



Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz  
Betriebsstelle Aurich

---

# Messung der Gewässergüte in der Unterems

Zusammenstellung der Datengrundlage

---

**Dienstgebäude**  
Oldersumer Straße 48  
26603 Aurich  
☎ 04941 176-0  
☎ 04941 176-135  
✉ [poststelle@nlwkn-aur.niedersachsen.de](mailto:poststelle@nlwkn-aur.niedersachsen.de)

**Norddeutsche Landesbank**  
Bankleitzahl: 250 500 00  
Konto-Nr.: 101 404 515  
BIC: NOLADE2HXXX  
IBAN: DE14 2505 0000 0101 4045 15  
USt-IdNr.: DE 188 571 852

**Besuchen Sie uns  
auch im Internet:**  
[www.nlwkn.niedersachsen.de](http://www.nlwkn.niedersachsen.de)

## Messung der Gewässergüte in der Unterems

### 1. Messstationen

#### 1.1. Vorbemerkung

Im Rahmen des Betriebs des Emssperrwerks wird ein Messsystem zur Überwachung der Gewässergüte der Tideems betrieben (Grundlage: Planfeststellungsbeschluss 1998 bzw. daraus hervorgehender Betriebsplan Emssperrwerk). Dazu wurde eine Reihe von Gütemessstationen an der Ems zwischen Knock und Herbrum installiert. Ein Teil dieser Stationen wurde bereits in früheren Jahren im Rahmen des Gewässerüberwachungsnetzes Niedersachsen (GÜN) errichtet, bzw. wurde aus einem früheren Monitoringprogramm des WSA Emden zur Beweissicherung des Emsausbaus übernommen. Die Stationen befinden sich überwiegend an den Pegeln des WSA Emden. Mit Ausnahme von zwei Stationen erfolgt der Betrieb und die Unterhaltung der Gütemessung durch den NLWKN. Auf alle Stationen besteht für den NLWKN ein uneingeschränktes Zugriffsrecht. Diese Messstationen liefern kontinuierliche Zeitreihen (Messtakt 5 Minuten) relevanter Gewässergüteparameter, insbesondere Wassertemperatur, Salzgehalt und Sauerstoff. Zudem sind Sensoren zur Messung der Trübung installiert. Damit kann jederzeit und witterungsunabhängig, mit Ausnahme bei Eisgang, die Gütesituation und die Güteentwicklungen in der Tideems erfasst werden. Ergänzend wird unterhalb der Halter Brücke eine mobile Messeinrichtung zur Erfassung des Salzgehaltes und der Temperatur installiert, wenn der Betrieb des Emssperrwerks es erfordert (Stau zur Überführung eines Werfschiffes im Sommer, bei hohem Ausgangssalzgehalt). Die in den Messstationen gespeicherten Daten werden regelmäßig per Datenfernübertragung abgerufen.

Die an den Messstationen zu erfassenden Parameter werden mit Sonden gemessen, deren Installationshöhe so gewählt wurde, dass möglichst auch bei niedrigen Tidewasserständen eine Wasserüberdeckung gegeben ist und so ein Trockenfallen vermieden wird. Der Abstand der auf dieser Höhe festinstallierten Sonden zur Gewässersohle beträgt zumeist 1 bis 2 m. Da seit Inbetriebnahme der Messstationen die Dicke der sich an der Sohle bewegenden Flüssigschlickschicht („Fluid Mud“) zugenommen hat, tauchen an den Stationen Leerort und Weener die Sonden zeitweise darin ein, was zu einer zeitlich begrenzten Beeinträchtigung der Messung führen kann. In diesem Fall erfolgte eine Erweiterung der Messstationen Leerort und Weener durch Einbau einer zweiten, höher gelegenen Messebene. Dadurch wird die mögliche Beeinträchtigung der Messung durch den Flüssigschlick minimiert, allerdings steigt damit die Häufigkeit des Trockenfallens der Sonden, da niedrige Tidewasserstände die Höhenordinate der oberen Messebene unterschreiten können. Es ist jedoch davon auszugehen, dass der Ausfall beider Messebenen nicht zeitgleich erfolgt, so dass die Datenverfügbarkeit durch die Erweiterung steigen wird.

Aufgabe des Messsystems ist es, Einsicht zu erhalten in die komplexen Bewegungsvorgänge und dem damit in Verbindung stehenden Verhalten der Gewässergüte, insbesondere im Rahmen der Beweissicherung zum Betrieb des Emssperrwerks, bzw. zukünftig auch als Teil des Monitorings für die Maßnahmen des Master-plan Ems 2050 (siehe *Monitoringprogramm zur Vorbereitung und Begleitung verschiedener Maßnahmen im Rahmen des Masterplan Ems 2050, Stand April 2017*). Angestrebt ist eine dafür ausreichende Kontinuität (möglichst wenige Messausfälle), Konsistenz (gleichbleibendes Messverfahren, möglichst wenige Messfehler) und Homogenität (möglichst gleichbleibende Messumstände).

Beim Betrieb der Messstationen wird trotz der schwierigen Messumstände in der Unterems eine möglichst hohe Datenqualität angestrebt. Als widrige Umstände sind u.a. die Anfälligkeit gegenüber Witterungseinflüssen (z.B. Blitzschlag, Frostansatz und Eisgang), die exponierten Positionen einiger Messstationen, die hohe Belastung durch Strömung und Wellen, beengte Verhältnisse (Fahrwasserrand direkt am Ufer), Schiffshavarien und auch Vandalismus, sowie Verschmutzung und Bewuchs der Sonden zu nennen.

Sofern es die Tide- und Witterungsverhältnisse zulassen, werden technische Defekte zügig behoben. Widrige Verhältnisse können zu einer Verzögerung von Reparatur-, Wartungs- und

Reinigungsarbeiten der technischen Anlagen führen, so dass fehlerhafte Messwerte oder Datenlücken nicht immer zu vermeiden sind. Die Unterbrechung der Messung erfolgte bislang allerdings nur selten, so dass eine ausreichende Kontinuität der Zeitreihen erzielt wird. Die an einigen Stationen erfolgte Modernisierung hat jeweils zwar einen Einfluss auf die Datenkonsistenz, andererseits erfolgte durch diese Maßnahmen eine Verbesserung der Messung und eine Vereinheitlichung der Stationen. In diesem Zusammenhang ist z.B. der Ersatz alter Messtechnik durch moderne HachLange-Sonden (Schwebstoff) in Knock, Terborg, Gandersum und Leer (Leda) zu nennen und auch die Erweiterung des Messbereichs der Schwebstoffmessung in Papenburg, Weener und Leerort, sowie der Umbau der Messung von Schwimmer- auf Festinstallation in Papenburg und Gandersum. Im Weiteren ist der gerade unter sommerlichen Verhältnissen stattfindende zügige Bewuchs und die Verschmutzung der Sonden zu nennen, die trotz der möglichen Wartungsfolge zur Beeinflussung der Messung führen kann. Hinsichtlich der Homogenität der Messung ist das phasenweise Auftreten von Flüssigschlick zu nennen, wodurch sich eine nicht zu vermeidende zeitweise Beeinträchtigung der Messung ergibt. Hier ist anzumerken, dass an den Stationen Leerort und Weener seit dem Spätsommer 2017 eine zweite Messebene installiert ist, die eine Messung oberhalb der Flüssigschlickschicht ermöglicht.

