

## SG4SSI

Sensor Grid for Soil-Structure-Interaction

|                                 |                                                                                                              |                        |            |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2022, Expedition Zukunft Wissenschaft 2022                            | <b>Status</b>          | laufend    |
| <b>Projektstart</b>             | 01.04.2024                                                                                                   | <b>Projektende</b>     | 31.03.2027 |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2024 - 2027                                                                                                  | <b>Projektlaufzeit</b> | 36 Monate  |
| <b>Keywords</b>                 | Bauwesen, Messtechnik, Boden-Bauwerk Interaktion, Sensortechnologie, Beobachtungsmethode, Numerische Analyse |                        |            |

### Projektbeschreibung

Die Fundierung von Bauwerken und die Ableitung von Kräften und Lasten sind bei jedem Bauwerk erforderlich, um dessen Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit zu gewährleisten. Hierzu tritt das Bauwerk mit dem Untergrund in Interaktion, woraus folgend die Eigenschaften und Randbedingungen des Bodens (sowohl bei Locker- als auch bei Festgestein) berücksichtigt werden müssen. Generell wird dieses Zusammenwirken als Boden-Bauwerk-Interaktion bezeichnet und erfordert sowohl eine geotechnische als auch konstruktive Betrachtung, und muss zudem im Verhalten des Gesamtbauwerkes berücksichtigt werden. Um das durch Inhomogenitäten, die Entstehungsgeschichte und seinen Aufbau geprägte Verhalten des Untergrundes besser im Entwurfs- und Planungsprozess berücksichtigen zu können, bietet die Geotechnik (im speziellen der Eurocode 7) die Möglichkeit die Beobachtungsmethode anzuwenden. Dieses Verfahren ermöglicht es, basierend auf einer vorangegangenen Berechnung (meist mittels numerischer Lösungen) und in Kombination mit einem baubegleitenden Monitoring das Verhalten des Bauwerkes im Zusammenspiel mit dem Untergrund zu erfassen. Ziel hierbei ist es, die Sicherheit der Konstruktion in jeder Phase zu gewährleisten, erforderliche Verstärkungen oder Zusatzmaßnahmen zu ermöglichen und dennoch wirtschaftliche und nachhaltige Konstruktionsformen und Herstellungsmethoden zu garantieren.

Im Regelfall werden hierzu Messgrößen wie die Verformung, Verschiebung und Deformation herangezogen, um auf Schnittkräfte, Beanspruchungen und Lastabtragungsmechanismen schließen zu können. Mit dem vorliegenden Projektantrag SG4SSI (Sensor-Grid 4 Soil-Structure-Interaction) soll die Möglichkeit der Anwendung neuer Sensoren untersucht werden, welche es ermöglichen, die Spannungsverteilung zwischen Bauwerk und Untergrund flächig zu erfassen und so einen direkten Rückschluss auf Beanspruchungen, die Bettung der Konstruktion und sich einstellende Lastabtragungsmechanismen ermöglichen. Ergänzend zu den oben angeführten Messgrößen kann so eine umfassendere Aussage zum Verhalten des Untergrundes bei Interaktion mit einem Bauwerk – die maßgebende Fragestellung der Beobachtungsmethode - gegeben werden.

Hierzu sind eine Reihe von Laborversuchen geplant, bei welchen eine laufende Steigerung der Beanspruchungssituation vorgenommen wird und zudem unterschiedliche Randbedingungen (z.B. Vertikallasten kombiniert mit Scherbeanspruchungen) betrachtet werden. Mit der Durchführung von Zentrifugentests, welche auf Grund des Ausschlusses von Maßstabeffekten die Königsklasse in der geotechnischen Versuchstechnik darstellen, soll hier zudem eine state-of-the-

art wissenschaftliche Betrachtung sichergestellt werden. Zudem soll mit Feldversuchen an Fundamenten und Strukturelementen die Praxistauglichkeit des Messkonzeptes in einer realitätsnahen Umgebung erprobt werden. Zusätzlich werden numerische Betrachtungen vorgenommen, um im Zuge der Versuchsplanung die Bandbreite der zu erwartenden Ergebnisse aufzuzeigen, hochwertige Stoffgesetze zu validieren und in weiterer Folge einen Workflow für die Integration numerischer Untersuchungen im Zusammenhang mit der Beobachtungsmethode aufzuzeigen.

