

## SaRAS

Safety and Risk of Anchored Structures

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.01.2023	<b>Projektende</b>	31.12.2023
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2023	<b>Projektlaufzeit</b>	12 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Geankerte Konstruktionen sind ein wesentlicher Bestandteil der Geotechnik, welche vor allem als Baugrubensicherung, zur Herstellung von Stützbauwerken und für Hangsicherungsmaßnahmen eingesetzt werden. Aufgrund der technischen, ökonomischen und nicht zuletzt ökologischen Vorteilen, die mit der Errichtung derartiger Bauwerke einhergehen, werden diese insbesondere im Nahbereich von Infrastrukturanlagen ausgeführt. Trotz aller Vorteile stellt die Verankerung mit metallischen Zuggliedern im Untergrund auch eine erhebliche Herausforderung für die Ingenieure und Ingenieurinnen, die ausführenden sowie die erhaltenden Unternehmungen dar. Da die Bemessungslebensdauer bis zu 100 Jahre beträgt, bestehen enorme Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von geankerten Konstruktionen. Inspektions- und Prüftätigkeiten an Bestandsbauwerken lassen hier einen vermehrten Korrosionsangriff an den Zugelementen erkennen, welcher neben der optischen Beeinträchtigung auch eine sicherheitsrelevante Auswirkung (d.h. eine Abnahme der Tragfähigkeit) mit sich zieht. Um den Erhaltungszustand des Bauwerkes zu beurteilen und damit auch die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer\*Innen zu gewährleisten, ist eine genaue und zuverlässige Erfassung der Konstruktion (einschließlich der Zugelemente) von größter Bedeutung. Neben der visuellen Begutachtung, der messtechnischen Überwachung, sowie Ankerabhebekontrollen stehen aktuell jedoch nur unzureichende Methoden zur präzisen Erfassung sicherheitsrelevanter Einflussgrößen zur Verfügung. Das vorliegende Forschungsprojekt SaRAS (Safety and Risk of Anchored Structures) hat zum Ziel, neue und innovative Methoden zur Zustandsbewertung von geankerten Konstruktionen zu entwickeln und diese auch in der Praxis zu etablieren. Dazu werden die bekannten Schadensbilder und Mängel an derartigen Konstruktionen in Zusammenarbeit mit Bauwerkserhalten und Ingenieurbüros aufbereitet, ergänzt durch die Aufnahme und Erfassung einiger ausgewählter Bauwerke. Die Ergebnisse werden anschließend in eine bestehende, öffentlich zugängliche Datenbank zu Ankersystemen einfließen, die als Grundlage für die Zustandserfassung geankerter Konstruktionen dienen soll. Da die Qualität dieser Erfassung auch stark von der (häufig unzureichenden) Bauwerksdokumentation abhängt, soll eine Methode zur Erfassung nicht einsehbarer Kennwerte (z.B. Länge Freispiel- und Haftstrecke sowie Vorspannkraft) durch die dynamische Anregung der Bauteilkomponenten untersucht und durch Laborversuche validiert werden. Zudem wird die Methode der automatischen, berührungslosen Vorprüfung – mittels Mobile Mapping Systemen – auf ausgewählte Konstruktionen angewendet. Eine Gegenüberstellung dieses flächendeckenden Monitorings mit dem Stand der Technik soll folglich das Potential bzw. die Beschränkungen dieses Verfahrens aufzeigen. Da die berührungslose Vorprüfung von einem fahrenden Verkehrsmittel aus durchgeführt wird, könnten jedenfalls umweltbelastende und kostspielige Streckensperren sowie Verkehrsumleitungen

zukünftig reduziert werden. Um ein besseres Verständnis für die Lastumlagerung infolge eines Ankerausfalles bzw. einer Veränderung der Vorspannkraft zu erlangen, welche sowohl die Tragfähigkeit als auch die Gebrauchstauglichkeit beeinflusst, werden numerische Untersuchungen durchgeführt. Darüber hinaus werden diese numerischen Untersuchungen labor- und messtechnisch begleitet, mit dem Ziel, diese in Regelwerke und Richtlinien einfließen zu lassen und somit klarere Strukturen für die Nachrechnung von geankerten Bauwerken zu schaffen.

## **Endberichtkurzfassung**

Im zweiten Forschungsjahr des Projektes SaRAS – Safety and Risk of Anchored Structures – wurde aufbauend auf den Ergebnissen aus dem ersten Forschungsjahr eine umfassende weitere Forschungstätigkeit durch das Konsortium vorgenommen. Die Arbeiten und Tätigkeiten fanden in allen Arbeitspaketen statt.

