage hervorrufen. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen sowie aus Gründen des Umweltschutzes (Ansteigen des Schallpegels um bis zu 10 dB(A)) und zur Wahrung des Fahrkomforts müssen diese Schlupfwellen abgeschliffen werden. Dadurch entstehen Kosten und bei der Schiene Substanzverlust.

In der vorliegenden Arbeit werden zwei prinzipiell unterschiedliche Oberbaukonstruktionen einer Fester Fahrbahn hinsichtlich der Entwicklung der Schlupfwellen bezüglich Länge und Tiefe und daraus resultierender Reaktionen untersucht. Dabei handelt es

sich in einem Falle um eine auf dem Unterbau gelagerte Betontragplatte, im anderen Fall um gummiummantelte Betonschwellen, die in einer Betontragplatte eingesetzt sind, wobei bei der letztgenannten Konstruktion wegen des unmittelbaren Anschlusses an eine Weiche drei verschiedene Schienenneigungen (1:∞, 1:80 und 1:40) erforderlich sind.

Die beiden Oberbaukonstruktionen, die unterschiedliche Steifigkeiten aufweisen, werden mit Hilfe eines FE-Programmes modelliert und die Resonanzfrequenzen festgestellt. Schwerpunkte sind vertikale Wege, Feder- und Lagerkräfte sowie Momente am Träger. Die Ergebnisse sind in Diagrammen übersichtlich dargestellt.

Die durch die Modellrechnung gewonnenen Ergebnisse werden am Beispiel der Schnellbahnstrecke S7 in Wien im Bereich der Haltestelle Rennweg in einem Bogen mit einem sehr engen Halbmesser überprüft. Dabei wurden die Schlupfwellen in regelmäßigen Abständen abgezeichnet und bezüglich mittlere Wellenlänge, mittlere Wellentiefe, Wellenzahl pro laufendem Meter und Verwelligungsgrad ausgewertet und in Diagrammen in Abhängigkeit von der Streckenbelastung dargestellt. Ebenso ermittelt wurde die Rauigkeit der Wellenberge und Wellentäler in Längs- und Querrichtung sowie die Höhen- und Seitenabnutzung der Schiene. Für die Beurteilung der Oberbaukonstruktion wurden Beschleunigungsmessungen an ausgewählten Stellen in vertikaler und horizontaler Richtung bei beiden Konstruktionen durchgeführt und mit Hilfe einer FFT-Analyse die Leistungsdichtespektren ermittelt sowie Vergleiche zwischen Innenschiene und Außenschiene vorgenommen. Über den Intervall-effektivwert, der eine direkte Beziehung zum Energieinhalt einer Schwingung herstellt, wird die dynamische Beanspruchung des Oberbaues beurteilt.

Abschließend werden unter Verwendung der Theorie von Hertz auf Grund der abgezeichneten geometrischen Form der Schienenoberfläche die Schubspannungen im Schienenkopf für geschliffene bzw. verwellte Schienen berechnet und die Spannungsverteilung dargestellt.

4.3 Vertiefende Untersuchungen zur Thematik Beschneigung von Wintersportanlagen

Die Errichtung und der Betrieb der Beschneigungsanlagen ermöglichen die Bereitstellung eines entsprechenden Pistenangebotes während der gesamten Wintersaison. Damit werden der Tourismus und die Wirtschaft, im harten internationalen Wettbewerb um Schigäste, für ein Schigebiet unterstützt. Das Wasser, das für die Beschneigung verwendet wird, stammt in der Regel aus Fließgewässern aber auch aus Quellen, Grundwasser oder Seewasser. Um eine Wasserknappheit des Entnahmegewässers zu vermeiden, werden fallweise Speicherseen (Beschneigungsteichanlagen) oder die Trinkwasserzapfung als „Hilfsquellen“ der Beschneigung verwendet. Die derzeitige und zukünftige Trinkwasserbedarfsdeckung hat prinzipiell Vorrang gegenüber Wasserentnahmen für Beschneigungsanlagen. Auswirkungen auf den Wasserhaushalt erfolgen im Zuge der Wasserentnahme sowie bei der Rückgabe in Form von Schmelzwasser.

Das Untersuchungsgebiet für diese Studie liegt im Skigebiet Brunnalm St. Jakob im Defereggental in Osttirol. Für dieses Untersuchungsprogramm wurden zwei Untersuchungsflächen des Schigebietes festgelegt. Diese sind Untersuchungsgebiet 1 Feistritz (ca 1400 m Seehöhe) und Untersuchungsgebiet 2 Weißspitz (ca. 2400 m Seehöhe). Die beiden Untersuchungsflächen wurden so ausgewählt, dass Unterschiede in unterschiedlich technisch hergestelltem Schnee untersucht werden konnten.

Die Ziele dieser Studie können in folgende Punkte erfasst werden:

- Bestimmung des Abschmelzverhalten von technischem Schnee im Verhältnis zum Naturschnee
- Bestimmung des Abschmelzverhalten von unterschiedlich hergestellten technischem Schnee
- Beginn sowie Ende des Ausaperns einer Fläche oder einer Schneeart
- Schneedichte, Schneewassergehalt von unterschiedlich hergestelltem technischem Schnee
- Wasserbilanz der Schneedecke
- Die Menge an technischem Schnee, die wieder in den Grundwasserspiegel gelangt

Um die Ziele dieser Studie zu erreichen, wurde ein Messprogramm in dem Untersuchungsgebiet der Schisaison 2005/2006 durchgeführt und im Schisaison 2006/2007 fortgesetzt). Bei diesem Messprogramm wurden folgende Parameter bei allen Testfeldern gemessen:

- Bodentemperatur (mittels ebi-6 Datenlogger)
- Bodenfeuchte (mittels Ech20 –Sonden)
- Schneehöhe mittels Pegelmessungen und Sondierungen
- Schneedichte und Schneewassergehalt mittels eines Schneebohrers
- Auswertung der Beschneigungsdaten

Im Bereich des Testfeldes Almispitz (ca. 2450 m Seehöhe), wurde für diese Studie eine Wetterstation aufgestellt, um die meteorologischen Daten vor Ort zu erheben. Die gemessenen Daten wurden im Minutentakt gespeichert um genaue Vergleichsdaten mit der ZAMG-Klimastation im Tal machen zu können.

Mit den erhobenen Daten wird in der Zukunft das Abschmelzverhalten unterschiedlich hergestelltem Schnee mittels einer lokalen detaillierten (Wasser-Schnee) Bilanzierung dargestellt. Weiters ist auch das Ziel mit Hilfe der erhobenen Daten eine regionale Bilanzierung der Wasserbilanz unter Einfluss der Beschneigung zu entwickeln. Dazu werden primär die Erkenntnisse vom detaillierten Modell in ein regionales und GIS basiertes Bilanzmodell eingebaut. Dabei kann ein Vergleich bzw. die Änderung der hydrogeologischen Daten eines Gebietes in dem eine Beschneigung eingesetzt wurde untersucht werden.

4.4 Dimensionierung von Fundamenten von Liftstützen am Gletschereis

Am Stubaier Gletscher sind bereits einige Liftanlagen erfolgreich direkt am Gletschereis fundiert worden. In diesem Projekt werden wissenschaftliche Grundlagen zur Dimensionierung dieser Fundamente nach dem neuen Sicherheitskonzept entwickelt.