

**Abschlussbericht:**

# Projekt: WirbelCon

Kooperationsprojekt zwischen der Firma JOWO Systemtechnik GmbH und der  
Universität Oldenburg, Arbeitsgruppe Meeresphysik

Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie:

PRO INNO II

Jan. 2006 – März 2009

Dr. Thomas Badewien  
Axel Braun  
Dr. Rainer Reuter

Kurzbeschreibung des Projektes:

Entwicklung eines mehrpoligen elektrischen Steckverbinders, der unter Wasser frei drehbar und auf Zug mit mehreren Tonnen belastbar ist.

Anteil der Universität:

1. Konzept und Recherche:

Die Firma JOWO Systemtechnik GmbH hat unter Beratung von Wissenschaftlern und Technikern der Universität Oldenburg (Arbeitsgruppe Meeresphysik) einen Prototyp eines Steckverbinders entwickelt und konstruiert. Der Prototyp wurde zunächst aus Edelstahl gefertigt; weitere Geräte sollen aus Titan erstellt werden, um Korrosionsprobleme im Seewassereinsatz zu verhindern. Der Steckverbinder besitzt sieben Datenleitungen, die über eine frei drehbare Verbindung geführt werden. Details sind den Konstruktionsplänen der Firma JOWO zu entnehmen.

2. Entwicklung der Testszenarien:

Neben den Laborerprobungen sollte die Steckverbindung im in situ Einsatz getestet werden. Die Erprobung fand im ostfriesischen Wattenmeer statt, um zu überprüfen, ob der Stecker unter den speziellen Bedingungen (z.B. sehr hohe Gezeitenströmungen bis zu 1.8 m/s und hohe Schwebstoffkonzentration im Wasser) zuverlässig arbeitet. Die Strömungsrichtung wechselt mit jedem auf- und ablaufenden Wasser die Richtung um 180 Grad, sodass eine zwingende Drehung des Steckverbinders erfolgen muss. In der Rinne zwischen der Insel Spiekeroog und Langeoog (Otzumer Balje) befindet sich die Messstation der Universität Oldenburg. Aufgrund der langjährigen Erfahrungen der Arbeitsgruppe Meeresphysik in dieser Region und der vorhandenen Infrastruktur wurde die Otzumer Balje als Test- und Erprobungsgebiet ausgewählt.

Nach Absprache mit der Firma JOWO wurden 2 Testszenarien vorbereitet:

- a) Erprobung der Steckverbindung an der Messstation.
  - b) Erprobung in einer Verankerung.
- 
- a) Bei der Erprobung der Steckverbindung an der Messstation sollten die ersten Daten über den Steckverbinder übertragen werden. Der Stecker wurde in verschiedene Tiefen ausgebracht, um die Druckfestigkeit in situ zu testen. Es wurde das Signal eines Temperatursensors übertragen und die Belastbarkeit des Steckers bei verschiedenen Stromstärken erprobt.
  - b) Bei der Erprobung in einer Verankerung sollte der Steckverbinder unter extremen, realen Belastungen getestet werden. Hierzu wurde der Steckverbinder in eine Verankerung eingebaut und über mehrere Tage autonom betrieben. Auch bei dieser Erprobung wurde das Signal eines Temperatursensors übertragen. Vor allem sollten eventuell auftretende Unterbrechungen der Datenübertragung durch den Wirbel erfasst werden.

### 3. Indoor-Test-Phase

Für die 2 Testsznarien sind die entsprechenden technischen Schaltungen entwickelt worden. Der komplette Erprobungsaufbau ist über mehre Tage im Labor erfolgreich getestet worden. Um einen Einsatz in situ durchführen zu können, mussten die Abtastrate, der Stromverbrauch, der Speicherbedarf des Datenloggers und die Messkanäle aufeinander abgestimmt werden.

Um alle 7 Datenleitungen durch den frei drehbaren Steckverbinder zu testen, wurde am Ende des Datenkabels ein Temperatursensor (Pt100) und ein 1 kOhm Widerstand eingebaut. Die genaue Anschlussbelegung ist den technischen Zeichnungen im Anhang A1 und A2 zu entnehmen.