Ziel des Projektes ist es, die Anwendbarkeit der beschriebenen flächigen Spannungsmessung aufzuzeigen und diese mit den Möglichkeiten aktueller Ansätze in der Numerik (z.B. Real-Time-Back-Analysis) zu koppeln. Damit soll das Projekt eine Validierung der Anwendung dieser Technologie in der Geotechnik ermöglichen und zudem mögliche Anwendungsgrenzen aufzeigen, bzw. erforderliche Verbesserungen schaffen und das Weiterentwicklungspotenzial entsprechend darstellen.

## **Abstract**

The foundation of structures and the transfer of forces and loads are necessary for every structure to ensure its stability and serviceability. For this purpose, the structure interacts with the subsoil, which means that the properties and boundary conditions of the soil (both loose and solid rock) must be taken into account. In general, this interaction is referred to as soil-structure interaction and requires both geotechnical and design consideration and must also be taken into account in the behavior of the overall structure. In order to better take into account the behavior of the subsoil, which is characterized by inhomogeneities, the history of its formation and its structure, in the design and planning process, geotechnical engineering (in particular Eurocode 7) offers the possibility to apply the observation method. This method makes it possible, based on a previous calculation (usually by means of numerical solutions) and in combination with monitoring during construction, to record the behavior of the structure in interaction with the subsoil. The aim here is to ensure the safety of the design at every stage, to allow for necessary reinforcements or additional measures, and yet to guarantee economical and sustainable design forms and construction methods.

As a rule, measured variables such as deformation, displacement and deformation are used for this purpose in order to be able to draw conclusions about internal forces, stresses and load transfer mechanisms. The present project proposal SG4SSI (Sensor-Grid 4 Soil-Structure-Interaction) is intended to investigate the possibility of using new sensors that make it possible to record the stress distribution between the structure and the subsoil over a wide area and thus enable direct conclusions to be drawn about stresses, the bedding of the structure and the load transfer mechanisms that occur. In addition to the measured variables listed above, a more comprehensive statement can be made on the behavior of the subsoil when interacting with a structure - the decisive issue of the observation method.

For this purpose, a series of laboratory tests is planned, in which a continuous increase of the stress situation is carried out and, in addition, different boundary conditions (e.g. vertical loads combined with shear stresses) are considered. With the execution of centrifuge tests, which represent the top class in the geotechnical testing technique due to the exclusion of scale effects, a state-of-the-art scientific consideration is to be ensured. In addition, field tests on foundations and structural elements will be used to test the practical suitability of the measurement concept in a realistic environment. In addition, numerical observations will be carried out to show the range of expected results in the course of the design of the experiments, to validate high-quality material laws and subsequently to show a workflow for the integration of numerical investigations in connection with the observation method.

The aim of the project is to demonstrate the applicability of the described two-dimensional stress measurement and to couple it with the possibilities of current approaches in numerics (e.g. real-time back analysis). Thus, the project shall enable a validation of the application of this technology in geotechnics and furthermore point out possible application limits, respectively create necessary improvements and present the further development potential accordingly.

## **Projektkoordinator**

- Vereinigung Österreichischer Bohr-, Brunnenbau- und Spezialtiefbauunternehmungen (VÖBU)

## **Projektpartner**

- Hochschule Luzern Departement Technik & Architektur
- sendance GmbH
- Technische Universität Graz Institut für Bodenmechanik, Grundbau und Numerische Geotechnik