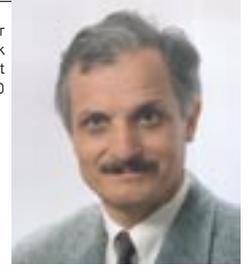


O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.mont. Wulf Schubert
Institut für Felsmechanik und Tunnelbau
E-Mail: schubert@tugraz.at
Tel: 0316 873 8614



O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gernot Beer
Institut für Baustatik
E-Mail: beer@ifb.tu-graz.ac.at
Tel: 0316 873 6180



Advanced Construction Technology and Innovative Geotechnical Engineering

Die Bauindustrie ist mit einem Anteil von ca. 10 % des BNP und einer Beschäftigungsrate von 20% der größte industrielle Arbeitgeber in der Europäischen Union. Deshalb ist die Bauindustrie ein bedeutender Faktor für die konjunkturelle Entwicklung der EU. Infolgedessen ist der Fortschritt im Bauwesen von hoher gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Relevanz. Aktuelle Forschungsthemen betreffen wichtige Fragen der Lebensqualität, der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes, der Katastrophenvorsorge und der Wirtschaftlichkeit. Infolge der großen Breite der Forschungsbereiche im Bauingenieurwesen werden die Bereiche Advanced Construction Technology und Innovative Geotechnical Engineering getrennt behandelt.

Advanced Construction Technology

Der Bausektor lässt sich nur schwer im industriellen Sinne systematisieren. Kaum ein Bauwerk gleicht dem anderen. Man baut in der Regel Prototypen, deren tatsächliches Tragverhalten sich nicht experimentell verifizieren lässt. Deshalb repräsentieren eine Vielzahl von Vorschriften (Bauordnung, Normen, Richtlinien, Zulassungen etc.) den „Stand der Technik“. Forschungsergebnisse aus dem geplanten Forschungsschwerpunkt sind für eine stetige Weiterentwicklung unumgänglich. Notwendige Forschungsthemen betreffen nicht nur Neu- und Umbauten, sondern auch Fragen der Bauwerkserhaltung und Sanierung. Bereits heute liegen beispielsweise die Erhaltungskosten von Brücken in ähnlicher Größenordnung wie das Budget für Neubauten. Künftig wird die Erhaltung und Revitalisierung der Bausubstanz eine Hauptaufgabe der Baubranche darstellen.



Das Bautechnikzentrum (BTZ)

Die geplanten Forschungsinhalte verfolgen folgende Ziele:

- Entwicklung verbesserter Methoden zur Projektierung, Planung, Ausführung und zum Betrieb von Bauwerken
- Verbindung von theoretischer Forschung, numerischen Simulationsmethoden und hochtechnologischer Versuchstechnik
- Integrierte Werkstoff- und Konstruktionsforschung

Bestehende Infrastruktur, Ausstattung, Kompetenzen

Das Bautechnikzentrum (BTZ) bietet die ideale Infrastruktur für experimentelle Methoden, die zur Verifizierung von numerischen Simulationsmethoden unabdingbar sind. Im BTZ sind folgende Labors vertreten:

Konstruktive Versuchsanstalt (KVA): Aufspannfeld mit 200 m² Grundfläche. Belastung bis zu 4 MN möglich. Digitale Messung von 48 Messwerten gleichzeitig.

Holzbau & Holztechnologie: 2 kraft- und weggesteuerte Zugprüfgeräte (max. 850 kN) und 1 Universalprüfgerät (Lastbereich bis 300 kN), Holztechnologielabor.

Bauphysik: Fenster- und Fassadenprüfstand, Schallprüfstand für Fenster, Türen, Fassaden, Deckenkonstruktionen und Fußbodenaufbauten, Schalllängsleitungsprüfstand.

Die Erweiterung mit der Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt (TVFA) für Festigkeits- und Materialprüfung ist in Planung. Damit verfügt die TU Graz über ein kompaktes Kompetenzfeld für Material und Konstruktion. Für numerische Simulationen und Untersuchungen steht neben der EDV Ausstattung der Institute der Supercomputer des Zentralen Informatikdienstes zur Verfügung.