Abbildung 1: Interface für die Erprobung auf der Messstation.

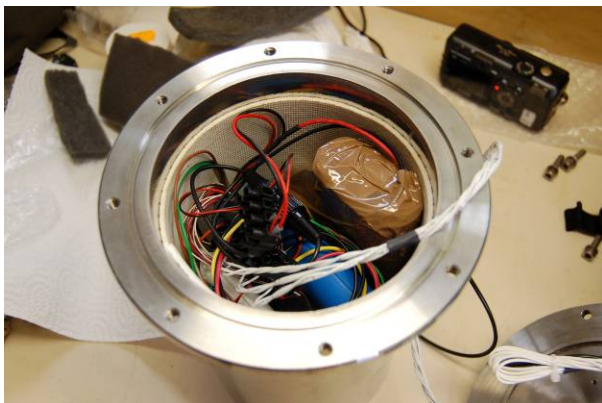


Abbildung 2: Datenlogger und Energieversorgung (wasserdichtes Gehäuse) für die Erprobung an einer Verankerung.

#### 4. Outdoor-Erprobung der Steckverbindung: WirbelCon

##### a) Erprobung der Steckverbindung an der Messstation

Am 17. 2. 2009 wurde die erste Erprobung in situ an der Messstation durchgeführt (siehe Abbildung 3). Der Steckverbinder inklusive Datenkabel wurde an einem Flaschenzug ins Wasser gelassen. Am Ende des Datenkabels wurde der Temperatursensor und der Widerstand integriert. Das Datenkabel wurde kreisförmig aufgewickelt und diente als Richtungsfahne: Es richtet sich in Strömungsrichtung aus und erzwingt damit eine Drehbewegung des Wirbels. Ein Bleigewicht stabilisierte die Konstruktion.



Abbildung 3: Erprobung des Steckverbinders auf der Messstation der Universität Oldenburg am 17. 2. 2009.

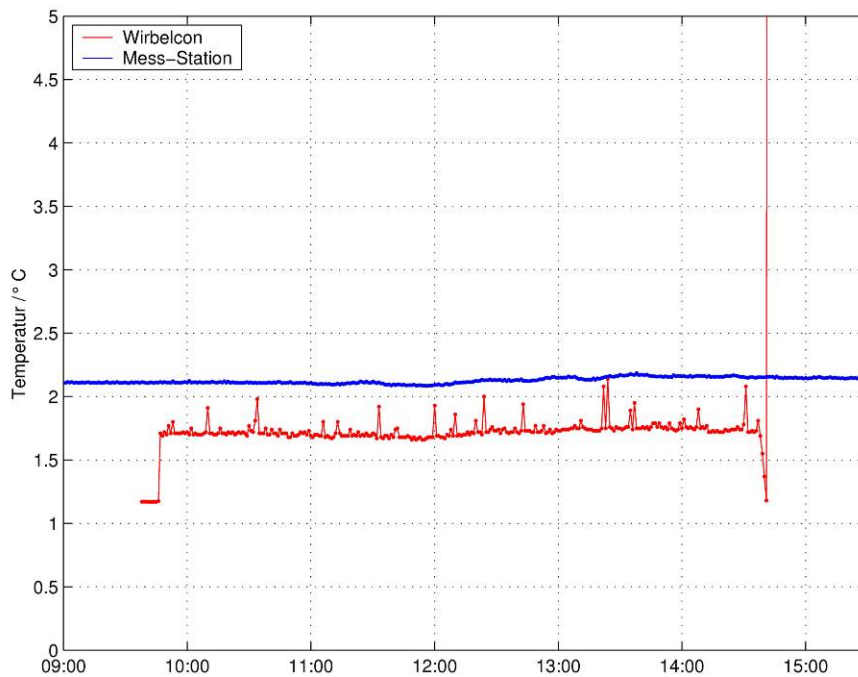


Abbildung 4: Temperaturdaten der Messstation (blaue Linie) und des Steckverbinders (rote Linie) am 17. 2. 2009