Alle Daten werden regelmäßig auf Plausibilität geprüft und bei Bedarf korrigiert. Nicht plausible Daten, deren Charakteristik und Größenordnung nicht nachzuvollziehen ist, werden verworfen. Trotz gewissenhafter Bearbeitung ist der vereinzelte Verbleib unerkannter Fehler nicht vollkommen auszuschließen.

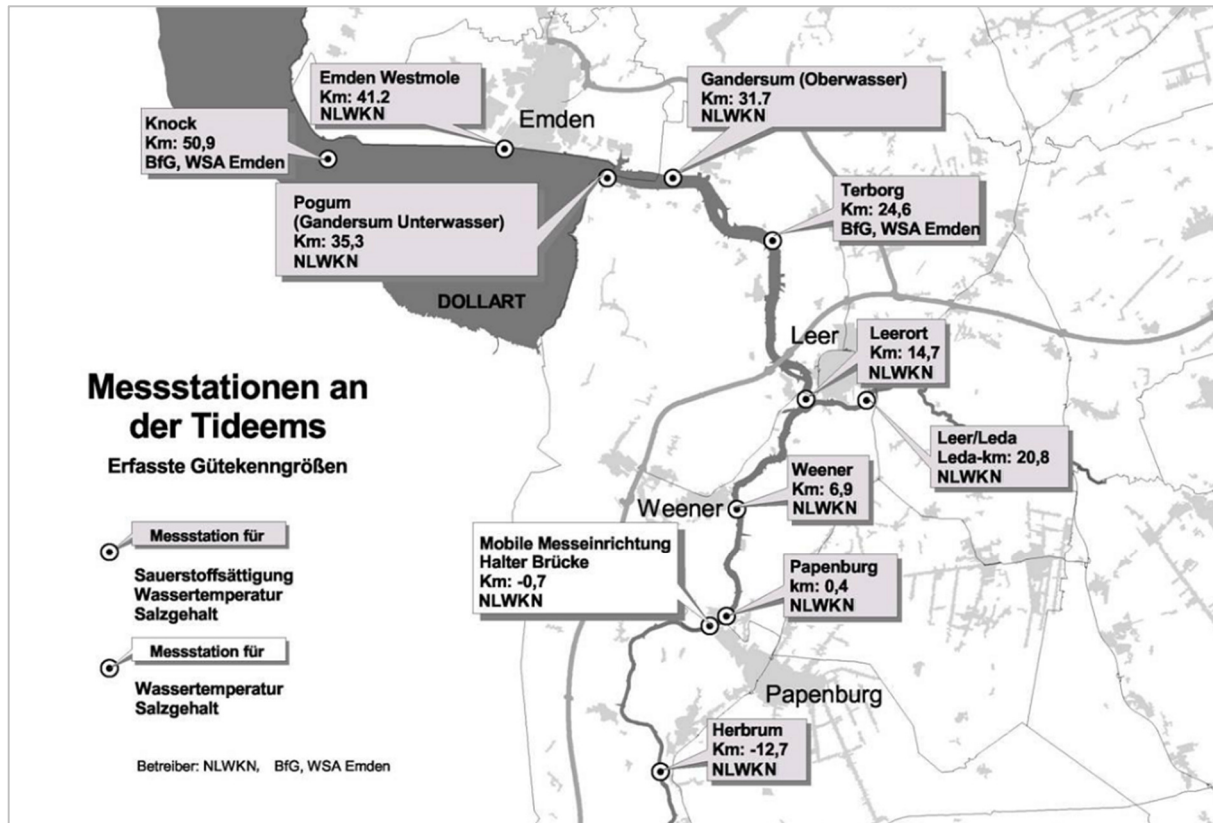
#### Kontinuierlich messende Gewässergütemessstationen zwischen Knock und Herbrum

Stationsname	Position [Unterems-Km]	Betreiber
Knock	50,9	BfG Koblenz/WSA EMD
Emden Emspier	40,9	NLWKN Aurich
Pogum	35,3	NLWKN Aurich
Gandersum	31,7	NLWKN Aurich
Terborg	24,6	BfG Koblenz/WSA EMD
Leerort	14,7	NLWKN Aurich
Weener	6,9	NLWKN Aurich
Papenburg	0,4	NLWKN Aurich
Halte (temporär)	-0,7	NLWKN Aurich
Herbrum	-12,7*)	NLWKN Meppen

*Erläuterung zu Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.: gemessene Parameter: Wassertemperatur, Leitfähigkeit (Salzgehalt), Trübung (Schwebstoffkonzentration in Trockensubstanz), Sauerstoff O<sub>2</sub> (Sättigungsindex und Konzentration), z.T. pH-Wert, Wasserstand; die Erfassung der Gewässergüteparameter erfolgt zumeist 1 bis 2 m oberhalb der Sohle; Messtakt zumeist 5 Minuten, Gandersum 1 Minute..*

### 1.2. Lage der Messstationen und gemessene Parameter

An folgenden Positionen werden die Parameter Sauerstoffkonzentration bzw. –sättigung (O<sub>2</sub>), elektrische Leitfähigkeit (Lf), Wassertemperatur (T) und Trübung (TR) bzw. Schwebstoffkonzentration (C<sub>s</sub>) gemessen:



Erläuterung **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**: die Messstation Herbrum befindet sich oberhalb des Tidewehres und somit nicht in der Tideems, die Messstation Leer/Leda liegt oberhalb des Ledasperrwerks und wird durch dessen Sperrbetrieb beeinflusst

UEms-km	Name der Messstelle	Höhenlage der Messung
00,391	Pegel <b>Papenburg</b> (GK3: 3390620,7 / 5887468,5) (UTM: 390593,001 / 5885555,528)	<p><b>Lf [mS/cm] und T [°C]:</b>                      Messtiefe:                      NHN -2,6 m                      ab Jan. 2014: NHN -2,2 bis -2,1 m</p> <p><b>O<sub>2</sub> [%] und C<sub>s</sub> [g/l]:</b>                      Messtiefe:                      ca. ½ m unter Wasseroberfläche (Schwimmer);                      ab April 2007 Festinstallation: NN -2,4 m                      ab Jan. 2014: NHN -2,2 m bis -2,1 m</p> <p>Zeitreihe:      <b>O<sub>2</sub></b>      ab 1999                                           <b>C<sub>s</sub></b>      ab 1999                                           <b>Lf / Sp</b> ab 1998                                           <b>T</b>      ab 1998</p>

Anmerkung: Der Bereich der Schwebstoffmessung wurde im August 2010 angepasst, so dass seitdem auch Werte über 20 g/l erfasst werden können. Die sohlnahe Messung kann zeitweise durch eine Flüssigschlickschicht beeinflusst werden. Aufgrund der engen Querschnittsverhältnisse nimmt das Fahrwasser fast die gesamte Gewässerbreite ein. Die Lage der Messstation befindet sich am Fahrwasserrand und damit im Uferbereich. Die dortigen Tiefenverhältnisse führen zu einem Trockenfallen der Sonden bei außergewöhnlich niedrigen Tidewasserständen.

06,890

Pegel **Weener**  
 (GK3: 3391177,9 / 5893356,2)  
 (UTM: 391150,025 / 5891440,876)

**O<sub>2</sub> [%], C<sub>s</sub> [g/l], T [°C] und Lf [mS/cm]:**  
 Messtiefe: NHN -3,0 m

Zeitreihe:      **O<sub>2</sub>**      ab 2000  
                      **C<sub>s</sub>**      ab 2000  
                                  **Lf**      ab 1997  
                                  **T**      ab 1997



Anmerkung: Der Messbereich der Schwebstoffsonden wurde in 2013 angepasst, so dass seitdem auch Werte über 50 g/l gemessen werden können. Dabei ist allerdings hinzuweisen, dass die sehr ungewöhnlich hohen Werte während der Flutphase auch auf eine Beeinflussung durch die nahegelegene Eisenbahnbrücke zurückzuführen und den Flussquerschnitt nur bedingt repräsentieren. Die während der Ebbphase gemessenen Werte sind dagegen davon unbeeinflusst und sehr viel niedriger. Die sohlennahe Messung kann zeitweise durch eine Flüssigschlickschicht beeinflusst werden. Im August 2017 erfolgte die Installation einer zweiten Messebene, die eine flexible Höheneinstellung der dort untergebrachten Sonden erlaubt und damit eine Messung oberhalb der Flüssigschlickschicht ermöglicht.

14,738

Pegel **Leerort**  
 (GK3: 3394940,4 / 5899300,5)  
 (UTM: 394911,154 / 5897382,664)

**O<sub>2</sub> [%], C<sub>s</sub> [g/l], T [°C] und Lf [mS/cm]:**  
 Messtiefe: NHN -3,0 m

Zeitreihe:      **O<sub>2</sub>**      ab 2001  
                      **C<sub>s</sub>**      ab 2001  
                                  **Lf**      ab 1997  
                                  **T**      ab 1997

Anmerkung: Der Bereich der Schwebstoffmessung wurde in 2011 angepasst, so dass seitdem auch Werte über 25 g/l erfasst werden können. Die sohlennahe Messung kann zeitweise durch eine Flüssigschlickschicht beeinflusst werden. Der maximale Messbereich der Leitfähigkeitsmessung wurde im Juli / August 2011 erreicht und somit erweitert. Im August 2017 erfolgte die Installation einer zweiten Messebene, die eine flexible Höheneinstellung der dort untergebrachten Sonden erlaubt und damit eine Messung oberhalb der Flüssigschlickschicht ermöglicht.

24,640

Pegel **Terborg** (BfG)  
 (GK3: 3393123,8 / 5907954,6)  
 (UTM: 393095,331 / 5906033,381)

**O<sub>2</sub> [%], TR [%], C<sub>s</sub> [g/l], T [°C ], Lf [mS/cm] und pH:**  
 Messtiefe: NHN -3,5 m

Zeitreihe:      **O<sub>2</sub>**      ab 1988  
                      **TR**      1990 bis 2008  
                      **C<sub>s</sub>**      ab 2008

**Lf** ab 1988  
**T** ab 1988  
**pH** ab 1988

Anmerkung: Seit 2001 ruft der NLWKN mit freundlicher Genehmigung der BfG bzw. des WSA Emden die Daten der Messstationen Knock und Terborg per DFÜ ab. Die vor 2001 gemessenen Daten wurden von der BfG zur Verfügung gestellt. In der Vergangenheit wurde die Messstation wiederholt durch Eisgang beschädigt. Die umfassenden Reparaturen erstreckten sich aufgrund der Schwere der Schäden über längere Zeiträume, so dass der Messbetrieb jeweils entsprechend lange unterbrochen werden musste. Die Messstation Terborg wurde nach einem Defekt im Oktober 2009 erst wieder im April 2010 in Betrieb genommen. Leider ist die Station im Dezember 2010 wieder komplett ausgefallen und muss durch einen Neubau ersetzt werden.

Zwischen Juli 2008 und dem 28.01.2013 wurde an der Wasseroberfläche Sauerstoff gemessen. Die Messung sollte klären, ob während des Staubetriebs mit der an der Wasseroberfläche in Richtung Gandersum vorhandenen Strömung der Sauerstoffgehalt in der unteren Stauhaltung abnimmt. Nach Auswertung der Daten und Bearbeitung der Fragestellung wurde die Messung nach einem Totalverlust der Geräte und Beschädigung des Geräteträgers im Winter 2012/2013 nicht fortgesetzt.

Bis Nov/Dez 2006 wurde an der Station die Trübung [%] (BTG) gemessen, danach wird die Schwebstoffkonzentration ausschließlich mithilfe einer Infrarot-Streulicht-Sonde (HachLange, SOLITAX) ermittelt, wie auch an den Messstationen der Unterems. Ein Parallelbetrieb von alter Trübungsmessung (mit Umrechnung in Schwebstoff) und HachLange-Sonde (interne Interpretation der Trübung und Ausgabe als Schwebstoffkonzentration) erfolgte von Ende Nov. bis Anfang Dez. 2006 (14 Tage).

Der bis 2006 gemessene Trübungswert wurde zur besseren Vergleichbarkeit in eine Schwebstoffkonzentration umgerechnet. Dieses geschah bei den Stationen der BfG Koblenz (Terborg und Knock; 4-Strahl-Wechsellicht-Verfahren der Fa. BTG) über eine Korrelation zu turnusmäßig von der BfG gezogene Schwebstoffprobe. Der maximale Messbereich Schwebstoffmessung wurde im Nov. 2011 erreicht und anschließend erweitert.

31,725

Gewässergütemessstation **Gandersum**  
 (GK3: 3387694 / 5911357)

**O<sub>2</sub> [mg/l], C<sub>s</sub> [g/l], TR [%]; T [°C];  
 Lf [mS/cm] und pH:**

Messtiefe:

ca. 1 m u. Wasseroberfläche (Schwimmsteg)  
 seit 14.12.2011 Festinstallation NHN – 2,6 m  
 (1 m über Sohle)

Zeitreihe: **O<sub>2</sub>** ab 1986  
**TR** 1996 bis 2012  
**Cs** ab 2012  
**Lf** ab 1986  
**T** ab 1986  
**pH** ab 1996

außerdem: rel. Luftfeuchte ab 1996  
 Luftdruck ab 1996  
 Wind ab 1996  
 Lufttemperatur ab 1996  
 Globalstrahlung ab 1997  
 Wasserstand ab 1996  
 Niederschlag ab 1997

Anmerkung: Bis Dezember 2011 wurde die Messung im Bereich der Wasseroberfläche durchgeführt, anschließend erfolgte ein Umbau der Messstation durch Installation der Sonden im Sohlbereich (s.o.), wodurch zum einen eine Anpassung an die anderen Stationen entlang der Ems erfolgte und zum anderen die Kontinuität der Messung erhöht werden kann, da es keine Beeinflussung durch z.B. Eisgang mehr gibt. Wegen Eisgang war vorher wiederholt eine Unterbrechung des Messbetriebs erforderlich. Sehr niedrige Wassertemperaturen beeinflussten die Datenqualität, wie z.B. im Winter 2009/2010 und 2010/2011. Die Messstation Gandersum musste u.a. im Januar und Februar 2010, sowie wieder ab Dezember 2010 aufgrund des Eisgangs außer Betrieb genommen werden. Bis zum Nov. 11 traten häufiger Ausfälle der gesamten Anlage auf (Datenlücken, z.T. unplausible Werte).

Bis 2012 wurde an der Station die Trübung [%] (GIMAT) gemessen, danach wird die Schwebstoffkonzentration ausschließlich mithilfe einer Infrarot-Streulicht-Sonde (HachLange, SOLITAX) ermittelt, wie auch an den Messstationen der Unterems. Ein Parallelbetrieb von alter Trübungsmessung (mit Umrechnung in Schwebstoff) und

HachLange-Sonde (interne Interpretation der Trübung und Ausgabe als Schwebstoffkonzentration) erfolgte von Juni bis Oktober 2012.

Der bis 2012 gemessene Trübungswert wurde zur besseren Vergleichbarkeit in eine Schwebstoffkonzentration umgerechnet. Bei der Messstation Gandersum wurde ein Bezug der Trübung [%] (Fa. GIMAT) zur Schwebstoffkonzentration [g/l] über einen zeitweisen Parallelbetrieb mit einer HachLange (SOLITAX) hergestellt. Die letztgenannte Schwebstoffsonde wurde in einem Laborversuch überprüft.

35,304      Pegel **Pogum**  
(GK3: 3384113,6 / 5911354,9)  
(UTM: 384088,819 / 5909432,475)

**O<sub>2</sub> [%], C<sub>s</sub> [g/l], T [°C] und Lf [mS/cm]:**  
Messtiefe: NHN -2,7 m

Zeitreihe:      **O<sub>2</sub>**      ab 2001  
                     **C<sub>s</sub>**      ab 2001  
                     **Lf /Sp**   ab 1995  
                     **T**        ab 1995

Anmerkung: Die Messung an der Station Pogum wies in der Vergangenheit oftmals Besonderheiten auf, die keiner Ursache mit Sicherheit zuzuordnen war. So kam es wiederholt zu Störungen besonders bei der Leitfähigkeitsmessung. Zudem führten vermutlich Auflandungen im Bereich der Sonden oftmals zu Fehlmessungen. Aufgrund dessen musste die Sauerstoff- und Leitfähigkeitssonde etwas in der Höhenlage variiert werden. Zwischen September 2007 und April 2010 wiesen die Sauerstoff-Messwerte eine geringere Datenqualität auf. Phasenweise reduziert Bewuchs auf der Sondenoberfläche die Messqualität. An der Messstation wurden ab 2014 wiederholt unsachgemäße Einstellungen vorgenommen, vermutlich durch eine fachfremde und nicht autorisierte Person. Dabei wurden jeweils Sonden von ihrer Position entfernt und nicht wieder ordnungsgemäß zurückgeführt. Daraus folgte eine Fehlmessung, nicht zu plausibilisierende Daten mussten gelöscht werden. Dieses trifft für die Parameter Schwebstoff und Sauerstoff zu. In diesem Zusammenhang wurde ebenfalls die Leitfähigkeitssonde unsachgemäß behandelt und die Aufhängung der Sonde vollkommen zerstört. Die Leitfähigkeitssonde klemmte im unteren Bereich des Messrohres fest und war zu Wartungs- und Reinigungszwecken nicht mehr zu entnehmen. Allerdings wurde die Sonde nicht beschädigt, so dass die Messung nicht unterbrochen wurde. Eine Reparatur während eines Tauchereinsatzes im März 2015 schlug fehl. Erst während eines späteren Wartungsbesuches konnte die Sonde geborgen und gereinigt, sowie provisorisch in der Leiternische des Messpfahls, nahe der vorherigen Positionen und in gleicher Tiefe installiert werden.

Die Sonden der Station verschmutzen und bewachsen sehr schnell. Aufgrund der exponierten Lage kann die Station nicht bei widrigen Tide- und Witterungsbedingungen besucht werden, um Wartungs-, Reinigungs- und Reparaturarbeiten auszuführen.

Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung teilte im Frühjahr 2017 die Absicht mit, den baufälligen Pegelpfahl Pogum mittelfristig zu ersetzen.

41,248      Westmole zum **Emder** Außenhafen

**O<sub>2</sub> [%], C<sub>s</sub> [g/l], T [°C] und Lf [mS/cm]:**  
Messtiefe: etwa 2 m über Sohle

Zeitreihe:      **O<sub>2</sub>**      ab 2001 bis Mai 2006  
                     **C<sub>s</sub>**      nur 2001  
                     **Lf**      ab 2001 bis Dez. 2006  
                     **T**        ab 2001 bis Dez. 2006

Anmerkung:

Die Messung wurde häufig vermutlich beeinflusst: in Ebbephase durch die Hafenvirtschaft im Außenhafen (Re-zirkulationsarbeiten) und in Flutphase durch das Manövrieren von Schiffen am Kai westl. der Westmole. Der Messstandort wurde häufig havariert und 2006 der Betrieb zunächst eingestellt.

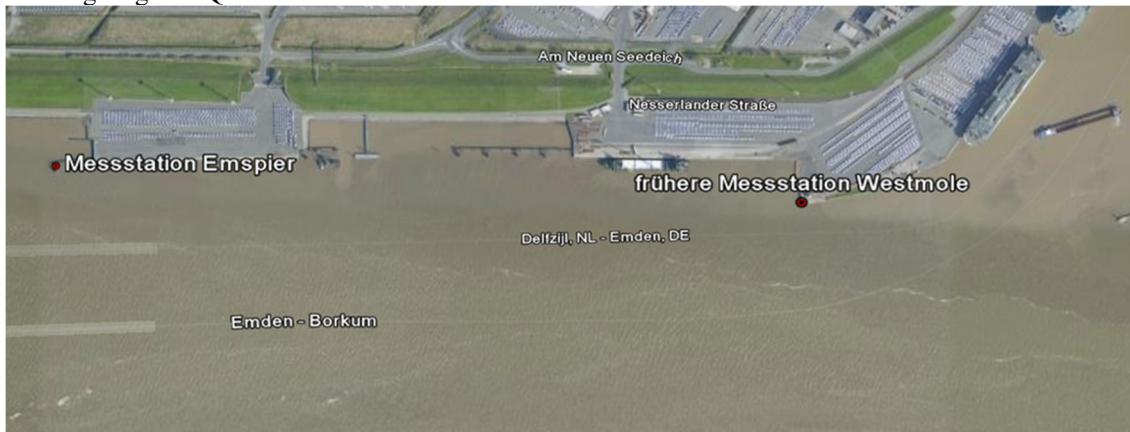
42,0        Emspier **Emden**  
(GK3: 3377582,4 / 5912991,2)

**O<sub>2</sub> [%], C<sub>s</sub> [g/l], T [°C] und Lf [mS/cm]:**  
Messtiefe: NHN -4,4 m

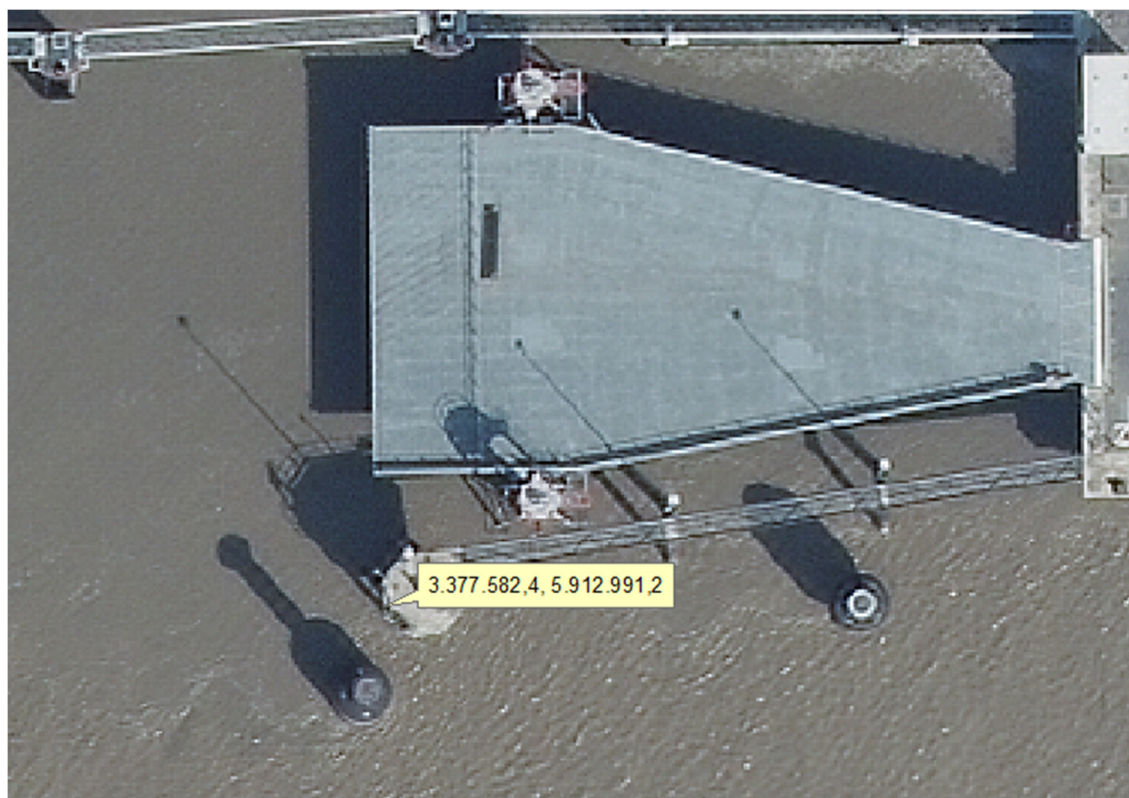
Zeitreihe:      **O<sub>2</sub>**      ab Feb. 2008

**Cs** ab Sep. 2008  
**Lf** ab Aug. 2008  
**T** ab Aug. 2008

Anmerkung: Im Bereich von Emden erfolgte bis 2006 eine Messung im Bereich der Hafeneinfahrt (Westmole). Die Messung wurde häufig durch den Anlegebetrieb des dortigen Schiffsverkehrs beeinflusst. Zudem wurde die Station wiederholt durch Schiffe beschädigt. Somit erfolgte eine Verlagerung an den Emspier. Die Messung wurde solange unterbrochen (Datenlücke 05.12.2006 bis 15.08.2008), da der alte Messort nach der letzten Havarie komplett zerstört war und zunächst keine neue geeignete Position gefunden werden konnte. Erst nach Fertigstellung des Piers konnte von NPorts die neue Position angeboten werden. Aufgrund der vorgenannten Umstände konnte leider kein Parallelbetrieb an beiden Standorten stattfinden (Kontinuität, Homogenität der Zeitreihe). Die Schwebstoffkonzentration wird ab Ende 2008 mit Unterbrechungen und seit 2010 kontinuierlich gemessen. Zwischen dem 09.11.15 und dem 19.04.16 war die Leitfähigkeitsmessung zunehmend beeinflusst und wies zum Ende eine ungenügende Qualität auf.







50,856

Pegel **Knock** (BfG)  
 (GK3: 3368864,97 / 5912398,76)  
 (UTM: 368846,229 / 5910476,048)

**O<sub>2</sub> [%], TR [%], Cs [g/l], T [°C], Lf [mS/cm]  
 und pH:**

Messtiefe: NHN -3,5 m

Zeitreihe:	<b>O<sub>2</sub></b>	ab 1993
	<b>TR</b>	1993 bis 2011
	<b>Cs</b>	ab 2011
	<b>Lf</b>	ab 1993
	<b>T</b>	ab 1993
	<b>pH</b>	ab 1993

Anmerkung: Seit 2001 ruft der NLWKN mit freundlicher Genehmigung der BfG bzw. des WSA Emden die Daten der Messstationen Knock und Terborg per DFÜ ab. Die vor 2001 gemessenen Daten wurden von der BfG zur Verfügung gestellt. Die Sonden der Station verschmutzen und bewachsen sehr schnell. Aufgrund der exponierten Lage kann die Station nicht bei widrigen Tide- und Witterungsbedingungen besucht werden, um Wartungs-, Reinigungs- und Reparaturarbeiten auszuführen.

Die Messung der Station Knock setzte aufgrund eines technischen Defektes im Juli 2010 komplett aus und konnte erst Anfang Dezember 2010 wieder in Betrieb genommen werden. U.a. erfolgte eine Beeinträchtigung der Messung im Zeitraum 02.09.11 – 05.10.12 (alle Parameter).

Bis Dez. 2011 wurde an der Station die Trübung [%] (BTG) gemessen, danach wird die Schwebstoffkonzentration ausschließlich mithilfe einer Infrarot-Streulicht-Sonde (HachLange, SOLITAX) ermittelt, wie auch an den Messstationen der Unterems. Ein Parallelbetrieb von alter Trübungsmessung (mit Umrechnung in Schwebstoff) und HachLange-Sonde (interne Interpretation der Trübung und Ausgabe als Schwebstoffkonzentration) erfolgte von Ende Dez. 2006 bis Dez. 2011.

Der bis 2011 gemessene Trübungswert wurde zur besseren Vergleichbarkeit in eine Schwebstoffkonzentration umgerechnet. Dieses geschah bei den Stationen der BfG Koblenz (Terborg und Knock; 4-Strahl-Wechsellicht-Verfahren der Fa. BTG) über eine Korrelation zu turnusmäßig von der BfG gezogene Schwebstoffprobe.

90,55 Pegel **Borkum Südstrand** (WSA)  
(GK3: 3345178,35 / 5940922,39)  
(UTM: 345169,483 / 5938988,697) **T [°C], Lf [mS/cm]**  
Zeitreihe: Mai 2012 bis Feb. 2014

Anmerkung: Die Messung der Leitfähigkeit und der Wassertemperatur erfolgte vom Pegelpfahl Borkum Südstrand aus. Aufgrund des starken Bewuchses und des hohen Wartungsaufwandes, sowie der exponierten Lage musste die Messung aufgegeben werden. Vor 2012 und nach 2014 erfolgt die Lf-Messung mit Dauerströmungsmessgeräten (Aanderaa).

-14,12 (DEK-km 211,70) Gewässergütemessstation **Herbrum** **O<sub>2</sub> [mg/l], T [°C]; Lf [mS/cm] und pH**  
Zeitreihe: **O<sub>2</sub>** ab 1996  
**Lf<sub>20°C</sub>** ab 1996  
**Lf<sub>25°C</sub>** ab 05.11.2017  
**T** ab 1996  
**pH** ab 1996  
außerdem: rel. Luftfeuchte ab 1997  
Wind ab 1997  
Lufttemperatur ab 1995  
Globalstrahlung ab 1997  
Niederschlag ab 2000

Anmerkung: die Messstation befindet sich im Wehrraum, direkt oberhalb des Tidewehrs Herbrum. Seitens des Betreibers (NLWKN Meppen) ist geplant, den Messstandort um rd. 1,1 km nach Oberstrom zu verlagern. Als zukünftiger Standort ist eine Position zwischen Mündung der Golfischdever und der Trennung zwischen Wehr- und Schleusenarm angedacht. Neben den vorher genannten Parametern wird die Station zudem mit einem automatischen Gefrierprobennehmer zur Probenahme von Nährstoffen ausgestattet.

