



Project part-financed by the European Union (European Regional Development Fund)



## Anabranche Revitalisation Lower Weser Estuary

Ecological requirements for revitalizing anabranches of the Lower Weser Estuary against the backdrop of WFD and Natura 2000 using the Schweiburg as an example

– Feasibility study in the framework of the Interreg IVB project TIDE

Abridged version

In charge of the project:

Lower Saxony Water Management, Coastal Defence and Nature Conservation Agency, Germany

**November 2012**



## Disclaimer

The authors are solely responsible for the content of this report. Material included herein does not represent the opinion of the European Community, and the European Community is not responsible for any use that might be made of it.

### In charge of the project:

Dr. Wilfried Heiber  
Sonja Saathoff  
Lower Saxony Water Management, Coastal Defence and Nature Conservation  
Agency (NLWKN)  
Department Brake-Oldenburg  
Germany  
[www.nlwkn.niedersachsen.de](http://www.nlwkn.niedersachsen.de)



### Contractor:

BIOCONSULT  
Schuchardt und Scholle GbR  
Reeder-Bischoff-Str. 54  
28757 Bremen  
[www.bioconsult.de](http://www.bioconsult.de)

Klenkendorf 5  
27442 Gnarrenburg



### Citation:

BIOCONSULT & NLWKN (2012): Anabranche Revitalisation Lower Weser Estuary. Ecological requirements for revitalizing anabranches of the Lower Weser Estuary against the backdrop of WFD and Natura 2000 using the Schweiburg as an example – Feasibility study in the framework of the Interreg IVB project TIDE. Abridged version. 20 pages. Bremen, Oldenburg.



Project part-financed by the  
European Union (European  
Regional Development Fund)

## Table of Contents

<b>Background .....</b>	<b>4</b>
<b>Mission.....</b>	<b>4</b>
<b>Approach .....</b>	<b>4</b>
<b>Database.....</b>	<b>4</b>
<b>Characterization of the area under examination .....</b>	<b>5</b>
<b>Historical changes .....</b>	<b>6</b>
<b>Protected areas .....</b>	<b>7</b>
<b>Guiding principle concerning estuarine ecology .....</b>	<b>7</b>
<b>Revitalization scenarios and comparison .....</b>	<b>9</b>
<b>Concept of measures for target variant regarding ecology .....</b>	<b>9</b>
<b>Recommendations.....</b>	<b>11</b>
<b>References of full report.....</b>	<b>12</b>
<b>List of content of full report .....</b>	<b>19</b>

## **Background**

Particularly due to repeated adaptation of the Lower and Outer Weser to the requirements of commercial shipping, coastal protection and land use for agriculture and various types of infrastructure, typical estuarine habitats, such as shallow water zones characterized by weak currents, tidal flats and tidal reed beds have been significantly reduced in the past, as in the other inner Wadden Sea estuaries.

The surface area losses regarding the shallow water zones (with weak currents) were exceptionally great because, on the one hand, secondary channel systems were actively filled in to a large extent in the past due to the hydraulically targeted concentration of the force of the current to one current channel and, on the other hand, the remaining secondary channel systems are subject to pronounced silting.

Silting leads to a constantly progressive reduction in shallow water zones with reduced current (defined here as mean tidal low water – 2m), which as aquatic habitats have a considerable significance, however, both as places of increased oxygen production and as reproduction and/or maturing grounds for various fish species.

## **Mission**

In the framework of the Interreg IV B project TIDE (January 2010 to June 2013), a feasibility study on the potential for revitalizing aquatic and semi-aquatic estuarine habitats is elaborated for the Schweiburg downstream from Brake from an estuarine ecology perspective. Expanding on this, a more detailed concept of measures called "Target variant regarding ecology" was to be conducted. The aim of the concept of measures from an ecological or hydrographical perspective is to supply input for later development of an implementation variant.

## **Approach**

On the basis of existing documents, various talks and a hydraulic engineering system study by the Federal Waterways Engineering and Research Institute, the status quo with respect to the situation in the natural and cultural region has been characterized briefly, the available guiding principles concerning nature conservation have been researched, an analysis of existing section profiles of the Schweiburg regarding sedimentation has been subcontracted, a guiding principle concerning estuarine ecology has been formulated, various types of possible measures for revitalization have been differentiated, five revitalization scenarios have been worked out and a target variant has been developed.

## **Database**

The existing situation will be characterized on the basis of existing documents as well as information additionally requested from various institutions. A description and an analysis of the causes of the silting process in the Schweiburg have been subcontracted to Prof. Dr.-Ing. H. Nasner. Digi-

tal sounding plans for different profiles of the Schweiburg belonging to the Water and Shipping Administration (WSA) Bremerhaven were available for processing. An assessment of the impacts of an assumed relocation of Strohauser Siel to the south on the hydrology and morphology of the Schweiburg was subcontracted to DHI-WASY GmbH (Syke branch).

### **Characterization of the area under examination**

In addition to the left anabranche of the Lower Weser (Schweiburg), the area under examination encompasses the Weser island "Strohauser Plate", the Weser to the left of the shipping channel as well as the outer dike areas in the foreland. The northern and southern boundaries of the area under examination are located at km 44.0 north of Brake and at km 51.8. The coastal protection dike forms the shoreside boundary of the area under examination. The Schweiburg flows into the Weser at approx. km 51.5 and around km 45. The Schweiburg itself is part of the irrigation and drainage system of Wesermarsch through Strohauser Siel and Beckumer Siel. Fig. 1 shows the area under examination and the kilometrage of the Lower Weser and the Schweiburg.