In Abbildung 4 sind die Temperaturdaten der Messstation und die Temperaturdaten des am Steckverbinder des WirbelCon befestigten Temperatursensors dargestellt. Alle folgenden Zeitangaben sind in UTC (-1 Stunde zur Ortszeit) angegeben. Um 9:37 Uhr startete die Aufzeichnung der Daten. Etwa zu Hochwasser um 9:45 Uhr wurde der Steckverbinder über einen Flaschenzug ins Wasser gelassen, dies ist an einer Temperaturerhöhung von etwa 0.5 °C zu erkennen. Gegen 12:30 Uhr wurde der Steckverbinder für eine  $\frac{3}{4}$  Stunde zum Drucktest auf eine Wassertiefe von 12 m gefiert. Anschließend befand sich der Steckverbinder bis zum Ende der Messperiode auf etwa 2m Wassertiefe.

Ergebnis:

Die Datenübertragung auf allen 7 Datenleitungen war lückenlos, die Strombelastung des Steckverbinders bis 200 mA erfolgreich. Auch die Belastung bei verschiedenen Drücken führte nicht zu einer Beeinflussung der Datenübertragung.

## b) Outdoor-Erprobung (Verankerung)

### Aufbau der Verankerung:

Der Steckverbinder (WirbelCon) wurde an der Unterseite einer Fasstone (Seezeichen) mit einem Schäkel befestigt. An dieser Tonne war der Datenlogger mit der Energieversorgung angebracht. Das Datenkabel, das gleichzeitig als Zugseil diente, wurde an einem etwa 1 t schweren Ankerstein befestigt (siehe Abbildung 5, 6 und 7). Um das Ausbringen und Bergen des Ankersteins sicher zu stellen, wurde ein zusätzliches Seil an dem Ankerstein angebracht. Das Ende des Bergungsseils wurde mit einer kleinen Markierungstonne (Boje) versehen.