Im Bereich der Erfassung von Bauwerken wurden weitere Bauwerke in Kontrollen und Begutachtungen untersucht und die vorliegenden Schadensbilder bzw. auch die dort verbauten Ankersysteme wurden dokumentiert. Vor allem bei Letzteren konnte – gemeinsam mit Unterlagen durch Bauwerkserhalter und Prüfengeieure eine Erweiterung der Ankerdatenbank bzw. ein Einpflegen von Unterlagen zu bereits vorhandenen Systemen vorgenommen werden. Weiters wurde ein Workflow zur digitalen Bauwerksprüfung untersucht, welcher auf der Anordnung von Markierungstafeln am Bauwerk basiert und daraus folgend das Annotieren der Schadstellen in einem 3D Modell ermöglicht. Gemeinsam mit diesen Methoden wurde im Bereich des Monitorings zudem eine Reihe an Abhebekontrollen durchgeführt und es bestand die Möglichkeit an einem Bauwerk der Österreichischen Bundesbahnen eine digitale Nachrüstung von Kraftmessstellern vorzunehmen. Dies hat das Ziel, die Schwankungsbreite der Ankerkräfte zu erfassen und diese mit Temperatureinflüssen und dem Verhalten des Bauwerkes gegenüberzustellen. Weiters konnte bei der automatisierten Vorprüfung einer Folgemessung vorgenommen werden, und ein erster Vergleich mit den Messungen aus dem ersten Forschungsjahr wurde vorgenommen und als Grundlage für weitere Interpretationen und Validierungen vorbereitet. Zudem wurde durch eine neue Versuchsanordnung die dynamische Prüfung von bestehenden vorgespannten Ankern näher betrachtet, und es konnten neue Ansätze zur Auswertung und Interpretation der Messdaten untersucht werden, welche einen Zusammenhang zwischen der Vorspannkraft und der Schwingung des Litzenerüberstandes erkennen lassen.

Ein Großteil der Tätigkeiten des zweiten Forschungsjahres fand in der versuchstechnischen und rechnerischen Untersuchung des Verhaltens von schadhaften geankerten Konstruktionen statt. Dabei wurden zum einen umfassende Studien und Parameteruntersuchungen zu schadhaften Ankerwänden vorgenommen, welche in den Bereichen Betonbau und Geotechnik getrennt stattfanden, um eine Abgrenzung der Einflüsse zu ermöglichen. Weiters wurde ein kombiniertes Modell betrachtet, welche beide Fachbereiche kombiniert. Hierbei zeigte sich, dass gewisse Typen von Ankerwänden große Reserven in Bezug auf die Auswirkungen eines Ankerversagens aufweisen und das hier vor allem die Resttragfähigkeit des Untergrundes und das damit verbundene Lastumlagerungspotential eine große Rolle spielen. Zudem muss jedoch auch das Verhalten der Betonbauteile, deren Interaktion untereinander und die Möglichkeit der Lastumleitung innerhalb dieser als Randbedingung betrachtet werden. Weiters wurde im Zuge der numerischen Betrachtungen das Verhalten einer Ankerwand im Modellmaßstab – als Grundlage für Versuchsreihen vorgenommen, um eine Auslegung dieser als Grundlage für die Planung und zur Gegenüberstellung mit den Messergebnissen zu ermöglichen. Basierend hierauf wurde eine Adaptierung einer Versuchseinrichtung vorgenommen, um die Auswirkungen eines Ankerversagens bzw. das sich daraus ergebende Lastumlagerungsverhalten erfassen zu können. Eine erste Vorversuchsreihe hierzu wurde erfolgreich umgesetzt und ermöglicht nun im dritten Forschungsjahr eine umfassendere Nachbildung von Schadensbildern und Versagensmechanismen

unter kontrollierten Bedingungen.

Die oben angeführten Arbeiten und Tätigkeiten bilden zudem die Grundlage für die im dritten Forschungsjahr geplanten Untersuchungen und Versuchsreihen. Der Fokus hierbei liegt auf einer Aufarbeitung der bisher gesammelten Ergebnisse und Erkenntnisse und einer gesamtheitlichen Einbindung dieser in ein Konzept zur Beurteilung und Begutachtung des Verhaltens von geankerten Konstruktionen und der Interaktion von Zugelementen mit dem Untergrund und dem Bauwerk. Zudem wurde mit den Grundlagen eines neues Arbeitspapieres für die FSV – zur Sonderprüfung von Ingenieurbauwerken – begonnen, welches im dritten Forschungsjahr in einer ersten Ausarbeitung vorliegen soll.

Im zweiten Forschungsjahr des Projektes SaRAS – Safety and Risk of Anchored Structures – wurde aufbauend auf den Ergebnissen aus dem ersten Forschungsjahr eine umfassende weitere Forschungstätigkeit durch das Konsortium vorgenommen. Die Arbeiten und Tätigkeiten fanden in allen Arbeitspaketen statt.