Kompetenzen bestehen auf dem Gebiet der experimentellen Versuchstechnik, numerischen Simulationsmethoden, design codes, virtuellen Realität, Bauinformatik etc. Die einzelnen Institute kooperieren in der Lehre und Forschung mit vielen nationalen und internationalen Universitäten und Forschungseinrichtungen (MIT, Univ. of Sydney, ETH etc.) und sind in zahlreichen europäischen und internationalen Gremien (EUROCODE Ausschüsse, ENCORD, IABSE etc.) vertreten. Seit 1.1.2003 arbeitet das holz.bau forschungs gmbh Kompetenzzentrum mit einem Budget von € 2,8 M und einer Laufzeit von 4 Jahren.

Forschungsbereiche

Das virtuelle Bauwerk

Der heutige Einsatz computerorientierter Methoden ist für einzelne Bereiche des Planungs- und Bemessungsprozesses teilweise weit entwickelt. Derzeit ist jedoch die Kommunikation aller an der Planung und der Bauausführung Beteiligten (Architekt, Bauingenieur, Statiker, Bauphysiker, Gebäudetechniker, Elektrotechniker, Facility Manager etc.) sowie eine nahtlose Schnittstelle mit numerischen Simulationsmodellen noch nicht implementiert.

a) Abgeschlossene Projekte

EUREKA Projekt CIMSTEEL, FFF-Projekt „Computer Integrated Informationssystem“, PROSECCO (Product and Service Concept for Business Line Construction), OSB8000-Forschungshaus.

b) Laufende Projekte

FFF-Projekt: „FEM Modellierung im Stahlbrückenbau“, FFF-Projekt Virtuelles Prototyping von zylindrischen Silostrukturen. Plusenergie-wohnbau



Versuch eines Glas-Beton Verbundträgers

c) Geplante Projekte

Virtuelles Bauwerk (Koordinator: Bauinformatik): Ein Datenaustausch mit der übergeordneten Datenbank für Projektentwicklung, Projektplanung und Facility Management soll realisiert werden. Es ermöglicht die Kommunikation aller an der Planung und Bauausführung Beteiligten während der Planungs-, Herstellungs- und Betriebsphase bis zum Abbruch und Entsorgung.

Simulationsmethoden im Bauwesen

Zielsetzung ist die statische sowie dynamische Berechnung von Bauwerken aus Verkehrslasten sowie aus außergewöhnlichen Einwirkungen wie z.B. Brand, Explosion oder Erdbeben. Dabei spielt das Zusammenwirken von Bauwerk und Untergrund eine nicht unerhebliche Rolle.

a) Abgeschlossene Projekte

Brite/Euram Projekt SIMCES (System Identification to Monitor Civil Engineering Structures), BEFE Concrete.

b) Laufende Projekte

Erdbebenanalyse von Lagertanks, Rolling Stock analysis of bridges, Tragverhalten von Stahlbetonkonstruktionen unter Hochtemperatureinfluss (Brand), Rückhaltesysteme auf Straßenbrücken, Simulation der Boden-Bauwerkinteraktion. „holz.bau“ Projekt: P01_shell structures (flächige Holzprodukte).

c) Geplante Projekte

Dynamik und Bauwerk (Koordinator: Baustatik): Simulationsmethoden für die Bemessung von Bauwerken unter dynamischen Einwirkungen sollen verbessert und weiterentwickelt werden. Untersucht werden z.B. das Tragverhalten von Betonbauten, die Boden-Bauwerkinteraktion, das elasto-plastische Tragverhalten von Stabwerken, Platten und Schalentragwerken.

Die Fläche im Holzbau (Koordinator: Holzbau & Holztechnologie): Entwicklung einer mechanisch-konsistenten Berechnungstheorie für Flächenprodukte wie Brettsperrholz und Spanprodukte unter Berücksichtigung der wesentlichen mechanischen Eigenschaften. Die Erweiterung soll auf das dynamische Verhalten wie z. B. Schwingungsanregungen oder Erdbeben erfolgen.