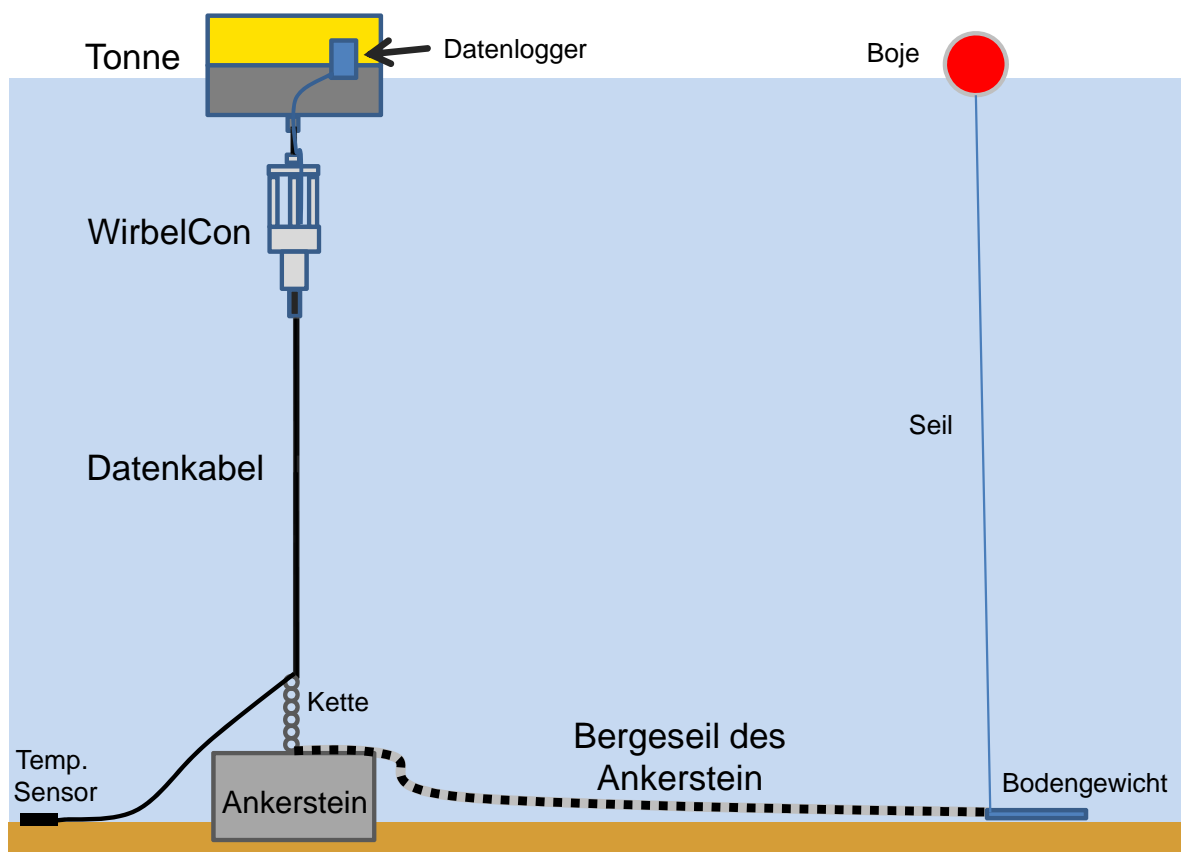


Abbildung 5: Skizze der Verankerung



Abbildung 6: Verankerung an Bord der FK „Senckenberg“ vor dem Ausbringen.



Abbildung 7: Befestigung des Datenkabels an der Kette des Ankersteins.

### Aussetzen der Verankerung:

Am Dienstag, 10. März 2009 um 12:30 Uhr (UTC), wurde die Verankerung von Bord der FK „Senckenberg“ an der vom Wasser- und Schifffahrtsamt Emden genehmigten Position ( $53^{\circ} 44.9833' \text{ N}$  und  $7^{\circ} 40.3881' \text{ E}$ ) ausgebracht.

Mit Hilfe des Bordkrans wurde der Ankerstein über das Bergungsseil auf dem Meeresboden abgesetzt. Gleichzeitig wurde das Datenkabel ins Wasser gefiert. Danach wurde die Fasstonne mit dem Steckverbinder ins Wasser gebracht und, nachdem das Schiff einige Meter verdriftet war, die rote Markierungstonne ins Wasser gelassen.



Abbildung 8: Aussetzen der Verankerung an Bord der FK „Senckenberg“.

Einsatz der Verankerung:

Von 10. bis zum 13. März 2009 befand sich der Steckverbinder unter verschiedenen Wetterbedingungen im Einsatz. Die Windgeschwindigkeit variierte zwischen Windstille und 7 Bft. Die Wellen erreichten eine Höhe von bis zu 1 m.



Abbildung 9: Einsatz der Verankerung vom 10. bis 13. März 2009

Bergung der Verankerung:

Die Bergung erfolgte am 13. März 2009 um 7:30 Uhr (UTC) in umgekehrter Reihenfolge zum Aussetzen.



Abbildung 10: Bergen der Verankerung

Auswertung der Daten:

Abbildung 11 (oben) zeigt die über den Steckverbinder übertragenen Temperaturdaten im Vergleich zu den Daten der Messstation. Der Temperatursensor wurde in Vierleiterschaltung betrieben. Durch die verbleibenden drei Leiter floss ein Strom, der mittels Spannungsabfällen an Messwiderständen registriert wurde. Dieses ist an Abbildung 12 dargestellt.

Um 11 Uhr wurde der Datenlogger eingeschaltet ohne Verbindung zum Steckverbinder. Der Datenlogger zeigte einen Maximalwert von 42 °C Wert an. Um 11:37 Uhr wurde die Verbindung zwischen Datenlogger, Steckverbindung (WirbelCon) und Temperatursensor geschlossen. Die Lufttemperatur von etwa 6 °C wurde gemessen. Anschließend wurde die Verankerung ins Wasser ausgebracht und es wurden kontinuierlich Temperaturdaten (Abtastrate 1 Sekunde) aufgezeichnet. Während der ersten Gezeit folgt das Temperatursignal der Verankerung demjenigen der Messstation, danach jedoch nicht mehr. Vermutlich wurde der Temperatursensor ins Sediment eingespült. Ein entsprechender Verlauf beim Steckvorgang ist auch bei der Überwachung der Stromsignale zu sehen.