The area under examination is predominantly located in the (weakly) oligohaline zone (0.5 – 5.0 psu) of the Weser estuary. The limnetic zone adjoins the southern section. Large parts of the area under examination are mapped as Natura 2000 habitat type 1130 (estuaries), consisting of brackish tidal flats, near-natural sandy beaches, typically zoned reed beds, marsh channels, willow brush, individual woods, fragments of floodplain forests as well as grassland.

As an approx. 7 km long left anabranche of the Weser estuary, the Schweiburg has a major influence on this biotope complex. At low tide the water depth in the Schweiburg, which narrows significantly towards the south, is very low and above the confluence of the Abser Sieltief (Schweiburg km 4.1) the side arm extensively runs dry over a length of approx. 4 km. By virtue of river engineering structures, the location of the northern and southern mouths of the Schweiburg is largely stabilized.

Overall, the Weser island Strohauser Plate is 476 ha in size with a length of approx. 5.8 km and a width of 1.35 km. The grasslands located in the southern section are surrounded by summer dikes on an area of approx. 184 ha and are used extensively (pastures and hay meadows). Another grassland area measuring 33 ha is located in the outer polder (excluding summer dike). The southern tip, the shore along the Schweiburg as well as large sections of the widely unused northern part of the island are occupied in particular by reed beds (altogether approx. 230 ha).

The Strohausen forelands located west of the Schweiburg are between 400 and 850 m wide and, to some extent, characterized by intensively used meadows, hay meadows, moist grassland and grassland areas that have fallen fallow. Here, too, reed beds line large sections of the shore of the Schweiburg, the tidal canal draining the sluice and the numerous marsh channels and ditches. Expansive reed beds are located here, predominantly in the south.

The bed of the Schweiburg is maintained by means of water injection: in the southern section from Schweiburg km (S km) 0.0 to 5.4 (new Strohausen sluice) at –0.5 m MSL, in the northern section from S km 5.4 at –3.27 m MSL falling in a straight line to S km 7.7 at –3.48 m MSL.



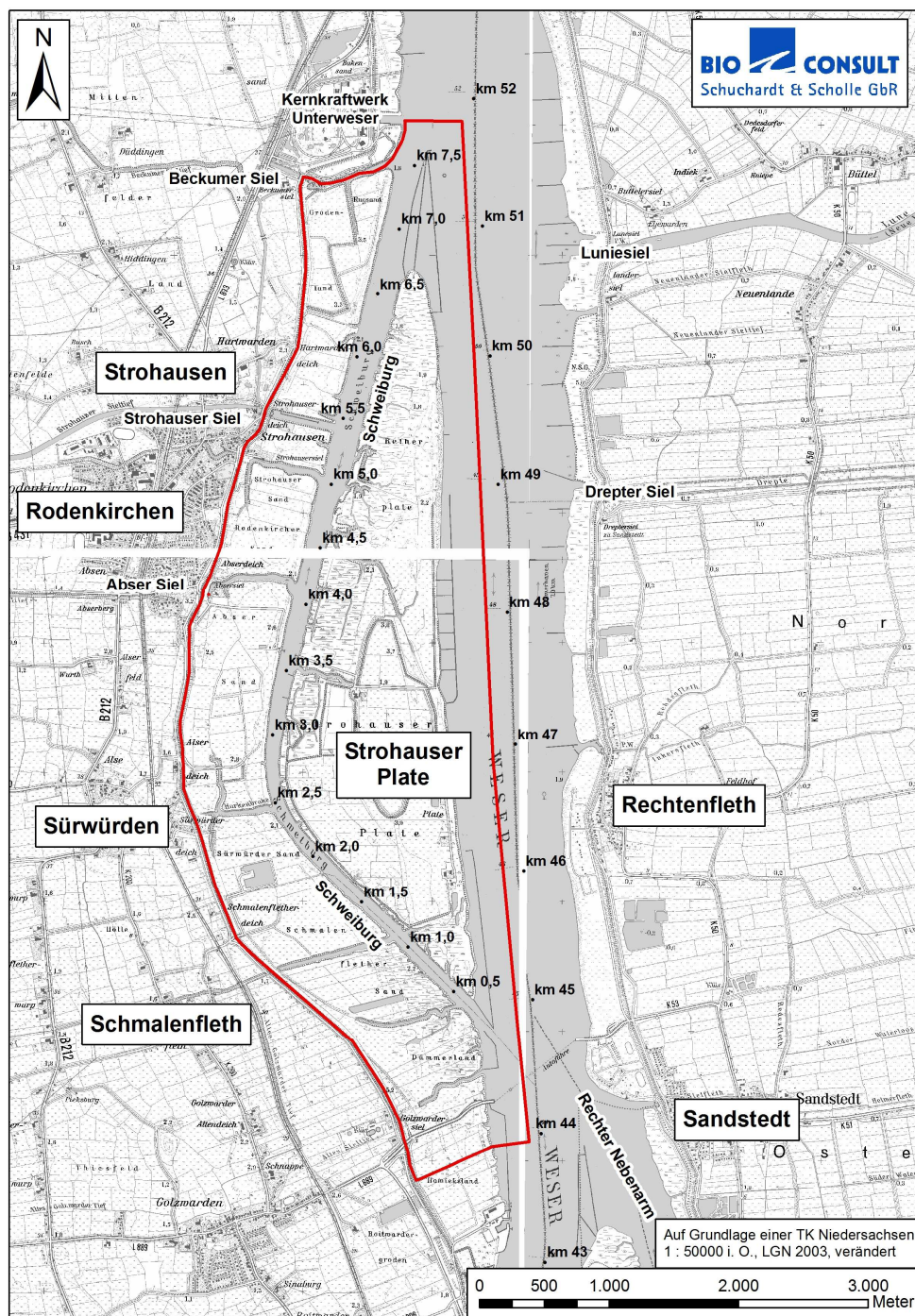


Fig. 1: Location of area under examination.

### Historical changes

The Schweiburg has silted up considerably and the Strohauser Plate has grown significantly in size (see Fig. 2) primarily as a result of the various adaptations of the Lower Weser to the needs of commercial shipping and agricultural requirements from 1887 down to today.

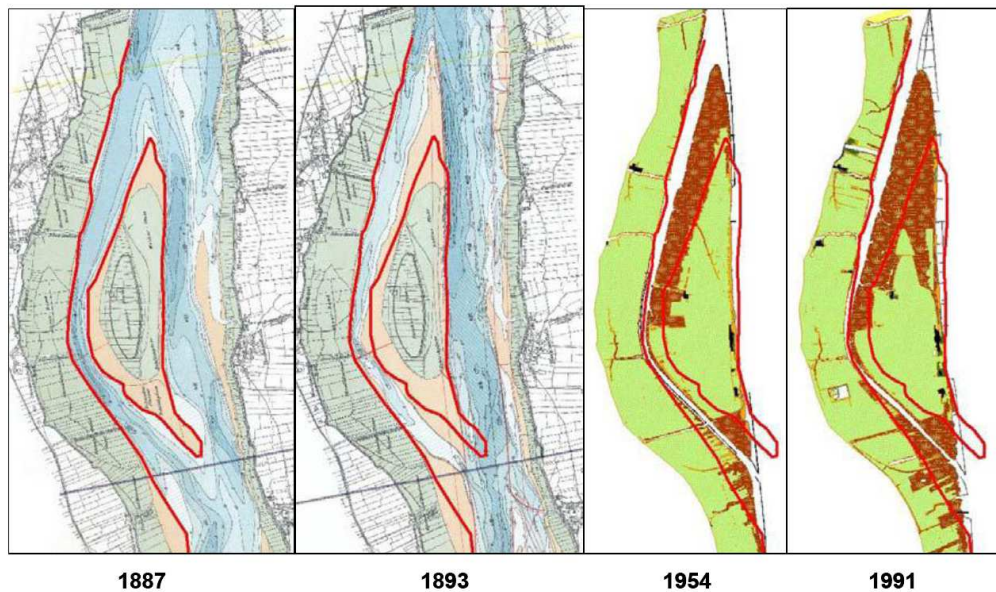


Fig. 2: Silting up of the Schweiburg; the red line shows the boundary of the mean tidal high water line in 1887 (STEE-GE 2007).

### Protected areas

The entire area under examination is part of Natura 2000 sites and/or Special Protection Areas based on its specific features regarding habitat types and species.

### Guiding principle concerning estuarine ecology

To implement estuarine ecology functions in the Schweiburg to a better degree than at present, the progressive silting process not only has to be stopped, but partially reversed. For this reason the following guideline concerning estuarine ecology has been formulated for revitalization:

*The Schweiburg is a consistently wide, extensively self-sustaining shallow secondary channel system subject to little disturbance. Water flows through it at no more than moderate speed during all tidal phases and it is bordered by tidal flat areas, broad tidal reed beds with near-natural channel structures and, locally, tidal floodplain forests.*

The current state of the Schweiburg differs significantly from this guiding principle with regard to several aspects.



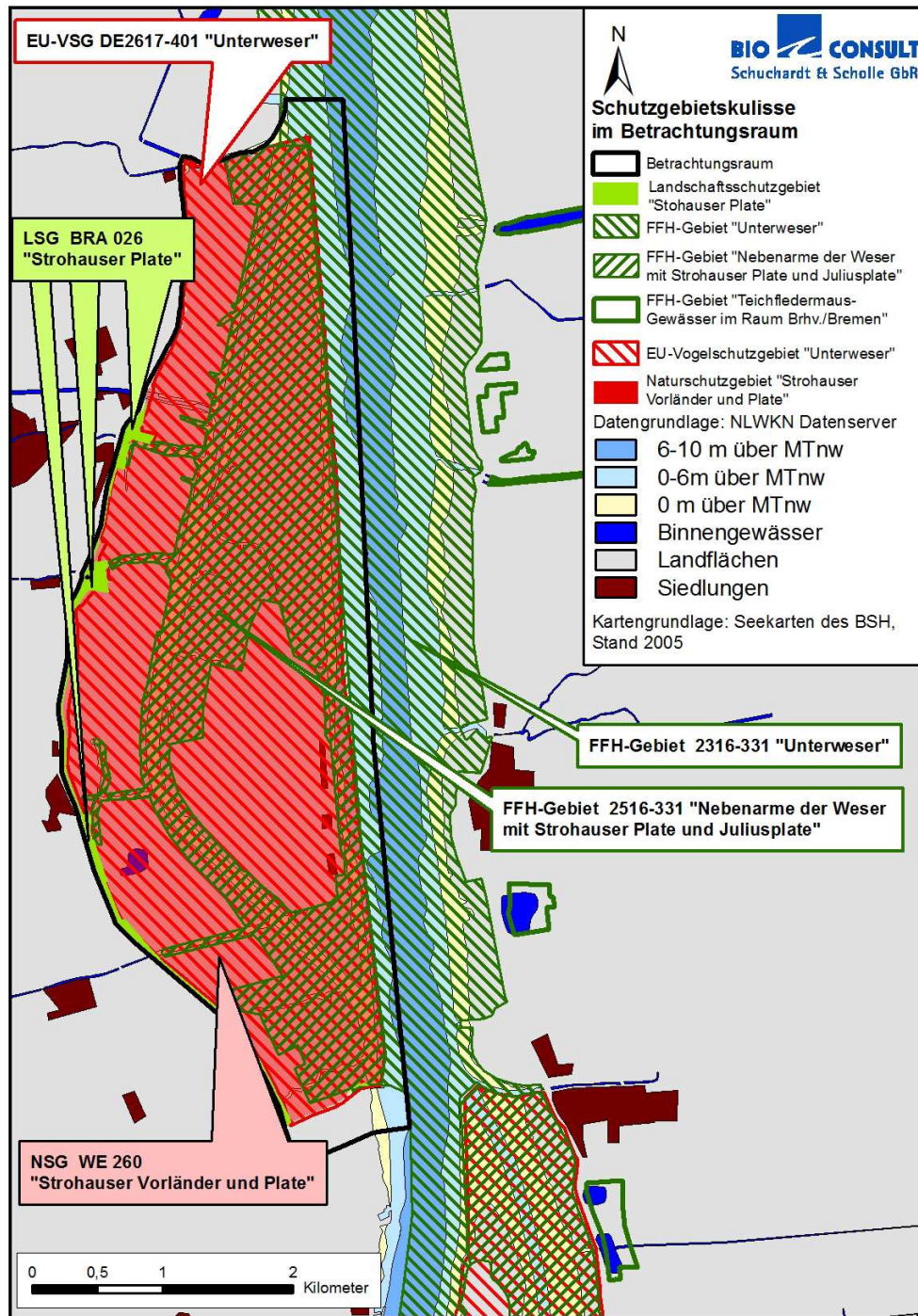


Fig. 3: Protected areas.

The following development goals can be defined based on the deviation of the current situation from the guiding principle:

- Enlargement of the habitat "shallow water zone with moderate current velocities", particularly in the southern section, both within the existing cross section and beyond it;



- Reduction in disturbance of the bed of the shallow sublittoral in the northern section
- Enlargement of associated tidal reed beds / floodplain forests
- Development of clearly structured backwaters and a typical succession of floodplain habitats.

### **Revitalization scenarios and comparison**

Various revitalization scenarios have been developed and their effectiveness and ecological advantages and disadvantages have been discussed on the basis of various types of measures that could fundamentally contribute to achieving of the development goals.

These are the scenarios: (1) zero variant, (2) cross-sectional enlargement, weak, (3) cross-sectional enlargement, strong, (4a) retention area Strohausen forelands, (4b) retention area Strohauser Plate, (4c) retention area "enlargement", (5) "Weser tributary" and (6) "development".

The comparative analysis of the revitalization scenarios shows overall that extensive realization of the guiding principle concerning estuarine ecology will presumably not be possible. Due to the (current) situation of the Schweiburg in the upper range of the maximum estuarine turbidity, the amount of suspended matter and thus sedimentation is very high. Because of the tremendously asymmetrical development of the main stream and of the Schweiburg as a consequence of the expansion of the main stream into a commercial shipping route, it is probably not possible to achieve a self-sustaining Schweiburg. It is important, therefore, to make optimal use of the remaining development potential under the altered boundary conditions and at the same time impair the existing nature conservation significance, especially of the foreland, as little as possible.

### **Concept of measures for target variant regarding ecology**

A proposal for a target variant regarding ecology has been developed on the basis of the analysis of the various scenarios.

**Boundary conditions:** The following key boundary conditions will be given appropriate consideration:

- There is a need for development regarding the habitat "shallow water zone with permanent water flow in a secondary channel system".
- A completely self-sustaining secondary channel system cannot be created here because of the hydrographic boundary conditions.
- Intensified maintenance dredging is necessary and the more frequently it becomes necessary, the more extensively it disturbs ecological functions.

- The more the natural force of the current is boosted, the more extensive and cost-intensive the necessary measures.
- Any enlargement of shallow water zones and boosting of the natural force of the current will also lead to impairment of the existing protected terrestrial and amphibian estuarine habitats that are very important from a nature conservation point of view (area competition).

**Consideration:** In our estimation a concept of measures can be meaningfully implemented under the given boundary conditions only if it appropriately combines the following three aspects:

- "creation of shallow water zones"
- "conservation of existing values"
- "limitation of required maintenance work"

For the following reasons the best way to achieve this in our view is with a concept oriented to landscape restoration scenario 6 "development".

**Approach:** The approach of the concept of measures gives consideration to creation of new shallow water zones only to a minor extent by means of maintenance of the Schweiburg that is geared to an "equilibrium state" while, however, securing the situation on a long-term basis through adapted maintenance with the least possible disturbance. The morphology is thus not optimized in terms of improving the water flow and the natural force of the current, but in terms of the convergence point between little maintenance in the long term and a large shallow water zone in the long term. From an estuarine ecology point of view at least a secondary channel system flowing in all tidal phases should be targeted.

**Measures:** The channel topography created via dredging shall provide a permanent water flow even at low tide. Care shall be taken in the calculations and measurements that the tidal volume is not increased more than necessary, morphological discontinuities are avoided and the profile is adapted to the tidal volume that continuously declines in the upstream direction (as is currently already the case in principle). The topography, which should meet these criteria as closely as possible, has to be developed by means of further investigations and/or, if applicable, created and observed in due course by means of a "field test". In addition, use in sections in which grassland use currently extends (almost) directly to the edge of the water body will be discontinued over a width of 10-20 m so that tidal reed beds can also develop in these areas. The existing ditches in the foreland will be developed as near-natural water bodies through appropriate design and maintenance. Maintenance dredging will be fundamentally accepted as an element of the measures. In the framework of further development of the measures and possibly during practical optimization a favourable convergence point has to be found between the two variables "large shallow water zone" and "little maintenance". To be ecologically acceptable, maintenance should not take place more frequently than once every 4 years.

**Impacts:** In the course of implementation of the concept of measures the Schweiburg will develop slightly towards the guiding principle concerning estuarine ecology, the existing valuable habitat features will be extensively preserved in the long term and overall relative few conflicts are foreseeable.

**Opportunities:** Implementation of the target variant regarding ecology for the Schweiburg offers the opportunity of an improvement in the living conditions of the aquatic biocoenosis of the Lower Weser and in the ecological functions.

**Risks:** The risks associated with implementation of the measures are limited as no extensive or long-term structural changes are envisaged, but rather an argument in favour of this type of measure is its complete reversibility. This is possible particularly in the case that the measures should not prove to be expedient in practice because of the limited predictability of the actually necessary maintenance frequency.

**Conflicts:** Implementation of the measures can only conflict with other key nature conservation values and with agricultural use to a minor extent since foreland areas are merely used to a relatively small degree (depending on the channel topography that will actually be created).

**Investigation needs:** Prior to a decision on its implementation the concept of measures has to be specified in further detail. This necessitates a number of additional investigations. The changing boundary conditions due to climate change also require special focus.

**Approval procedure:** An approval procedure according to water law, in which the question of FFH compatibility also has to be examined, will presumably be necessary to implement the measures.

## **Recommendations**

The outlined concept of measures provides for a moderate enlargement of the cross sections combined at the same time with acceptance of increased maintenance dredging volumes. Moreover, the approach takes into account the existing uncertainty regarding future maintenance requirements and can be flexibly adapted to any altered boundary conditions in the future. The concept of measures proposed here should be further developed on the basis of numeric modelling and a decision on implementation should be made solely on this basis with the involvement of all relevant parties.

## References of full report

- ARGE ELBE (1984): Gewässerökologische Studie. Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung der Elbe (ARGE ELBE), Hamburg.
- ARGE ELBE (1991): Wasserwirtschaftliche Maßnahmen zur Verbesserung des gewässerökologischen Zustands der Elbe zwischen Schnackenburg und Cuxhaven. - Hamburg: 67 S.
- BAUER, H.-G., P. BERTHOLD, P. BOYE, W. KNIEF, P. SÜDBECK & K. WITT (2002): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 3. Überarb. Fassung, 8.5.2002. Ber. Vogelschutz 39: 13-60
- BAW (2007): Gutachten zur ausbaubedingten Änderung von Hydrodynamik und Salztransport. - (Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt; Auftraggeber: Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, Hamburg Port Authority) 106 S. + Anlagen.
- BAW (2012): Öffnung der Nebenarme der Weser - Systemstudie Schweiburg. – Bundesanstalt für Wasserbau (A39550210122) im Auftrag des WSA Bremerhaven. Hamburg. 65 S.
- BFG (2002): Untersuchung des ökologischen Entwicklungspotenzials der Unter- und Außenelbe (Ökologische Potenzialanalyse) Teil 1. Gutachten für Projektgruppe Potenzialanalyse des WSA Nord, HPA und Behörde für Wirtschaft und Arbeit, Hamburg. Bundesanstalt für Gewässerkunde – 1346.
- BFG (2003): Untersuchung des ökologischen Entwicklungspotenzials der Unter- und Außenelbe (Ökologische Potenzialanalyse) Teil 2 – Konkretisierung von Maßnahmen. Gutachten für Projektgruppe Potenzialanalyse des WSA Nord, HPA und Behörde für Wirtschaft und Arbeit, Hamburg. Bundesanstalt für Gewässerkunde – 1388.
- BFG (2004): Untersuchung des ökologischen Entwicklungspotenzials der Unter- und Außenelbe (Ökologische Potenzialanalyse) Teil 3 – Ökologische Bewertungsgrundlagen für den Strombau. Gutachten für Projektgruppe Potenzialanalyse des WSA Nord, HPA und Behörde für Wirtschaft und Arbeit, Hamburg. Bundesanstalt für Gewässerkunde – 1412.
- BFG (2006): Wasserbeschaffenheit, Phyto- und Zooplankton im Hauptstrom der Unterweser (UW-km 40) sowie den Nebengewässern Rechter Nebenarm und Schweiburg - Ergebnisse der Messfahrten aus den Jahren 2003 und 2004. - (Bearbeitung: Schöl, A., Krings, W. (BfG) BfG-Bericht 1463, Koblenz: 60 S.
- BFG (2008): WSV-Sedimentmanagement Tideelbe - Strategien und Potenziale - eine Systemstudie. Ökologische Auswirkungen der Umlagerung von Wedeler Baggergut. - Untersuchung im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Cuxhaven. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1584, 378 S.
- BFUB (1998): DA-Erweiterung. Genaue Standort- und Umgebungsbeschreibung. - Band 2, Kapitel 5, 82 S.
- BIOCONSULT (1997): Faunistische Erhebungen (Makrozoobenthos) und Bewertungen in den Bereichen Wischhafen Fahrwasser und Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch (Untereibe).- Gutachten im Auftrag von Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz, Bremen, 70 S.



- BIOCONSULT (2008a): Gutachten zur Maßnahmenplanung in den niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässern im Zuge der Umsetzung der WRRL. Im Auftrag des Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebstelle Brake-Oldenburg. 85 S. mit Anhang
- BIOCONSULT (2008b): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in den niedersächsischen Übergangs- und Küstengewässern - Maßnahmenkonzeption für 5 verschiedenen Maßnahmentypen.- Unveröff. Gutachten im Auftrag des NLWKN Brake-Oldenburg.
- BIOCONSULT (2009a): International field test within framework of WFD intercalibration (quality component fish) in the Weser estuary, October 2009: AG: NLWKN Brake-Oldenburg, LAVES Hannover.
- BIOCONSULT (2009b): Durchgängigkeit und Vernetzung von Küsten- und Binnengewässern. Bestandsituation und Konkretisierung von Maßnahmen im Sinne der EG-Wasserrahmenrichtlinie. Studie im Auftrag des NLWKN Betriebsstelle Brake/Oldenburg.
- BIOCONSULT (2010): Gewässerökologische Perspektiven von Kompensationsmaßnahmen im Mühlenberger Loch. AP 1: erfüllt die A+E-Rinne die Kompensationserfordernisse? Studie im Auftrag von HPA Hamburg.
- BIOCONSULT (2011a): Hamenbefischung Unterweser 2011. Fischfaunistische Untersuchung im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachung nach WRRL. AG: LAVES Hannover.
- BIOCONSULT (2011b): Ergebnisse der gewässerkundlichen Untersuchungen im Vor- und Hinterwerder 2010 sowie Bewertung der Entwicklung seit 1998 Niedervieland. Projekt 95.II: Integriertes Erfassungsprogramm Bremen 2010 bis 2013; AG: haneg, Bremen
- BIOCONSULT (2011c): Zeitliche und räumliche Verteilung von Fintenlaichprodukten in der Tideelbe bei km 643/640 sowie im Bereich von km 630 bis 680. AG: WSA Hamburg
- BIOCONSULT (2011d): Gewässerökologische Perspektiven von Kompensationsmaßnahmen im Mühlenberger Loch. Arbeitspaket 2: Analyse und Bewertung der naturschutzfachlichen Bedeutung des Mühlenberger Lochs und seiner Teillebensräume. Studie im Auftrag von HPA Hamburg.
- BOS, D., H. BUETTGER, P. ESSELINK, Z. JAGER, V. DE JONGE, H. KRUCKENBERG, B. VAN MAREN & B. SCHUCHARDT (2012): The ecological state of the Ems estuary and options for restoration. A&W rapport 1759, Programma Naar Een Rijke Waddenzee/Altenburg & Wymenga, Leeuwarden/ Veenwouden.
- CASPERS, H. (1984): Die Sauerstoffproduktion einer Bucht im Süßwasserbereich des Elbe-Aestuars - Untersuchungen im "Mühlenberger Loch" in Hamburg. - Arch. Hydrobiol./Suppl. 61: 509-542.
- CLAUS, B. (1998): Länderübergreifendes Schutzkonzept für die Ästuarie Elbe, Weser und Ems. - WWF BUND, Bremen.
- DER MELLUMRAT E.V. (2007): Erfassungsdaten zur Strohauser Plate 2001-2006. Bewertung der Bestandssituation. Unveröff. Unterlagen.
- DHI-WASY (2012a): Perspektive Lebendige Unterems, Teilprojekt Wasserbau, Zwischenbericht 7.- im Auftrag des WWF (unveröffentlicht).

- DHI\_WASY (2012b): Stellungnahme zur Verlegung des Strohauser Sieltiefs und dessen Wirkung auf die Schweiburg. Kurzbericht im Auftrag BioConsult Schuchardt & Scholle Bremen
- FAST, T. (1993): Zur Dynamik von Biomasse und Primärproduktion des Phytoplanktons im Elbe-Ästuar. - Diss. Univ. Hamburg, 117 S.
- FGG WESER (FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT WESER) (2009): EG-Wasserrahmenrichtlinie-Bewirtschaftungsplan 2009 für die Flussgebietseinheit Weser. Maßnahmenprogramm 2009 für die Flussgebietseinheit Weser. - 132 S. + Anhang.
- FIEDLER, M. (1991): Die Bedeutung von Makrozoobenthos und Zooplankton als Fischnahrung. - Berichte aus dem Institut für Meereskunde, Kiel 204: 1-226.
- GÄTJE, C. (1992): Artenzusammensetzung, Biomasse und Primärproduktion des Mikrophyto-benthos des Elbe-Ästuars.- Dissertation Universität Hamburg.
- GAUMERT, T. & M. BERGEMANN (2007): Sauerstoffgehalte der Tideelbe - Entwicklung der kritischen Sauerstoffgehalte im Jahr 2007 und in den Vorjahren, Erörterung möglicher Ursachen und Handlungsoptionen. - (Sachstandsbericht der Wassergütestelle Elbe nach der Abstimmung in der Arbeitsgruppe "Oberflächengewässer" in der Flussgebietsgemeinschaft Elbe) 12 S.
- GFL, BIOCONSULT, KÜFOG (2006): Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenweser an die Entwicklungen im Schiffsverkehr mit Tiefenanpassung der hafenbezogenen Wendestelle - Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP-Überlagerung). Im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (vertreten durch die Ämter Bremen und Bremerhaven), Bremen. 165 S.
- HAGGE, A. & N. GREISER (1996): Bedeutung und Gefährdung der Flachwassergebiete, Brack- und Süßwasserwatten. - In: LOZÁN, J.L. & H. KAUSCH (Hrsg.), Warnsignale aus Flüssen und Ästuaren. Parey, Berlin: 267-273.
- IBL (2008): Norderweiterung Hafen Brake – 2. Ausbaustufe. Landschaftspflegerischer Begleitplan. Im Auftrag Niedersachsen Ports Brake: 26 S.
- JANOWSKY, R. & M. GÄHLER (2006): Biotoptypen-/Vegetationskartierungen von Vordeichflächen an Unter- und Außenweser auf der Grundlage einer HRSC-AX-Befliegung (28. Juli 2002). Endbericht, Stand Mai 2006. FZG Hochschule Vechta, 42 S.
- JENSEN, K. (2007): Röhrichte in Ästuaren: Verbreitung, Ökosystemfunktionen und Gefährdung.- In: BfG: Röhrichte an Bundeswasserstraßen (im norddeutschen Raum). BfG-Veranstaltung 2/2007: 5-19.
- KAFEMANN, R. (1992): Ökologisch, fischereibiologische Gradienten in Haupt- und Nebenstromgebieten der unteren Tide-Elbe unter besonderer Berücksichtigung des Mühlenberger Lochs. - Dipl. Univ. Hamburg, 113 S.
- KAFEMANN, R., R. THIEL & A. SEPÚLVEDA (1996): Die fischökologische Bedeutung der Nebenstromgewässer der Unterelbe. - Archiv für Hydrobiologie/Suppl. 110: 199-214.
- KERNER, M. (2007): Effects of deepening the Elbe Estuary on sediment regime and water quality.- Est. Coastal Shelf Sci. 75: 492-500.

- KIES, L. (1997): Distribution, biomass and production of planktonic and benthic algae in the Elbe estuary. - *Limnologica* 27: 55-64.
- KIES, L., L. NEUGEBOHRN, M. BRAKER, T. FAST, C. GÄTJE & A. SEELIG (1992): Primärproduzenten und Primärproduktion im Elbe-Ästuar. - In: KAUSCH, H. (Hrsg.), Die Unterelbe - Natürlicher Zustand und Veränderung durch den Menschen. Ber. ZMK Univ. Hamburg 19, 137-168.
- KNAUTH, H.-D. & F. SCHROEDER (1992): Nährstoffbelastung und Stoffkreisläufe in der Tideelbe.- In : H. Kausch (Hrsg.) Die Unterelbe-Natürlicher Zustand und Veränderungen durch den Menschen.- Berichte aus dem Zentrum für Meeres- und Klimaforschung der Universität Hamburg 19: 73-101.
- KÖPCKE, B. (2002): Die Bedeutung der Nebeneiben und Flachwasserbereiche für den Populationserhalt von *Eurytemora affinis* (POPPE, 1880) (Copepoda;Crustacea) in der Tide-Elbe. - (Dissertation) Universität Hamburg: 324 S.
- KRAMER, J. (1989): Kein Deich Kein Land Kein Leben: Geschichte des Küstenschutzes an der Nordsee. - Verlag Gerhard Rautenberg, Leer: 304 S.
- KRIEG, H.-J. (2006): Prüfung des erweiterten Aestuar-Typie-Indexes (AeTI) in der Tideelbe als geeignete Methode für die Bewertung der Qualitätskomponente benthische Wirbellosenfauna gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie im Rahmen eines vorläufigen Überwachungskonzeptes (Biomonitoring). Praxistest AETI anhand aktueller Daten der wirbellosen Bodenfauna (Zoobenthos) im Untersuchungsraum Tideelbe (2005) und Konzept zur Probenahme-strategie sowie Design und Probenauf- und Bearbeitung. Gutachten (veröff.) i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGEIbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUuG Tangstedt: 48 S.
- KRIEG, H.-J. (2007): Vorgezogene, überblicksweise Überwachung der Tideelbe – Durchführung der Untersuchung und Bewertung der Oberflächenwasserkörper des Tideelbestroms (QK benthische wirbellose Fauna). – Gutachten (veröff.) i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGEIbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUuG Tangstedt: 41 S.
- KRIEG, H.-J. (2008a): Überblicksweise Überwachung der Tideelbe 2007 – Biomonitoring und Bewertung der Oberflächenwasserkörper des Tideelbestroms (QK benthische wirbellose Fauna). i. A. ARGE ELBE – Sonderaufgabenbereich Tideelbe, FH Hamburg/BSU/WGEIbe. – Krieg, Beratender Biologe - HUuG Tangstedt: 47 S.
- KRIEG, H.-J. H. T. (2008b): Prüfung des Ästuartypieverfahrens als potentiell geeignete Methode für die Bewertung der QK benthische wirbellose Fauna gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie für das Emsästuar. Praxistest des Verfahrens anhand aktueller Daten der benthischen wirbellosen Fauna im Untersuchungsraum Untere Ems (2007). - 31 S.
- KÜFOG (2011): Integrierter Bewirtschaftungsplan Weser (IBP Weser). Fachbeitrag 1: „Natura 2000“- Gebiete der Tideweser in Niedersachsen und Bremen. Im Auftrag Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Betriebsstelle Brake-Oldenburg und Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (SUBVE) der Freien Hansestadt Bremen. 298 S.