Grundlagen der europäischen „design codes“

Die Europäischen Design Codes (EUROCODES) stellen die kom-

primierte Zusammenfassung des State-of-the-art im konstruktiven Ingenieurbau dar. Ziel ist es zum Fortschritt dieses Wissens durch theoretische Forschung, durch moderne numerische Simulationsverfahren und durch experimentelle Forschung beizutragen.

a) Abgeschlossene Projekte

Traglasten von Stäben aus Stahl bei Druck und Biegung, Nicht-lineare Berechnung von räumlichen Stabtragwerken aus Stahl, Entwurf der Önorm B 4750 (EC-nahe Spannbeton-Norm).

b) Laufende Projekte

Influence of cross-section shape on lateral restraints on the spatial buckling behaviour of steel members, Plastische Tragfähigkeit von semi-kompakten Stahlquerschnitten, Projekt Strassenbrücken, Innovative Ansätze zum Durchstanzproblem, Schubtragvermögen in kreisförmigen Stahlbetonstäben, „holz.bau“ Projekt: P07_Standardisation (Umsetzung europäischer Normenwerke).

c) Geplante Projekte

SEMI-COMP (EU Antrag, Stahlbau): Plastic member capacity of semi-compact steel sections - a more economic design

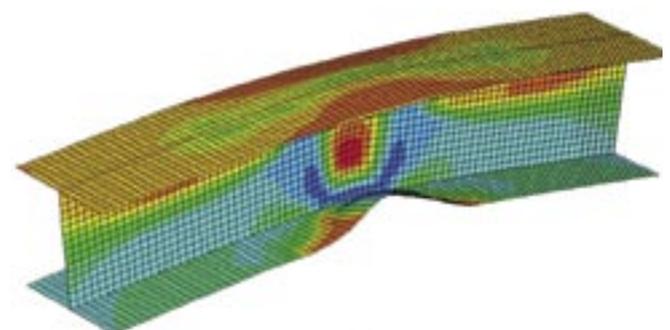
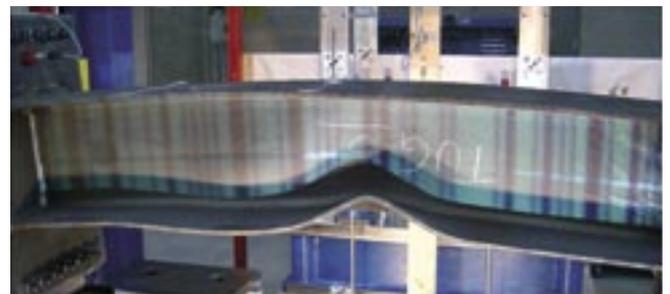
ECOSTAB (EU Antrag, Stahlbau): Economic treatment of combined actions in stability assessments for steel structures

Innovationen in Material und Konstruktion

Vor allem bei den Baustoffen Beton und Holz konnten im letzten Jahrzehnt bemerkenswerte technologische Fortschritte erzielt werden. Die neuen Materialien zeichnen sich nicht nur durch eine verbesserte Dauerhaftigkeit aus, sondern sie eröffnen auch neue Wege und Möglichkeiten für innovative Bauweisen.

a) Abgeschlossene Projekte

Entwicklung leistungsfähiger Holzleimbauteile durch den Einsatz



Tragfähigkeit von Stahlprofilen: Versuch und Simulation

von maschinell festigkeitssortiertem Holz, Intelligent Manufacturing of Wood Products using Color, x-ray and Computer Tomography-based Quality Control, Entwicklung innovativer Hartholzprodukte für den Einsatz im Baubereich, Die Glas-Beton-Verbundbauweise, Verstärkung von Brettschichtholz durch schräg zur Faserrichtung aufgeklebte Glasfasergewebe.

b) Laufende Projekte

Thermisch verfestigtes Glas in der Glas-Beton-Verbundbauweise, Brückenbaumethoden mit dünnwandigen Querschnitten aus UHPC, Entwicklung von Stabtragwerken aus Hochleistungsbeton mit innovativen Bewehrungen, XXL-Starkholz, Maschinelle Sortierung von Brettschichtholzlamellen, „holz.bau“ Projekt: P03_qm-online (Qualitätsüberwachung der Produktion), „holz.bau“ Projekt: P05_grading (Sortierung).

c) Geplante Projekte

Der virtuelle Baum (Koordinator: Holzbau & Holzbautechnologie): Das Arbeitsgebiet umfasst die geometrische Beschreibung des Baumstammes in den globalen und lokalen Unregelmäßigkeiten und aufbauend auf diese Geometrie mechanische Berechnungen des Versagens unter Verwendung räumlicher Bruchkriterien und neuer Erkennungsverfahren wie z. B. die Mikrowelle.