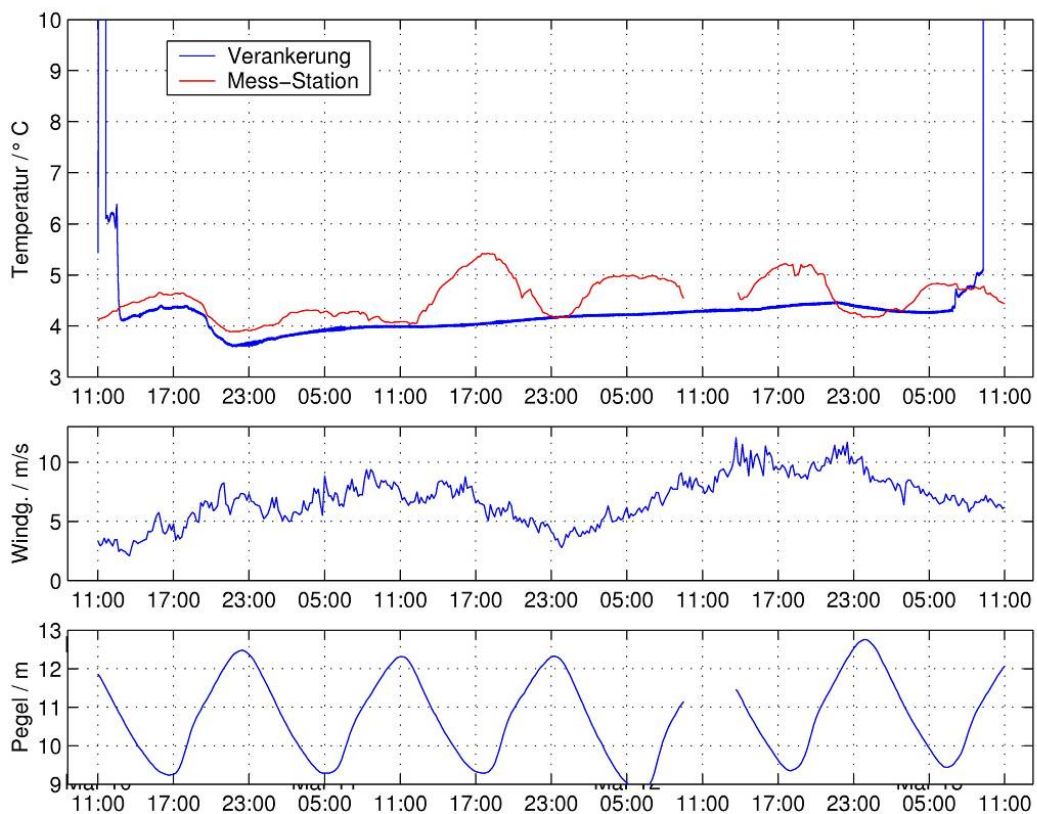


Abbildung 11: Temperaturdaten während des Einsatzes der Verankerung (oben). Daten von der Messstation: Windgeschwindigkeit (mitte) und Wasserstand (unten).