**Leda-km 20,87** Gewässergütemessstation **Leer/Leda** **O<sub>2</sub> mg/l, TR [%], Cs [g/l], T [°C], Lf [mS/cm] und pH:**  
ca. 1 m u. Wasseroberfläche (Schwimmsteg)  
= ca. 240 m oberhalb des Ledasperwerkes (Leda-km 21,11)  
= ca. 3,9 km oberhalb der Mündung der Leda in die Ems (Leda-km 24,724 und UEms-km 13,995)

Zeitreihe: **O<sub>2</sub>** ab 1984  
**TR** 1997 bis 2015  
**Cs** ab 2011  
**Lf** ab 1984  
**T** ab 1984  
**pH** ab 1995  
außerdem: Durchfluss ab 1997  
Lufttemperatur ab 1995  
Wasserstand ab 1997

Anmerkung: Bis zum 08.05.2014 förderte eine in einem Schwimmer installierte Pumpe Wasser in das Innere des Stationsgebäudes, wo in einem Rohrsystem und Durchlaufbecken installierte Sonden die Messung durchführten. Ab dem 08.05.2014 sind die Sonden direkt in dem Schwimmer installiert. Die Messung Q Leer\_Leda (Ultraschalllaufzeitmessung) verläuft bei hohen Schwebstoffkonzentration mit schlechter Qualität. Zudem kam es wiederholt zum Ausfall einer Wandlerebene, sodass u.a. die Daten 2013 von sehr schlechter Qualität sind. Die Gewässergütemessung der Station LeerLeda lief u.a. in 2013 nicht optimal, da die Pumpe, die Wasser zum Messsystemen innerhalb des Gebäudes fördert (s.o.), häufig ausfiel oder nur eine unzureichende Wassermenge förderte. Besonders die Cs-Werte Ende Jun/Anfang Jul 2013 und Anfang Okt 2013 sind von schlechter Qualität.

Seit Anfang Dez. 11 wird die Schwebstoffkonzentration zusätzlich mithilfe einer Infrarot-Streulicht-Sonde (HachLange, SOLITAX) ermittelt, wie auch an den Messstationen der Unterems. Ein Parallelbetrieb von alter Trübungsmessung (mit Umrechnung in Schwebstoff) und HachLange-Sonde (interne Interpretation der Trübung

und Ausgabe als Schwebstoffkonzentration) erfolgte von 2011 bis 2015. In 2012 wurde der Messbereich der TR-Sonde erweitert.

Die Messausrüstung auf den Pegeln Papenburg, Weener, Leerort und Pogum wird vom NLWKN betrieben, während der jeweilige Pegelpfahl, von dem aus die Gewässergütemessung erfolgt, dem Wasser- und Schifffahrtsamt Emden gehört. Die Messtechnik auf den Pegeln Terborg und Knock gehören gesamt dem WSA Emden/BfG, die Messinstrumente zur Gewässergütemessung werden von der BfG Koblenz und dem WSA betreut. Die Messstationen Gandersum, Leer/Leda und Herbrum gehören gesamt dem NLWKN und sind Bestandteil des Gewässergüte-Überwachungssystems-Niedersachsen (GÜN).

### 1.3. Mess- und Speicherintervall

An den Messstationen der Unterems findet pro Minute eine Messung statt (1-Min.-Einzelwerte). Je 5 Minuten erfolgt die Berechnung des arithmetischen Mittelwertes aus den 1 Min.-Einzelwerten, der am Ende des 5-Min.-Intervalles in der Messstation abgelegt und fernübertragen wird. Die Messstationen arbeiten offline, d.h. über einen Datenabruf werden die Daten auf den gewässerkundlichen Rechner via Modem übertragen; dieser Abruf erfolgt selbständig einmal pro Tag oder zusätzlich bei Bedarf. Die älteren Daten der Messstation Herbrum liegen als Tagesmittelwerte vor.

Die Stationen des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen (GÜN) wurden einheitlich auf ein 1min-Speicherintervall umgestellt: Herbrum (am 05.11.2017), Gandersum (30.03.2017) und Leer-Leda (am 28.04.2017).

### 1.4. Kontrolle und Wartung der Messstationen

Die Messstationen werden turnusmäßig kontrolliert. Dabei werden die Sonden gereinigt und bei Bedarf kalibriert, d.h. neu auf eine optimale Funktion eingestellt und Verbrauchsteile und -stoffe ausgetauscht.

### 1.5. Datenverarbeitung

Auf dem gewässerkundlichen Rechner werden die 5-Min.-Mittelwerte als Rohdaten gespeichert, anschließend plausibilisiert und archiviert. Dabei bleiben die Rohdaten neben den korrigierten Werten stets erhalten, so dass jede Korrektur nachzuvollziehen ist.

In einem weiteren Schritt werden die tidebedingten Scheitel ermittelt (Eintrittszeit und Höhe). Diese Scheitelwerte werden nach Ebbe- und Flutzugehörigkeit getrennt und anschließend zu Monats-, Halbjahres und Jahres- Mittelwerten weiterverarbeitet (manuelle Bearbeitung, nicht automatisiert) und können u.a. in Form von Haupttabellen zusammengefasst werden.

### 1.6. Beschreibung der Sauerstoffmessung an den Gewässergütemessstellen der Unterems

Sauerstoff ist nicht nur Bestandteil der Luft, sondern liegt als gelöstes Gas auch in Flüssigkeiten vor. Ein Gleichgewichtszustand ist dann erreicht, wenn der Sauerstoffpartialdruck, also der Anteil am Gesamtdruck, der vom Sauerstoff verursacht wird, in Luft und Flüssigkeit gleich ist; die Flüssigkeit ist dann sauerstoffgesättigt. In trockener atmosphärischer Luft beträgt der Sauerstoffpartialdruck 20,95 % des Luftdrucks. Über einer Wasseroberfläche reduziert sich dieser Anteil, weil auch Wasserdampf einen Dampfdruck und damit einen Partialdruck besitzt. Es ergibt sich unter Sättigungsbedingungen:

$$p_{O_2}(T) = 0,2095 * (p_{Luft} - p_w(T))$$

Mit  $p_{O_2}(T)$  als Sauerstoffpartialdruck,  $p_{Luft}$  als Luftdruck und  $p_w(T)$  als Wasserdampfdruck; (T) kennzeichnet die temperaturabhängigen Größen.

Eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst die Löslichkeit des Sauerstoffes in Wasser; das Resultat dieser Prozesse ist durch eine Sauerstoffmessung zu erfassen, die entsprechend dem heutigen Stand der Technik wie folgt durchgeführt wird:

Seit 2015 werden die Messstationen schrittweise auf eine optische Sauerstoffmessung umgerüstet (LDO: Luminescent Dissolved Oxygen). Bis dahin erfolgt eine Messung nach elektrochemischem Prinzip.

Über die Bestimmung des gelösten Sauerstoffes wird die Sauerstoffsättigung [%] ermittelt. Über die vorhandene Sättigung und der Sättigungskonzentration  $C_{\text{sat}}$  kann anschließend die Sauerstoffkonzentration [mg/l] berechnet werden.

### Einflussgrößen:

#### Temperatur

Mit steigender Temperatur steigt der Wasserdampfdruck, d.h. der Sauerstoffpartialdruck. Je höher die Wassertemperatur ist, desto weniger Sauerstoff kann im Wasser gelöst werden.