Bauwerkserhaltung

Mit dem Ziel des nachhaltigen Bauens hat die ökologische Bewertung von Baustoffen und Bauteilen und die vergleichende Lebenszyklusanalyse von unterschiedlichen Bauweisen (Massivbau, Stahlbau) große Bedeutung.

a) Abgeschlossene Projekte

Autobahnbrücke Urstein: Entwicklung eines neuen Brückendecks in Verbundbauweise.

b) Laufende Projekte

Erhaltung und Instandsetzung von Brückenbauwerken, Entwicklung von Methoden zur Diagnostik des Brückenzustandes, Eisenbahnübergang Jauntal für die Koralm-Strecke der HL AG: (Umbau zu Verbundsystem für die Hochleistungsstrecke)

c) Geplante Projekte

Bauwerksinstandsetzung (Koordinator: Baustofflehre): Zu Fragen der Bauwerkssanierung sollen Methoden zur Beurteilung der Sanierungswürdigkeit von Hochbauten (ökologisch, ökonomisch, energetisch, statisch-konstruktiv) entwickelt werden, wozu eine lebenszyklusweite Gebäudedokumentation beiträgt. Es soll die Resttragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit verwendeter Produkte bestimmt werden.

Beteiligte Organisationseinheiten

Bauinformatik, Baustatik, Baustofftechnologie, Betonbau, Stahlbau und Flächentragwerke, Holzbau & Holztechnologie, Konstruktive Versuchsanstalt (KVA), Technische Versuchs- und Forschungsanstalt für Festigkeits- und Materialprüfung (TVFA), Tragwerkslehre, Hoch- und Industriebau, Projektentwicklung und Management und andere.

Nähere Information unter:

<http://www.cis.tu-graz.ac.at/ibb>

<http://www.cis.tu-graz.ac.at/shf>

<http://www.ifb.tugraz.at>

Innovative Geotechnical Engineering

Ein Ziel dieses Forschungsbereiches ist, durch die enge Vernetzung verschiedener Wissenschaftsdisziplinen den bereits bestehenden Schwerpunkt Geotechnik an der TU Graz weiter zu stärken und die führende Rolle der Gruppe Geotechnik Graz in Österreich und auch international weiter auszubauen.

Durch neue Zugänge in der Labortechnik einerseits, sowie durch Weiterentwicklung der Analyse-, Beobachtungs- und Modellierungsmethoden andererseits soll der komplexe Baustoff Gebirge und die Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Baugrund zutreffender beschrieben werden, wodurch die Unsicherheiten beim Bauwerksentwurf reduziert werden können.

Folgende Schwerpunkte bilden den Kern des Forschungsbereiches:

Gebirgscharakterisierung

Die Gebirgscharakterisierung ist die Grundlage für jede ingenieurmäßige Auseinandersetzung mit dem Gebirge im weiteren Sinne. Sie umfasst die Beobachtung in der Natur, das Ermitteln von physikalischen Größen inklusive der hydraulischen Eigenschaften, die statistische Bearbeitung der Daten und das Modellieren.

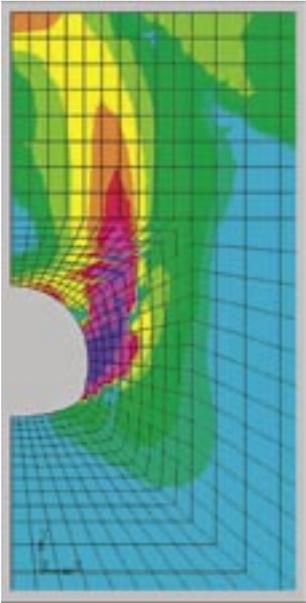


Entwicklung eines Scherbandes in geschiefertem Gebirge

Ziel der Gebirgscharakterisierung ist die Kontrolle des Unsicherheitsfaktors „Baugrund“ bei der Errichtung von Ingenieurbauwerken und bei der Beurteilung von Naturgefahren. Die zuverlässige Ermittlung von Gesteins- und Gebirgskennwerten erfordert auf Grund ihrer natürlichen großen Bandbreite interdisziplinäre Zusammenarbeit. Ein breites Spektrum natur- und ingenieurwissenschaftlicher Methoden kommt zur Anwendung. Die komplexen Eigenschaften des Gebirges, im Besonderen von Störungsgesteinen stellen eine besondere Herausforderung dar, wobei der Betrachtungsbereich bis in größere Tiefen der oberen Erdkruste ausgedehnt werden muss. Diese Eigenschaften können derzeit zum Teil nur empirisch erfasst werden. Intensive Beschäftigung mit dem Baugrund vom Mikro- bis in den Makrobereich soll dazu beitragen, die Empirie durch wissenschaftlich fundierte Methoden zu ergänzen, bzw. zu ersetzen.