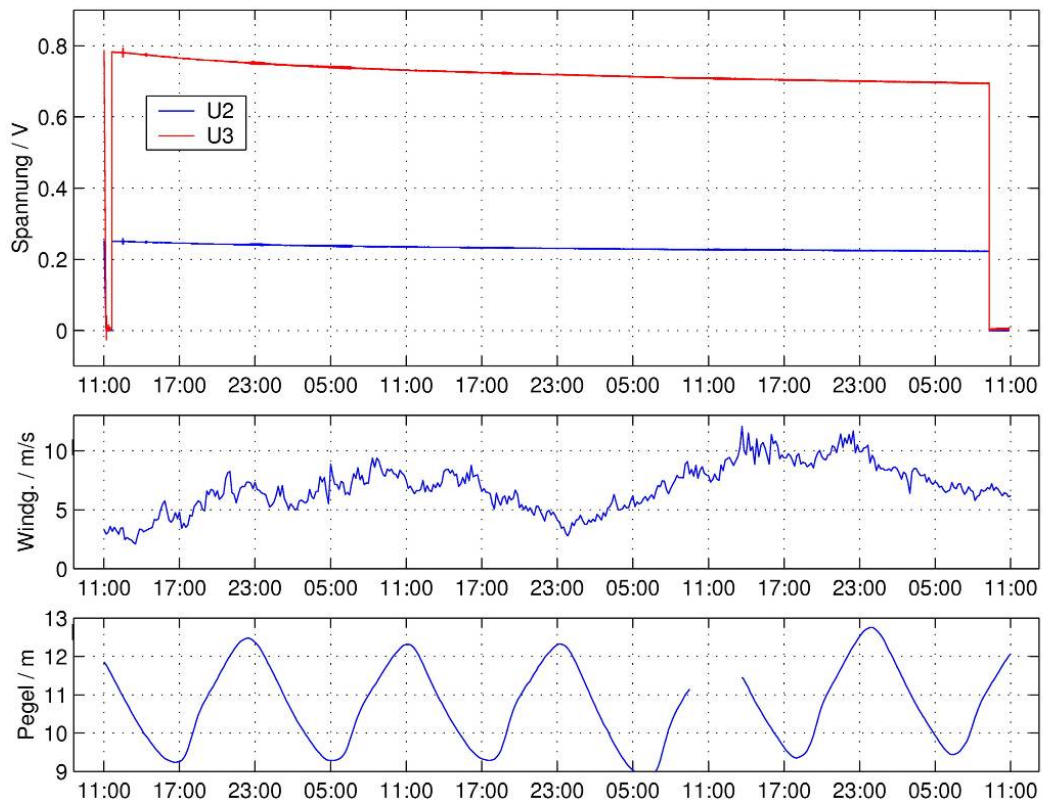


Abbildung 12: Gemessene Spannungen während des Einsatzes der Verankerung (oben). Daten von der Messstation: Windgeschwindigkeit (mitte) und Wasserstand (unten).