#### Salinität

Je höher der Salzgehalt im Wasser ist, desto weniger Sauerstoff kann gelöst werden. Zur Bestimmung der Sättigungskonzentration  $C_{\text{sat}}$  wird neben der Temperatur auch der Salzgehalt berücksichtigt

(Der temperaturabhängige Bunsensche Absorptionskoeffizient ändert sich, wenn Substanzen in Wasser gelöst werden. Dieser Effekt wird durch die Einbeziehung der Salinität berücksichtigt.)

### Bestimmung der Sauerstoffkonzentration [mg/l]

Grundlage ist die durch iodometrische Titration bestimmte Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser. Dieses erfolgt unter Berücksichtigung der Temperatur und der Salinität. Der Luftdruck findet bereits bei der entsprechenden Kompensation der Messung Berücksichtigung. Ergebnis der Titration ist die Sättigungskonzentration  $C_{\text{sat}}$  bei jeweiliger Temperatur und unterschiedlichem Salzgehalt.

$S_p$ [PSU] $T$ [°C]	0	10	20	30	40
0	14,6	13,6	12,7	11,9	11,1
1	14,2	13,3	12,4	11,6	10,8
2	13,8	12,9	12,1	11,3	10,5
3	13,5	12,6	11,8	11,0	10,3
4	13,1	12,3	11,5	10,7	10,0
5	12,8	11,9	11,2	10,5	9,8
6	12,4	11,7	10,9	10,2	9,6
7	12,1	11,4	10,6	10,0	9,3
8	11,8	11,1	10,4	9,7	9,1
9	11,6	10,8	10,2	9,5	8,9
10	11,3	10,6	9,9	9,3	8,7
11	11,0	10,3	9,7	9,1	8,6
12	10,8	10,1	9,5	8,9	8,4
13	10,5	9,9	9,3	8,7	8,2
14	10,3	9,7	9,1	8,6	8,0
15	10,1	9,5	8,9	8,4	7,9
16	9,9	9,3	8,7	8,2	7,7
17	9,7	9,1	8,6	8,1	7,6
18	9,5	8,9	8,4	7,9	7,4
19	9,3	8,7	8,2	7,8	7,3
20	9,1	8,6	8,1	7,6	7,2

Tabelle 1; nach Garcia und Gordon [1992]

Die als Tabelle vorliegenden Werte werden durch nachfolgende Funktion repräsentiert (Abweichung max. 0,3 mg/l):

$$C_{\text{sat}} = (42.956 - 0.4367 * Sp) * (T^2 / 10^4) - (0.3529 - 0.0027 * Sp) * T - 0.0813 * Sp + 14.469$$

mit: Temperatur T [°C] und praktischer Salzgehalt Sp [PSU] bzw. [‰]

Die Bestimmung der Sauerstoffkonzentration erfolgt über:

$$\text{Sauerstoffkonzentration [mg/l]} = C_{\text{sat}} * \text{Sauerstoffsättigung [\%]} / 100$$

### 1.7. Beschreibung der Messung der Trübung an den Gewässergütemessstellen der Unterems

An den Stationen Knock, Gandersum, Terborg und Leer/Leda wurden die Trübungsmesswerte zunächst auf den jeweiligen Messbereich bezogen (in Prozent). Zur besseren Vergleichbarkeit wurden diese in eine Schwebstoffkonzentration umgerechnet. Dieses erfolgte bei den Stationen der BfG Koblenz (Terborg und Knock; 4-Strahl-Wechsellicht-Verfahren der Fa. BTG) über eine Korrelation zu turnusmäßig von der BfG gezogene Schwebstoffproben. Bei den Messstationen Gandersum und Leer/Leda (NLWKN) wurde ein Bezug der Trübung (Fa. GIMAT) zur Schwebstoffkonzentration über eine teilweise parallel betriebene Trübungssonde hergestellt (geräteinterne Umrechnung des Infrarot-Streulicht Messsignals als Feststoffkonzentration i. Tr.). Aufgrund der Zunahme der Schwebstoffkonzentration seit Beginn des Emsausbaus, musste der Messbereich der GIMAT-Sonde Gandersum mehrfach angepasst werden, da der maximale Messbereich (100%) jeweils überschritten wurde. In der Station Leer\_Leda, in der ebenfalls eine GIMAT-Sonde installiert war, erfolgte keine Anpassung, so dort im Laufe der Zeit der Messbereich überschritten wurde. Mit jeder Anpassung des Messbereiches waren die fortan gemessenen Daten nicht unmittelbar mit den vorherigen Werten vergleichbar! Leider existiert keine Dokumentation über die jeweilige Anpassung der Sonden und eine Bereinigung der Zeitreihe hat nicht stattgefunden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass aber 1999 bis zum Ende der TR-Messreihen keine Veränderungen mehr stattfanden. Mit der Errichtung weiterer Messstation, Ausweitung des Parameterumfanges und Modernisierung der Sonden erfolgt heute an allen Stationen eine einheitliche geräteinterne Umrechnung des Messwertes (Infrarot-Streulicht) in eine Feststoffkonzentration in Trockensubstanz [g/l]. Die Sonden des Herstellers HACH\_Lange (Solitax) ermöglichen eine Ausgabe des Messwertes als Schwebstoffkonzentration in Trockensubstanz. Dabei wird zunächst die Trübung mit Hilfe des Infrarot-Streulichtes gemessen. Die SOLITAX-Sonde misst das reflektierte Streulicht unter 2 Winkeln: unter 90° gemäß DIN und unter etwa 120° gemäß einer eigenen Entwicklung des Herstellers. Zur Bestimmung der Trübung werden die gemessenen Streulichtwerte in Relation zu den hinterlegten Formazinwerten als Referenzstandard gesetzt. Das Ergebnis wird anschließend als Messwert im Logger hinterlegt. Zur Feststoffbestimmung wird die Kombination beider Streulicht-Messwerte unter Berücksichtigung hinterlegter Zahlen aus einem Kennfeld (Betriebsgeheimnis) durchgeführt.

### 1.8. Anmerkung zur Messung der Leitfähigkeit an den Gewässergütemessstellen der Unterems

Die Leitfähigkeitsmessung wurde in der Vergangenheit auf verschiedene Temperaturen bezogen (15°C, 20 °C, heute 25 °C). Bei der Umrechnung der Leitfähigkeit in einen Salzgehalt (praktischer Salzgehalt Sp) wurde die jeweilige Temperaturkompensation berücksichtigt, so dass Salzgehalte unterschiedlichen Alters und verschiedener Messstationen mit einander vergleichbar sind.

Der praktische Salzgehalt Sp ist wie folgt definiert:

Verhältnis der elektrischen Leitfähigkeit zu einer Kaliumchloridlösung mit einem Gewichtsanteil von 32,4356 g KCL/kg Lösung. Die Leitfähigkeit dieser KCL-Lösung entspricht lt. Definition einem praktischen Salzgehalt von  $S_p = 35,0$  (Standard-Meerwasser).

Da es sich hier um ein Verhältnis handelt, ist die der praktische Salzgehalt  $S_p$  dimensionslos, kann aber genügend genau in der Einheit ‰ angegeben werden. In SCHULZE et al. 1988: "Aus Sicht des Bauingenieurs wird der absolute Salzgehalt  $S_p$  [‰] in der Ems-Mündung durch den praktischen Salzgehalt  $S_p$  [ - ] mit genügend großer Genauigkeit beschrieben."

