

## WAMOS

Wave Monitoring System based on GNSS/INS Integration

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Weltraum, Weltraum, ASAP Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.10.2023	<b>Projektende</b>	30.09.2025
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	wave height; GNSS; INS; biodiversity; monitoring		

### Projektbeschreibung

Seeökosysteme sind durch zahlreiche Freizeitaktivitäten (Motorboot- oder Fahrenfahrten, Segeln, ...), durch Uferbauten als auch durch den Klimawandel einem hohen Druck ausgesetzt. Um solch aquatischen Ökosysteme zu schützen, gibt es die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (2000/60/EG). Ziel ist es, dass sich bis 2027 alle Seen zumindest in guten ökologischen Zustand befinden. In Kärnten kann zurzeit kein See mehr den sehr guten Zustand vorweisen — die drei größten Seen (Wörthersee, Ossiacher See, Weißensee) sogar nur einen mäßigen bzw. unbefriedigenden. Eine solche Schwächung des Ökosystems zeigt sich insbesondere am Rückgang der Wasserpflanzen (Makrophyten). Lokale Gewässerökologen finden einen möglichen Verursacher im verstärkten Bootsverkehr. Der durch den Bootsverkehr induzierten Wellenschlag führt zu hydrodynamischen Veränderungen in der Flachwasserzone und somit zu einer Resuspension von Sedimenten, welche sich wiederum negativ auf die Biodiversität auswirken können. Jedoch reicht der momentane Kenntnisstand nicht aus, um Sanierungsmaßnahmen zielgerichtet entwickeln zu können.

Ziel des Projektes WAMOS (WAve MOonitoring System) ist es nun die Frage zu beantworten, ob und inwieweit Bootsverkehr tatsächlich die Makrophytenvegetation beeinflusst und welche Gegenmaßnahmen (z.B. Wellenschutzvorkehrungen) gesetzt werden sollten.

Für die Zielerreichung bedarf es der Entwicklung eines interdisziplinäres Monitoringsystems, welches Aufschluss über das Zusammenspiel von Wellenhöhe mit Sediment und Makrophyten gibt. Ein Teil davon beschäftigt sich mit dem Konzept und der Entwicklung von Messbojen, welche die ankommende Wellenenergie in relevanten Uferzonen in Nahe-Echtzeit erfassen und quantifizieren soll. Aus Inertialdaten (MEMS IMUs) und Precise Point Positioning (PPP)-Positionen (basierend Galileo High Accuracy Service) werden Wellenhöhen abgeleitet. Einen weiteren Faktor stellt das Wetter dar. Um wind- als auch schiffsinduzierte Wellen richtig identifizieren zu können, bieten numerischer Modelle zur Wellennachbildung als auch die Beobachtung vom Bootsverkehr und Wind eine wertvolle Stütze. Das Monitoring von Booten (Position, Geschwindigkeit, Richtung) erfolgt mittels eines flexiblen Unbemannten Flug Systems (UAS)-basierten Bildaufnahmesystems. Dazu soll ein neuer Ansatz zur Stabilisierung und Georeferenzierung der UAS-Bilder auf Basis der dynamischen PPP-Positionen der Bojen entwickelt werden. Über Referenzanalyseverfahren in der Uferzone wird der ökologische Zustand von relevanten Uferzonen bewertet (Makrophytendiversität, etc.). Das gesamte Monitoringsystem soll dabei ein flexibles und skalierbares Tool sein. Durch Messkampagnen am Wörthersee werden relevante Daten gemessen, analysiert und miteinander verknüpft. Gewonnene Erkenntnisse können mithilfe von Modellen auf weitere Teile des Sees übertragen werden oder ins System

integriert werden. Damit ist eine wissenschaftlich fundierte Basis geschaffen, um mit der Maßnahmenplanung zu beginnen.

## **Abstract**

Numerous leisure activities (sailing, boating, transportation, ...), shoreline constructions and climate change have put lacustrine ecosystems under pressure. To protect such aquatic ecosystems, the European Water Framework Directive (WFD) (2000/60/EC) has been developed. It aims to achieve good status for all lakes until 2027. However, in Carinthia, no single lake can show a very good ecological status — the three largest lakes (Wörthersee, Ossiacher See, Weißensee) have only a moderate or unsatisfactory one. The status of such an ecosystem is measurable by bioindicator tests with aquatic plants (macrophytes). A reduction of the macrophyte stock means a weakening of the lake ecosystem. According to local aquatic ecologists, one of the reasons might be the rising boat traffic. The wave action induced by boat traffic leads to hydrodynamic changes in shallow water zones and, thus, to the resuspension of sediments, which in turn can harm the biodiversity. However, the current knowledge is insufficient to develop remediation measures in a targeted and effective manner. The main aim of the project WAMOS (WAVE MONITORING SYSTEM) is to clarify whether and to which extent boat traffic affects the macrophyte vegetation, and which countermeasures (e.g. wave protection measures) have to be undertaken. The prerequisite for achieving the target is to develop an interdisciplinary monitoring system that provides indications of the link between wave heights, boat type, sediment, and macrophytes. A part of it is reserved for the design and development of measurement buoys, which shall capture the incoming wave energy in the shore zone in near-realtime. Therefore, inertial data (MEMS IMUs) is fused with Precise Point Positioning (PPP) solutions (based on Galileo High Accuracy Service) to obtain wave heights. Other aspects to take into account are weather conditions. To correctly distinguish wind waves from boat waves, numerical models for wave simulation as well as the observation of boat traffic and wind speed are essentially valuable. The boat traffic (position, speed, course) is monitored via flexible Unmanned Aerial System (UAS)-based image acquisition systems. For the UAS-image stabilization and georeferencing, the dynamic PPP-positions of the buoys are utilized. The status of the lake shore zone (vegetation of macrophytes, etc.) is assessed according to the reference conditions concept. The entire monitoring system is intended to be a flexible and scalable tool, which serves as an indicator for hydrodynamic changes in stagnant waters. During measurement campaigns at Lake Wörthersee, relevant data like wave energy, boat traffic, meteorology, and shore vegetation will be measured, analyzed, and linked. The findings are incorporated into the software of the GNSS/INS-buoys and transferred to other locations on Lake Wörthersee via models and simulations. Hence, a unique scientific basis is created to propose a planning of measures.

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Graz

## **Projektpartner**

- Systema Bio- und Management Consulting GmbH
- FH Kärnten - gemeinnützige Gesellschaft mbH
- Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH