

# ASV Roboat

## Ein Robotersegelboot für die Walforschung

### 1. Internationaler Sparkling Science Kongress

17. September 2012, Universität Wien

**Roland Stelzer**

INNOC – Österreichische Gesellschaft für innovative Computerwissenschaften

**Holger Klinck**

Oregon State University, USA



**innoc**

**OSU**  
Oregon State  
UNIVERSITY

DIE SPENGERGASSE   
DIE WEG ZUM ERFOLO

  
**roboat**

# INNOC – Forschung und Community



- Österreichische Gesellschaft für innovative Computerwissenschaften
- Gegründet 2005, derzeit ca. 600 Mitglieder
- Unabhängige non-profit Forschungseinrichtung in Wien

## Community

- Für Technologie und Wissenschaft begeistern
- Happylab – Vienna Fab Lab
- Heterogene, interdisziplinäre Mitgliederstruktur
- Expertennetzwerk zur Unterstützung

## Forschung

- Roboter
- Künstliche Intelligenz
- Embedded Systems
- Informatik
- Rapid Prototyping



# Was ist ein Roboter-Segelboot?



Segelt jedes beliebige Ziel  
völlig selbständig an!

- Wind als einzige Antriebsquelle
- Routenplanung abhängig von Wind und Wetter
- Automatische Segelmanöver
- Energieautarkie
- Hinderniserkennung und Kollisionsvermeidung

**innoc**

robot

# Wozu Roboter-Segelboote?



- Meeresforschung
- Ozeanografie und Meteorologie
- Aufklärung und Überwachung
- Such- und Rettungsmissionen
- Sicherheit und Komfort auf Segelschiffen
- CO<sub>2</sub>-neutrale Frachtenbeförderung

**innoc**

roboat

# Rückblick

2006: Sieger der Microtransat Challenge in Frankreich

2007: Sieger der Microtransat Challenge in Wales, UK

2008: Sieger der Roboter-Segel WM in Österreich

2009: Sieger der Roboter-Segel WM in Portugal

2010: Sieger der Roboter-Segel WM in Kanada

2011: Sieger der Roboter-Segel WM in Deutschland



Roboat I (2005-2006)



ASV Roboat (seit 2007)

**innoc**

roboat

### Bootseigenschaften

- Bootsklasse Laerling
- Länge: 3,72 m
- Verdrängung: 300 kg
- Segelfläche: 3,5 m<sup>2</sup> + 1,9 m<sup>2</sup>
- Selbstaufrichtend

### Computer

- Mini-ITX mit Linux
- 800 MHz / 512 MB RAM
- 4 GB CF-Karte
- Software in Java and C++

### Kommunikation

- W-LAN
- GPRS/UMTS
- Iridium Satellitenmodem

### Sensoren

- Position und Geschwindigkeit (GPS)
- Energieverbrauch
- Ultraschall-Windsensor
- Elektronischer Kompass
- Luftfeuchtigkeit, Luft- und Wassertemperatur, Luftdruck, Wassertiefe

### Aktoren

- Segelantrieb
- Ruderanlage. voralanciert
- Automatische Lenzpumpe

### Energiebilanz

- 35 W durchschnittl. Verbrauch
- 1,5 m<sup>2</sup> Solaranlage (285 Wp)
- Methanol-Brennstoffzelle (65 W)
- 4,6 kWh Lithium-Ionen Akkus



„ASV Roboat“ at a Glance

# Oregon State University



- Established 1868
- Public university
- Currently ~25,000 students



# Hatfield Marine Science Center





Studying marine mammals is challenging...



Photograph by Brian Skerry

Right Whales  
National Geographic, October 2008  
© 2008 National Geographic Society. All rights reserved.

# Traditional visual surveys



“Big Eyes”



# Limitations of visual surveys



© Allison Henry, NOAA/NEFSC



# The importance of sound

Sound travels far greater distances than light under water. Light travels only a few hundred meters in the ocean before it is absorbed or scattered.