**Schulze, M.:** Über die Abhängigkeit zwischen elektrischer Leitfähigkeit und Salzgehalt am Beispiel von Untersuchungen im Ems-Ästuar, Vorabzug aus den Mittlungendes Leichtweiß-Instituts der TU Braunschweig, Heft 102, 1988

Unesco report No. 37 1981 practical salinity scale 1978: E.L.Lewis IEEE Ocean eng. Jan 1980

## 2. Sondermessungen

### 2.1. Emslängs-Trübung

An verschiedenen Stationen in der Ems (oberhalb von Papenburg wird diese Dortmund-Ems-Kanal, DEK, genannt) werden einmal im Monat Wasserproben genommen, und zwar an den Stationen (Datei Sonderproben; SP):

- Gandersum (Schwimmsteg der Messstation UEms-km 31,725),
- Nüttermoor (Emsanleger gegenüber Jemgum),
- Leer (Leerort; „Jann-Berghaus-Brücke“ über die Ems; rd. UEms-km 15),
- Weener („Friesenbrücke“ über die Ems, etwas unterhalb des Pegels Weener UEms-km 6,89, also rd. UEms-km 7),
- Halte (bei Papenburg; Halter Brücke über DEK; rd. DEK-km 225; Anm.: DEK-km 225,84 = UEms-km 0) und
- Rhede (Brücke über DEK; rd. DEK-km 217)

Die Messungen finden an der Wasseroberfläche (mit einem Eimer) und an der Gewässersohle (mit einem Tiefenschöpfer) statt. Die Probe wird im Labor des NLWK untersucht, hinsichtlich der Schwebstoffkonzentration filtriert.

Die zeitliche Zuordnung der Wasserproben liegt, aufgrund der bisherigen Anforderungen an den Parameter Schwebstoff, leider nicht digital vor. Die Messfahrt beginnt jedoch immer in Gandersum, und zwar ca. 1 h 20 min nach dem T<sub>tnw</sub> Emden

( $T_{Tnw \text{ Gandersum}} = T_{Tnw \text{ Emden}} + 30 \text{ min}$ ) und dauert insgesamt immer 4 – 4 ½ h.

Die weitere Fahrt führt nach:

- Nüttermoor (ca.  $T_{Probe \text{ Gandersum}} + 20 - 30 \text{ min}$ ),
- Leer (ca.  $T_{Probe \text{ Gandersum}} + 2 - 2 \frac{1}{2} \text{ h}$ ),
- Weener (ca.  $T_{Probe \text{ Gandersum}} + 3 - 3 \frac{1}{2} \text{ h}$ ),
- Halte (ca.  $T_{Probe \text{ Gandersum}} + 3 \frac{1}{2} - 4 \text{ h}$ ) und
- Rhede (ca.  $T_{Probe \text{ Gandersum}} + 4 - 4 \frac{1}{2} \text{ h}$ ).

Es liegt eine Zeitreihe ab 1998 bis 2011 vor.

### 2.2. Emslängs-Gewässergüte

Der NLWK führt zur Erkundung der Gewässergüte sämtlicher Oberflächengewässer, u.a. auch in der Unterems und deren Zuflüsse, zwei Messprogramme durch:

- a) Messprogramm Oberflächengewässer-Beschaffenheit (Datei OB)

Es wird **einmal im Monat** eine Wasserprobe oberflächennah bei Ebbe entnommen.

- b) Gewässer-Überwachungs-Netz Niedersachsen, Erweiterung (Datei GE)  
Es wird **drei- bis viermal im Jahr** eine Wasserprobe oberflächennah, unabhängig von der Tidephase, entnommen.

#### Station Probennahme

- Gandersum\*) UEms-km 31,725) ab 1992
- Terborg\*) (Pegel; UEms-km 24,64) ab 1983
- Leerort\*) („Jann-Berghaus-Brücke“; rd. UEms-km 15) ab 1987
- Weener (nur Messpr. b; „Friesenbrücke“ über Ems UEms-km 7) ab 1987
- Papenburg\*) (Pegel; UEms-km 0,391) ab 1987
- Leer/Leda (Messstation; Leda-km 20,837) ab 1982

\*) Stationen des Messprogrammes a) (Beschreibung s.o.)

#### Parameterumfang:

Zeit	[Datum + Uhrzeit]	Wassertemperatur	[°C]
Witterung	[ - ]	Lf	[µS/cm]
Farbe	[ - ]	HCO <sub>3</sub>	[mg/l]
Trübung	[ - ]	O <sub>2</sub>	[mg/l] und [%]
Geruch	[ - ]	pH	
BSB <sub>2</sub>	[mg/l O <sub>2</sub> ] *)	Angereichertes BSB <sub>2</sub>	[mg/l O <sub>2</sub> ] *)
BSB <sub>5</sub>	[mg/l O <sub>2</sub> ]	Angereichertes BSB <sub>5</sub>	[mg/l O <sub>2</sub> ] *)
CSB	[mg/l O <sub>2</sub> ] *)	TOC	[mg/l C]
DOC	[mg/l C]	gelöstes Phosphat	[mg/l P]
Ammonium	[mg/l N]	Gesamt-Phosphat	[mg/l P]
Nitrit	[mg/l N]	Gesamt-Stickstoff	[mg/l P]
Nitrat	[mg/l N]	Chlorid	[mg/l Cl]
Sulfat	[mg/l SO <sub>4</sub> ]	Natrium	[mg/l Na]
Kalium	[mg/l K]	Gesamt-Härte	[mmol/l]
Calcium	[mg/l Ca]	Magnesium	[mg/l Mg]
Glühverlust*)	[%] *)	Ungelöste Stoffe	[mg/l TS]
Mangan	[µg/l Mn]	Gesamt-Eisen	[mg/l]
Kupfer	[µg/l Cu]	Chrom	[µg/l Cr]
Nickel	[µg/l Ni]	Zink	[µg/l Zn]
Blei	[µg/l Pb]	Cadmium	[µg/l Cd]
AOX	[µg/l Cl]*)	Quecksilber	[µg/l Hg]
Methylenblau	[mg/l MBAS] *)	Gesamtchlor	[mg/l Cl <sub>2</sub> ]
Chlorophyll-a	[µg/l Chl.-a] *)	Phaeopigment	[µg/l Phaeo.] *)

\*) nicht Standard

Die Proben des Messprogrammes b) werden nicht auf Schwermetalle untersucht.

### 2.3. Emslängsfahrten begleitend zu Schiffsüberführungen

Begleitend zu Schiffsüberführungen der Meyer-Werft, Papenburg, werden Wasserproben in der Ems genommen.

Dabei werden während der Überführungsfahrt von Begleitschiffen 800 m vor und 300 m hinter dem zu überführenden Schiff an jedem Kilometer Proben in der Fahrwassermitte (Oberfläche und Sohle) und am Rand (Oberfläche) gezogen. Es werden die Parameter TS [mg/l], O<sub>2</sub> [mg/l] und [%], Lf [mS/cm], T [°C] und pH ermittelt.

#### **2.4. Ermittlung von Frachten (Phosphat und Stickstoff)**

Es liegen verschiedene Berichte aus dem Zeitraum 1980 bis aktuell vor.

Gez. A. Engels 19.11.01

Ergänzt: August 2008 / Januar 2014 / April 2016 / April 2018