Im Bereich der Erfassung von Bauwerken wurden weitere Bauwerke in Kontrollen und Begutachtungen untersucht und die vorliegenden Schadensbilder bzw. auch die dort verbauten Ankersysteme wurden dokumentiert. Vor allem bei Letzteren konnte – gemeinsam mit Unterlagen durch Bauwerkserhalter und Prüfsingenieure eine Erweiterung der Ankerdatenbank bzw. ein Einpflegen von Unterlagen zu bereits vorhandenen Systemen vorgenommen werden. Weiters wurde ein Workflow zur digitalen Bauwerksprüfung untersucht, welcher auf der Anordnung von Markierungstafeln am Bauwerk basiert und daraus folgend das Annotieren der Schadstellen in einem 3D Modell ermöglicht. Gemeinsam mit diesen Methoden wurde im Bereich des Monitorings zudem eine Reihe an Abhebekontrollen durchgeführt und es bestand die Möglichkeit an einem Bauwerk der Österreichischen Bundesbahnen eine digitale Nachrüstung von Kraftmessstellern vorzunehmen. Dies hat das Ziel, die Schwankungsbreite der Ankerkräfte zu erfassen und diese mit Temperatureinflüssen und dem Verhalten des Bauwerkes gegenüberzustellen. Weiters konnte bei der automatisierten Vorprüfung einer Folgemessung vorgenommen werden, und ein erster Vergleich mit den Messungen aus dem ersten Forschungsjahr wurde vorgenommen und als Grundlage für weitere Interpretationen und Validierungen vorbereitet. Zudem wurde durch eine neue Versuchsanordnung die dynamische Prüfung von bestehenden vorgespannten Ankern näher betrachtet, und es konnten neue Ansätze zur Auswertung und Interpretation der Messdaten untersucht werden, welche einen Zusammenhang zwischen der Vorspannkraft und der Schwingung des Litzenüberstandes erkennen lassen.

Ein Großteil der Tätigkeiten es zweiten Forschungsjahres fand in der versuchstechnischen und rechnerischen Untersuchung des Verhaltens von schadhaften geankerten Konstruktionen statt. Dabei wurden zum einen umfassende Studien und Parameteruntersuchungen zu schadhaften Ankerwänden vorgenommen, welche in den Bereichen Betonbau und Geotechnik getrennt stattfanden, um eine Abgrenzung der Einflüsse zu ermöglichen. Weiters wurde ein kombiniertes Modell betrachtet, welche beide Fachbereiche kombiniert. Hierbei zeigte sich, dass gewisse Typen von Ankerwänden große Reserven in Bezug auf die Auswirkungen eines Ankerversagens aufweisen und das hier vor allem die Resttragfähigkeit des Untergrundes und das damit verbundene Lastumlagerungspotential eine große Rolle spielen. Zudem muss jedoch auch das Verhalten der Betonbauteile, deren Interaktion untereinander und die Möglichkeit der Lastumleitung innerhalb dieser als Randbedingung betrachtet werden. Weiters wurde im Zuge der numerischen Betrachtungen das Verhalten einer Ankerwand im Modellmaßstab – als Grundlage für Versuchsreihen vorgenommen, um eine Auslegung dieser als Grundlage für die Planung und zur Gegenüberstellung mit den Messergebnissen zu ermöglichen. Basierend hierauf wurde eine Adaptierung einer Versuchseinrichtung vorgenommen, um die Auswirkungen eines Ankerversagens bzw. das sich daraus ergebende

Lastumlagerungsverhalten erfassen zu können. Eine erste Vorversuchsreihe hierzu wurde erfolgreich umgesetzt und ermöglicht nun im dritten Forschungsjahr eine umfassendere Nachbildung von Schadensbildern und Versagensmechanismen unter kontrollierten Bedingungen.

Die oben angeführten Arbeiten und Tätigkeiten bilden zudem die Grundlage für die im dritten Forschungsjahr geplanten Untersuchungen und Versuchsreihen. Der Fokus hierbei liegt auf einer Aufarbeitung der bisher gesammelten Ergebnisse und Erkenntnisse und einer gesamtheitlichen Einbindung dieser in ein Konzept zur Beurteilung und Begutachtung des Verhaltens von geankerten Konstruktionen und der Interaktion von Zugelementen mit dem Untergrund und dem Bauwerk. Zudem wurde mit den Grundlagen eines neues Arbeitspapiere für die FSV – zur Sonderprüfung von Ingenieurbauwerken – begonnen, welches im dritten Forschungsjahr in einer ersten Ausarbeitung vorliegen soll.

## **Projektpartner**

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