#### Ergebnisse:

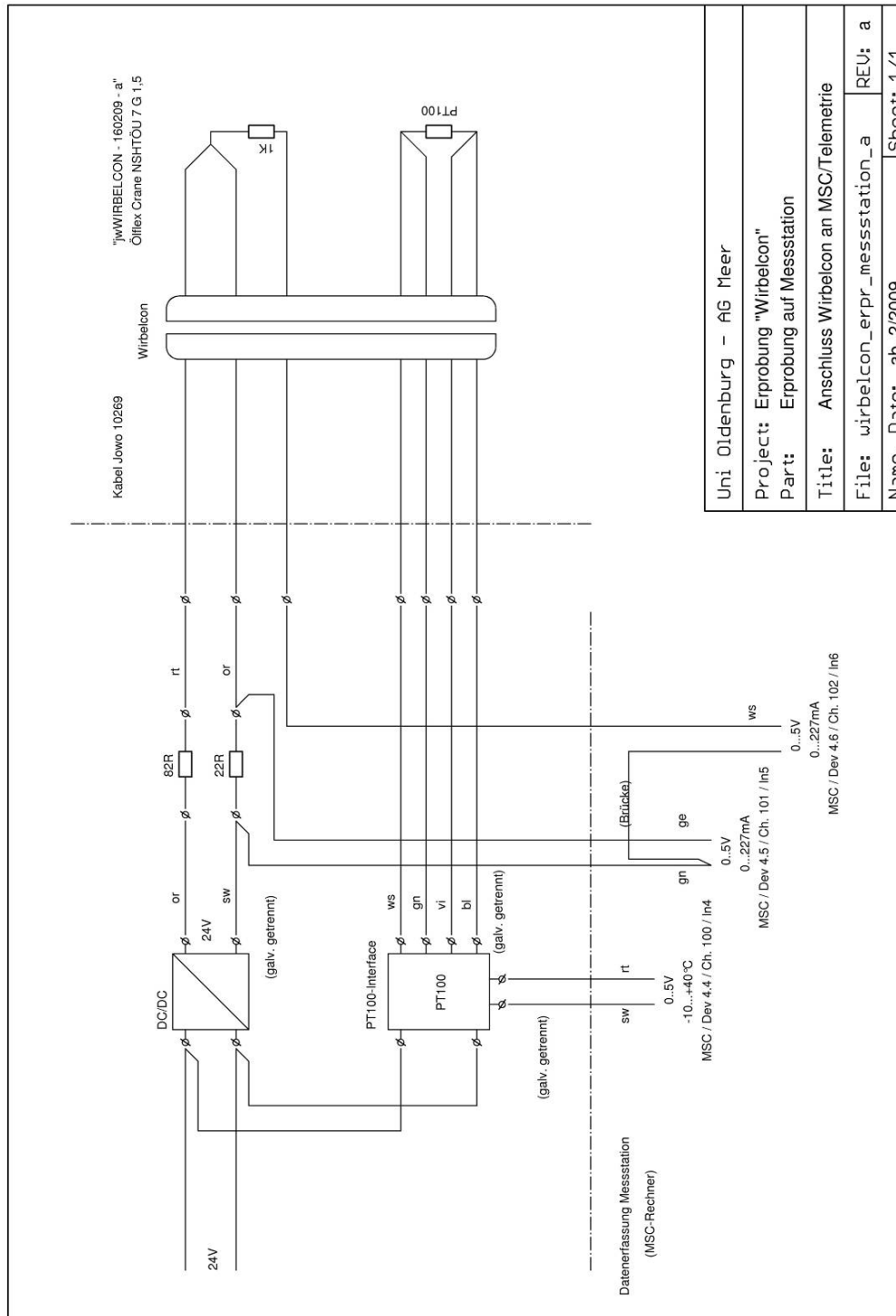
Während der Erprobungsphase gab es keine Unterbrechung der Datenübertragung, die länger als eine Sekunde war. Eine Unterbrechung einer der vier Leitungen zum Temperatursensor hätte zu einem maximalen Temperaturwert von 42 °C geführt. Eine Unterbrechung eines der anderen drei Leiter hätte einen minimalen bzw. maximalen Wert der Stromsignale zur Folge gehabt. Drehbewegungen und Zugbelastungen durch die Wellenbewegung beeinträchtigten die Qualität der Datenübertragung nicht. Die Verankerung konnte problemlos ausgesetzt und geborgen werden.

Aus der Erprobung ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Am Ende des Steckverbinders im Übergang zum Datenkabel sollte sich ein Knickschutz befinden.
- Ein Blindstecker sollte den Steckverbinder bei Transport und Lagerung schützen.
- Da der Steckverbinder nur im trockenen Zustand mit dem Datenkabel verbunden werden darf, ist eine sehr detaillierte Anleitung, nach Möglichkeit mit einer Bebilderung, notwendig.
- Die Kanten an der Verschraubung des Steckverbinders sollten abgerundet werden.
- Um Korrosion am Steckverbinder zu verhindern, sollten Opferanoden am Steckverbinder angebracht werden.

# Anhang

## A1: Schaltungsskizze - Erprobung auf der Messstation





A3: Genehmigung Wasser- und Schifffahrtsamt Emden

**Wasser- und Schifffahrtsamt Emden**

**Wasser- und  
Schifffahrtsamt Emden**

Am Eisenbahndock 3  
26725 Emden

**Einschreiben mit Rückschein**

**Ihr Zeichen**

Carl-von-Ossietzky-Universität

- Meeresphysik -

Carl-von-Ossietzky-Straße

26111 Oldenburg

**Mein Zeichen**

3-241.2/6 EV 65

**Genehmigung zum Setzen und Betreiben von  
Schifffahrtszeichen**

Ihr Schreiben vom 26.02.2009

Der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg, Abteilung Meeresphysik, wird auf ihren Antrag vom 26.02.2009 nach § 34 des Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 04.11.1998 (BGBl. I, S. 3294), zuletzt geändert durch Artikel 238 der 8. Zuständigkeitsverordnung vom 25. November 2003 (BGBl. I. S. 2334), die Genehmigung für das Setzen und Betreiben von Schifffahrtszeichen erteilt.

Das **Messgerät** ist außerhalb des Fahrwassers Otzumer Balje, Koordinaten: 53° 45,05' Nord - 07° 40,40' Ost auszulegen.

**Beschreibung:**

Dieses Messgerät ist an einer gelben Tonne angebracht, um die Wassertemperatur zu messen und die Datenübertragung durch einen Wirbel zu erproben.

Diese Genehmigung ist nicht übertragbar und gilt vom 10. März bis zum 13. März 2009.

Die Genehmigung berechtigt nicht, Rechte Dritter zu beeinträchtigen oder in Anspruch zu nehmen. Sie ersetzt nicht die nach anderen Rechtsvorschriften erforderlichen Verwaltungsakte und die privatrechtlichen Gestattungen des Bundes.

Für die Genehmigung ist der Antrag verbindlich.

Die Genehmigung wird unter folgenden Auflagen erteilt:

a) Allgemeine Auflagen und Bedingungen

1. Der Unternehmer hat die anerkannten Regeln der Technik und die Vorschriften für Schifffahrtszeichen sowie die im Bauwesen erforderliche Sorgfalt anzuwenden.
2. Der Unternehmer hat die Schifffahrtszeichen zu überwachen und in einem betriebssicheren und unveränderten Zustand zu halten.
3. Der Unternehmer hat jede geplante Änderung durch das Wasser- und Schifffahrtsamt Emden genehmigen zu lassen.
4. Werden Beeinträchtigungen der Bundeswasserstraße verursacht, so hat der Unternehmer diese auf Verlangen des Wasser- und Schifffahrtsamtes Emden in einer ihm gesetzten Frist zu beseitigen.
5. Ist die Genehmigung durch Widerruf oder aus anderem Grund erloschen, so hat deren Inhaber unverzüglich die Schifffahrtszeichen zu entfernen und den früheren Zustand – auch auf dem Meeresgrund – wieder herzustellen.
6. Der Unternehmer hat das Wasser- und Schifffahrtsamt Emden unmittelbar vor Einziehung der Schifffahrtszeichen zu unterrichten.
7. Der Unternehmer hat die Auflagen auf seine Kosten zu erfüllen.
8. Der Unternehmer hat beim Erlöschen dieser Genehmigung die zugehörige Urkunde an das Wasser- und Schifffahrtsamt Emden zurückzugeben.

b) Besondere Auflagen und Bedingungen

1. Das Messgerät ist außerhalb des betonnten Fahrwassers auszulegen.
2. Fahrzeuge dürfen durch die Messboje nicht beeinträchtigt werden.
3. Nach Auslegen des Messgerätes hat der Unternehmer deren geographische Koordinaten dem Wasser- und Schifffahrtsamt Emden unverzüglich mitzuteilen und einen Lageplan nachzureichen.

4. Die vorgesehenen Positionen für das Auslegen der Messboje sind mit dem Fahrzeug TL „Norden“ des Wasser- und Schifffahrtsamtes Emden abzustimmen (Tel.: 0160/7458083).

**Gründe:**

Die Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg, Abteilung Meeresphysik, hat mit Schreiben vom 26.02.2009 einen Antrag gestellt. Diesem Antrag war unter den gesamten Auflagen zu entsprechen. Die Auflagen sind aus strom- und schifffahrtspolizeilichen Gründen notwendig.

**Kosten:**

Für die Erteilung der Genehmigung wird nach laufender Nr. 16 der Ersten Verordnung zur Änderung der Kostenverordnung zum Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG KostV) vom 23. September 2004 (BGBl. I S. 2494) eine Gebühr in Höhe von 200,00 Euro festgesetzt.

**Rechtsbehelfsbelehrung:**

Gegen diese Genehmigung kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch erhoben werden. Der Widerspruch ist beim Wasser- und Schifffahrtsamt Emden, Am Eisenbahndock 3, 26725 Emden, schriftlich oder zur Niederschrift einzulegen.

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag

Boekhoff