**Marine animals rely on sound for:**

- **communication,**
- **navigation, and**
- **prey detection.**



# Marine animal sounds



# Passive acoustic monitoring (PAM)

## Advantages:

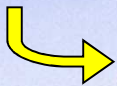
- Observation is independent of light and weather conditions.
- Year-round observation at low cost and in remote areas.
- Omni-directional coverage of a “large“ area.
- Passive - no need to approach animals.
- Useful for investigating most marine mammal species.
- Often easier to identify species.

# Passive acoustic monitoring (cont'd)

Image source: [www-1.unipv.it/cibra](http://www-1.unipv.it/cibra)



**Hydrophone**  
(underwater  
microphone)

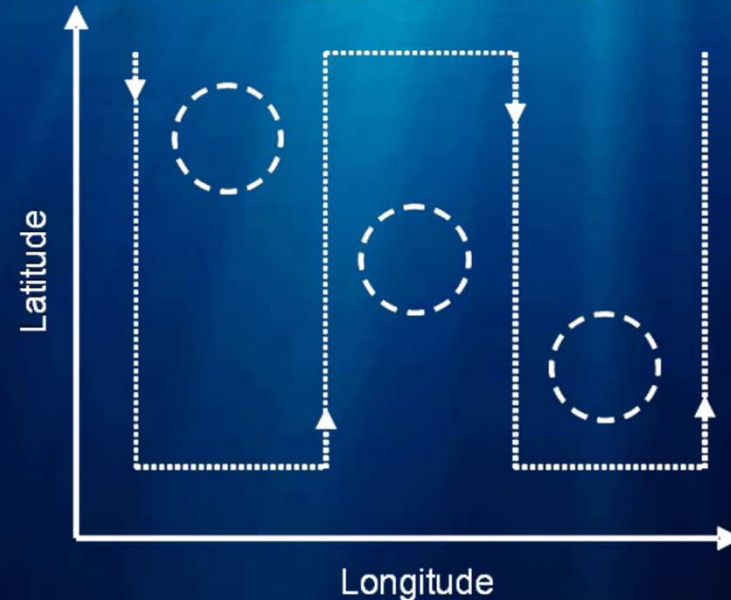


© NOAA/PMEL

**Problem:**

**Spatial and temporal coverage of recordings!**

- ..... Ship transect, periodically conducted
- - - Stationary recorder, continuously operated



# Underwater robots (AUVs)

Spray

<http://spray.ucsd.edu>



Xray

[www.apl.washington.edu](http://www.apl.washington.edu)



APEX Float

[www.webbresearch.com](http://www.webbresearch.com)



Slocum Glider

[www.webbresearch.com](http://www.webbresearch.com)



Seaglider

[www.irobot.com](http://www.irobot.com)





## Roboter-Seemacht Österreich

Junge Technik-Enthusiasten bauten Europas bestes unbemanntes Segelboot

GERHARD ÖHLINGER

WIEN (SN). Noch sind sie eine ferne Zukunftsvision: Unbemannte Segelboote, die Ozeane überqueren können. Als Energie sparende Alternative zu den Hochseetankern oder auch als Rettungsboote in gefährlichen Situationen könnten sie aber eines Tages eine wichtige Rolle spielen. Bei der Entwicklung derartiger Wasserfahrzeuge hat die „Seemacht“ Österreich dank einer Handvoll Technik-Enthusiasten die Nase vorn.

Vor wenigen Tagen demonstrierte das Roboter-Boot „Roboat“ aus Wien beim so genannten „Microtransat“-Wettbewerb nahe Toulouse (Frankreich) seine internationale Überlegenheit. Die Aufgabe lautete, ein maximal drei Meter langes Segelboot vollautomatisch und autonom von Computern gesteuert über einen vorgegebenen Kurs zu bringen. „Die größte Schwierigkeit war der Wind, der mit fast 60 km/h wehte“, berichtet Roland Stelzer, Leiter des Projektes InnoC.

Hinter InnoC stecken einige technikbegeisterte Schüler und Studenten. Mit der „Robotchallenge“ haben sie bereits einen Wettbewerb für innovative Roboter-Entwicklungen veranstaltet, ehe sie vor einem Jahr die Herausforderung auf dem Wasser annahmen.

Die innovative Truppe hat in der HTL Spengergasse im fünften Wiener Gemeindebezirk das größte im Handel erhältliche Modellboot (150

Zentimeter lang, 170 Zentimeter hoch) zum High-Tech-Gerät ausgebaut, in dem GPS-Empfänger, Sensoren, Steuerung, Stromversorgung und intelligente Software auf kleinstem Raum unterzubringen waren. „Das Boot kann auch auf Handbetrieb umgeschaltet werden, aber das war in Frankreich nicht notwendig“, erklärt Stelzer. Beim Wettkampf auf einem See musste auf einem rund zwei Kilometer langen Kurs eine Boje möglichst genau angesteuert werden. Die Jury legte aber auch Wert auf das Kreuzen, das Segeln gegen den Wind.

„Unsere Technologie hat sich als europaweit führend erwiesen“, stellte der Projektleiter nicht ohne Stolz fest. Zwei der fünf Konkurren-

ten mussten vorzeitig w. o. geben. Die verbleibenden Boote kamen von der veranstaltenden französischen Luftfahrtuniversität ENSICA und von der University of Wales. Beide verfügten nicht über die vollständig auf dem Boot ablaufende, funktionierende Steuerung und Navigation wie das Wiener „Roboat“.

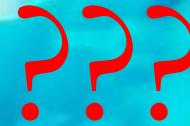
Eine Überquerung der Irischen See ist die Herausforderung im kommenden Jahr. Roland Stelzer sieht seine Crew gerüstet: „Die Technik wäre eins zu eins auf ein größeres Boot übertragbar.“ Auf dem Weg Österreichs zur „Roboter-Seemacht“ fehle derzeit lediglich ein Sponsor. Ideal wäre ein Yacht- oder Bootsbaubetrieb.

Internet: [www.innoc.at](http://www.innoc.at)



Ein High-Tech-Boot im Eigenbau konstruierte die Wiener InnoC-Crew.

Bild: SN/INNOC



# U.S. funding system

“Hard money” positions

9 month teaching appointments

Salary covered by student tuition

Optional: remaining 3 month

“Soft money” positions

12 month research appointments

Salary covered by grants

Sources: federal & state agencies, industry, private foundations, alumni

# K12 funding in the USA

[www.nasa.gov](http://www.nasa.gov) → *INSPIRE program*



A good compilation of funding opportunities can be found at:

[www.stemgrants.com](http://www.stemgrants.com)



# Forschungsziele



## ASV Roboat als maritime Forschungsplattform

Der Einsatz eines autonomen Segelbootes für passiv-akustisches Monitoring von marinen Säugern. Ziel ist eine vollautonome Langzeit-Forschungsmission auf Hoher See.



## Hinderniserkennung und Ausweichstrategien

Bei unbemannten Langzeit-missionen ist das verlässliche Erkennen und Umfahren von Hindernissen essentiell.



## Energieautarkie

Optimierungen in den Steuerungsalgorithmen, die Kombination unterschiedlicher Energiequellen und Energieeinsparungen durch ein neues Rigg-Design.

roboat

# Schüler schnuppern Forscherluft

Schüler machen **Feldtests zur Wärmebildkamera** und bereiten selbständig Daten für Vergleichsstudie mit anderen bildgebenden Verfahren auf.  
(unterrichtsbegleitendes Projekt, 4. Jahrgang)



HTL-Schüler bei der Datenaufnahme mit Wärmebildkamera am Traunsee

# Schüler schnuppern Forscherluft

Schüler entwickeln intelligente **Monitoring-Software** zur Überwachung der ASV Roboat auf Langzeitmissionen.  
(Diplomprojekt, 5. Jahrgang)



Roboat-Monitoring bei Nacht

**innoc**

roboat

# Schüler schnuppern Forscherluft

Schüler **unterstützen Forscher bei Feldtests** am Wasser.