Zur zutreffenden Berechnung sind die Entwicklung von gebirgsartspezifischen Materialmodellen, sowie die Verbesserung von Berechnungsmethoden erforderlich.

So sind z.B. für normal konsolidierte Tonböden und locker bis mitteldicht gelagerte Sande Stoffgesetze, die unterschiedliches Steifigkeitsverhalten bei Be- und Entlastung berücksichtigen, im Rahmen von numerischen Berechnungen von Bedeutung. Bei überkonsolidierten Tonböden und dicht gelagerten Sanden ist vor allem die



Numerische Simulation der Entwicklung von Scherbändern bei einem oberflächennahen Tunnel

Simulation von so genannten Scherbändern zur Nachbildung der natürlichen Mechanismen erforderlich.

Die Verbesserung in der Kenntnis der Gebirgseigenschaften dient unter anderem zur Erhöhung der Prognosesicherheit, der Auswahl der geeigneten Lösemethoden, der Auswahl effizienter Baumethoden und der Erhöhung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der zu errichtenden Bauwerke.

Interaktion Bauwerk-Gebirge

Bei der Realisierung von Bauwerken wie z. B. Gebäuden, Brücken, Kraftwerken, Tunnels, Straßen- und Eisenbahnanlagen sowie Wasserver- und Abwasserentsorgungseinrichtungen kommt der Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Untergrund eine wesentliche Bedeutung zu. Dies gilt auch für die Auswirkung neuer Bauwerke auf bestehende Nachbarbauwerke. Die Entwicklung komplexer Systeme unter Einbeziehung der das Gebirge und das Bauwerk charakterisierenden Unsicherheiten ist eine Notwendigkeit. Im Zuge des

Schwerpunktes wird insbesondere der Wechselwirkung zwischen Bauwerk und Gebirge beim innerstädtischen, oberflächennahen und dem tief liegenden Tunnelbau, wie es für die Alpentransversalen zur Anwendung kommt, sowie bei Gründungen von Sperrbauwerken nachgegangen. Für beide Aufgabenbereiche weisen Österreich und die an der TU Graz vorhandenen Forschungsinstitutionen eine herausragende Kompetenz auf.

Natural Hazards

Ziel dieses Forschungsbereiches ist es, in enger Zusammenarbeit mit den anderen Teilbereichen die Ursachen und das Entstehen von Naturgefahren, den Ablauf extremer Ereignisse und deren Auswirkung auf die Kulturlandschaft und den Menschen zu untersuchen sowie zuverlässige Prognosen zu ermöglichen.

Die Phänomene umfassen Langzeitvorgänge, sowie oft katastrophale Kurzzeitereignisse. Die Untersuchungsmethoden schließen die Auswertung von Ereignissen, Messung, Monitoring, Modellbildung, Berechnungen und Modellversuche ein.

Monitoring

Die Beobachtung hat in der Geotechnik wegen der praktischen Unmöglichkeit der genauen Erfassung und Quantifizierung aller Parameter und Einflussfaktoren eine herausragende Stellung und ist integrierter Bestandteil des Geotechnical Engineering.

Auf dem Gebiet der Messdatenanalyse im Tunnelbau ist die Gruppe Geotechnik Graz weltweit führend. Verbesserungen in der Messtechnik und den Analyseverfahren sollen diese Position verstärken. Das langfristige Ziel ist ein Werkzeug zu entwickeln, welches über eine teilautomatisierte Messdatenanalyse auf Basis von Expertenwissen verfügt.

Ein Monitoringsystem für Massenbewegungen basierend auf GPS kann autonom und kontinuierlich eingesetzt werden. Eine Auswertesoftware mit speziellen Algorithmen zur Steigerung der erreichbaren Genauigkeit wurde entwickelt. Das System ist seit drei Jahren bei einer tiefen Massenbewegung erfolgreich im Einsatz und



Massenbewegung als Bedrohung für eine Besiedlung
Foto: R.L.Schuster, USGS

ist eine wichtige Grundlage für die geotechnische Modellierung. Die Gründe für den zeitlichen Verlauf der Kinematik von Massenbewegungen sollen erforscht werden, um das Risiko einer Rutschung abschätzen zu können.

Die Untersuchung der Korrelation von mikroseismischen Daten mit GPS bestimmten Bewegungen wird dafür ein neues Forschungsthema sein.

Beteiligte Organisationseinheiten

Technische Geologie und Angewandte Mineralogie, Bodenmechanik und Grundbau, Felsmechanik und Tunnelbau, Wasserbau und Wasser-

wirtschaft, Navigation und Satellitengeodäsie, Fernerkundung und Photogrammetrie, Geoinformatik, Baubetrieb und Bauwirtschaft, Bergbaukunde (MUL), Institut für Weltraumforschung (ÖAW), Institut für Geothermie und Hydrogeologie (JR)

www.geotechnical-group.TUGraz.at/
www.cis.tugraz.at/wb/
www.cis.tugraz.at/ivm/
www.bau.tugraz.at/bbw/
bbksrv.unileoben.ac.at
ihg.joanneum.at/

With a GDP contribution of 10% and a global employment rate of 20% the building industry is the biggest employer in the European Community. The Industry is an important factor for economic growth in the EU. Therefore advances in construction have a high impact on both the economy and society. Research topics are concerned with quality of life, sustainability, ecology, prevention of catastrophes and economy. Due to the breath of research areas it is not possible to describe all aspects in a homogeneous way. Therefore the article was split up into two main parts: Advanced Construction Technology and Innovative Geotechnical Engineering.

Advanced Construction Technology

It is difficult to conceptualize the construction industry in the industrial sense. Usually prototypes are built, whose load carrying capacity can not be verified experimentally. The current state of the art is represented by a multitude of codes of practice. Results from the planned research areas are necessary for further development. Research topics are not only concerned with new constructions, but also with questions of conservation and reconstruction. Today the costs of the conservation of bridges are in the same order of magnitude as the cost of constructing new ones. In future the maintenance and revitalization of the infrastructure will be one of the main tasks of the construction industry.

The aims of the planned research areas are:

- *Development of improved methods for the planning, design, execution and operation of buildings and bridges.*

- *Combination of theoretical research, numerical simulation methods and high tech experimental methods.*
- *Integrated material and construction research*

At Graz University of Technology we have a rich mixture of competences and excellent facilities for the planned integrated research activity. These include:

- *Experimental facilities at the newly completed 12 M€ building that houses the Construction Research Center.*
- *A competence center on timber research (budget 2,8 M€ over 4 years is operating since the beginning of 2003)*
- *Expertise in theoretical and experimental construction technology including software development, numerical simulation, virtual reality and building physics, informatics.*

The planned research projects can be grouped as follows:

- *The virtual building*
- *Simulation methods in construction*
- *Basis for design codes*
- *Innovations in material and construction*
- *Building maintenance*

Innovative Geotechnical Engineering

Close interdisciplinary co-operation between different institutes of Graz University of Technology has led to the formation of the Geotechnical Group Graz. This group over the last decade has concentrated on practice oriented research and development, and has reached a high international reputation.

Within this research program, special emphasis will be put on the following topics:

Rock Mass Characterization

Appropriate rock mass characterization besides high quality geological modeling is one of the key elements of a successful realization of projects. In-depth research will contribute to a more realistic description of ground properties.

Rock Mass Structure Interaction

The interaction between ground and structures like buildings, bridges, tunnels, roads, railways, dams, etc. dominantly influences the structures' layout, construction methods and sequences. Improvements in the rock mass characterization, as well as simulation and construction methods will lead to more economical and sustainable structures.

Natural Hazards

Interdisciplinary research shall contribute to quickly and reliably identify natural hazards and assess mechanisms and risks.

Monitoring

Due to the limited information on the ground structure and quality, observational approaches will also be extensively used in the future. The group in Graz has a high reputation in the fields of monitoring of surface and underground structures, the data evaluation and interpretation. One of the goals is to develop expert systems, which shall support an efficient data analysis and interpretation.