(Freizeitbeschäftigung, nach der Matura)



Crew des Begleitschiffs auf der Ostsee



Schweinswal: Im Untersuchungsgebiet vom Aussterben bedroht



Reparaturen am offenen Meer



Hurra, Die akustische Aufzeichnung hat geklappt!



Bei der Wache

**innoc**

**robot**

# Video



ASV Roboat bei der Roboter Segel WM 2009 in Portugal

**innoc**

roboat



# Harbour porpoise

## Quick facts:

- Up to 1.9 m in length and about 85 kg in weight (difficult to observe).
- Only cetacean species native to the Baltic Sea.
- Critically endangered (main problem: bycatch).
- Abundance and distribution still poorly understood.

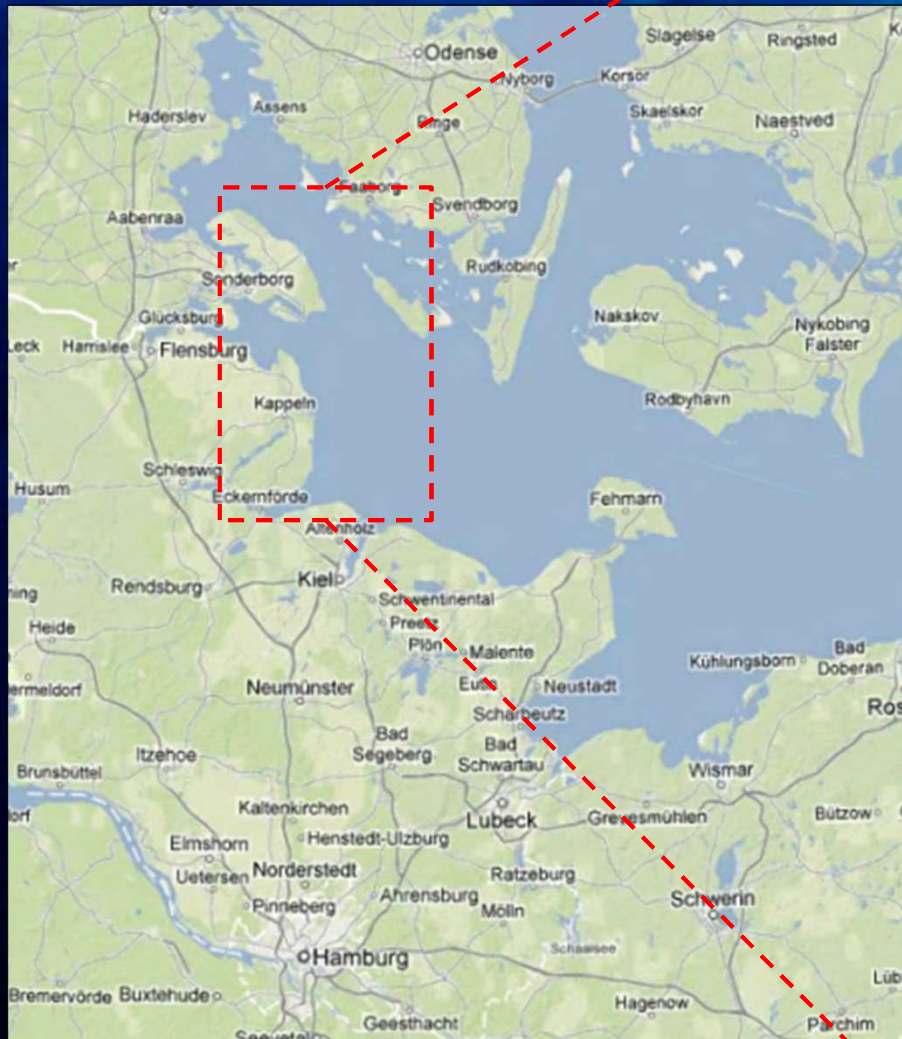


[www.helsinki.fi/bioscience/tempus/Svirskaya%20studentW/](http://www.helsinki.fi/bioscience/tempus/Svirskaya%20studentW/)



© National Geographic

# Baltic Sea 2012



● Acoustic detections of harbor porpoises

# The future of the *Roboat*

## Great potential:

- Proof of concept study was successful!
- Many applications in marine sciences: biological and physical oceanography, ocean chemistry (incl. ocean acidification), meteorology etc.
- High payload capacity.
- Enables persistent real-time observations in an area of interest.
- Cost-effective!



**Financial motivation is huge...**

**Ship-based research is expensive**

**→ Need for more flexible and cost-efficient alternatives**

# The future of the *Roboat* (cont'd)



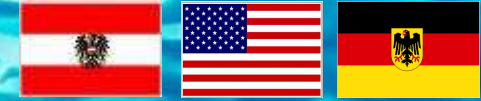
BUT... we need to solve three major problems:

[1] Seaworthiness.

[2] Reliable obstacle detection and avoidance (liability!).

[3] Funding (developmental edge).

# Future plans



Robotics:



Naval  
architecture:



Science:



Establish a strong international  
partnership with **experts in  
robotics, naval architecture and  
science.**



Competitive grant applications



# Publikationen

- Peer-reviewed Articles
  - Roland Stelzer, Karim Jafarmadar (2011): History and Recent Developments in Robotic Sailing, Proceedings of the 4th International Robotic Sailing Conference, Lübeck, Germany.
  - Adrian Dabrowski, Sebastian Busch, Roland Stelzer (2011): A Digital Interface for Imagery and Control of a Navico/Lowrance Broadband Radar, Proceedings of the 4th International Robotic Sailing Conference, Lübeck, Germany.
  - Johannes Langbein, Roland Stelzer, Thom Frühwirth (2011): A Rule-Based Approach to Long-Term Routing for Autonomous Sailboats, Proceedings of the 4th International Robotic Sailing Conference, Lübeck, Germany.
  - Roland Stelzer, Karim Jafarmadar, Hannes Hassler, Raphael Charwot (2010): A Reactive Approach to Obstacle Avoidance in Autonomous Sailing, Proceedings of 3rd International Robotic Sailing Conference, Kingston, Cana
  - H. Klinck, Roland Stelzer, K. Jafarmadar, D.K. Mellinger (2009): AAS Endurance - An autonomous acoustic sailboat for marine mammal research, Proceedings of 2nd International Robotic Sailing Conference, Matosinhos, Portugal.
- Theses
  - Benjamin Akhras, Dominik Böhm, Raimund Suleyman (2012): Monitoring-System für Roboter-Segelboot, Diplomprojekt, HTL Spengergasse.
  - Roland Stelzer (2012): Autonomous Sailboat Navigation – Novel Algorithms and Experimental Demonstration, PhD Thesis, De Montfort University, UK.
- Invited Talks
  - Roland Stelzer, Karim Jafarmadar (2012): The robotic sailing boat ASV Roboat as a maritime research platform, 22<sup>nd</sup> International HISWA Symposium on Yacht Design and Yacht Construction, Amsterdam, Netherlands.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

**innoc**

**OSU**  
Oregon State  
UNIVERSITY

DIE SPENGERGASSE   
DER WEG ZUM ERFOLG



FREQUENTIS

  
robot

[www.robot.at](http://www.robot.at)