- KUR (2012): Occurrence and Importance of Secondary Channels in European Estuaries.- Technical report prepared within the framework of the EU Interreg IVB project TIDE (Tidal River Development) co-funded by the North Sea Region Programme. 47 p. Erstellt durch Küste und Raum.
- LANDKREIS WESERMARSCH (1992): Landschaftsrahmenplan Landkreis Wesermarsch. Brake.
- LANGE, J., J. MEYERDIRKS & R. DROSTE (2008): Limnologische Folgekontrolle der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme auf der Kleinensieler Plate. AG: WSA Bremerhaven
- LANGE, J., R. DROSTE & J. MEYERDIRKS (2008): Limnologische Folgekontrolle der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme auf der Kleinensieler Plate.- Studie im Auftrag des WSA Bremerhaven.
- MALSY, M. (2010): Analyse der Zu- und Entwässerungssysteme in der Wesermarsch: Geschichte, Funktion und Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Diplomarbeit an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Diplomstudiengang Landschaftsökologie: 113 S. mit Anhang
- NASNER, H. (2012): Studie zu den morphologischen Veränderungen in der Schweiburg. Bericht im Auftrag von BioConsult Schuchardt & Scholle Bremen.
- NATURE-CONSULT (2009): Vegetationskartierung der Deichvorländer an Unter- und Außenweser und im Gebiet Lesum/Hamme/Wümmen auf Grundlage einer digitalen Luftbildbefliegung 2008 mittels semiautomatischer Klassifikation, Auftraggeber: WSA Bremerhaven (Shapefiles)
- NELLEN, W. (1992): Fische und Fischerei in der Elbe. Ber. Zentr. F. Meeres- und Klimaforschung. AG: Umweltbehörde Hamburg.
- NLWKN & SUBV BREMEN (2012): IBP – Integrierter Bewirtschaftungsplan Weser für Niedersachsen und Bremen (Textband). Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) Betriebsstelle Brake-Oldenburg & Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (SUBV) der Freien Hansestadt Bremen: 180 S. mit Anhang
- NLWKN (2009): Niedersächsischer Beitrag für den Bewirtschaftungsplan der Flussgebietsgemeinschaft Weser nach Art. 13 der EG-Wasserrahmenrichtlinie bzw. nach § 184a des Niedersächsischen Wassergesetzes, Lüneburg: 165 S. mit Kartenanhang.  
<http://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/26117>
- NLWKN (2011): Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) innerhalb des Integrierten Bewirtschaftungsplans Weser (Entwurf). Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz in Zusammenarbeit mit dem Senator für Umwelt, Bau, Verkehr und Europa (SUBVE) der Freien Hansestadt Bremen.
- NÖTHLICH, I. (1972): Beziehungen zwischen Trübungsverteilung und hydrographischen Faktoren im Süß- und Brackwasser des Elbe-Ästuars. - In: (Hrsg.), Arch. Hydrobiol./Suppl. 1-32.
- PEITSCH, A. (1992): Untersuchungen zur Populationsdynamik und Produktion von Eurytemora affinis (Calanoida; Copepoda) im Brackwasserbereich des Elbe-Ästuars. - (Dissertation) Universität Hamburg, 166 S.



- PGÖU (Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, Hamburg) (1997): Umweltverträglichkeitsuntersuchung zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. - (Textband) erstellt i. A. d. Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg und der Freien Hansestadt Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Amt für Strom- und Hafenbau, Hamburg: 328 S.
- PLANUNGSGRUPPE GRÜN - PGG (2009): Nutzungsdaten zu den Vorländern des Weser- und Elbeästuars. – Forschungsprojekt „Strategien zur Treibselreduzierung an der niedersächsischen Festlandsküste“, Auftraggeber: Niedersächsische Wattenmeerstiftung und II. Oldenburgischer Deichverband (Shapefiles)
- POSEWANG-KONSTANTIN, G., A. SCHÖL & H. KAUSCH (1992): Hydrobiologische Untersuchung des Mühlenberger Lochs. - Gutachten im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Strom- und Hafenbau, ohne S.
- RIEDEL-LORJÉ, J.-C., S. AGATHA, U. EHRHORN, H. HOLST, B. KÖPCKE, H.-J. KRIEG & H. ZIMMERMANN (1998): Kleinlebewesen der Tideelbe. Eine Literaturstudie über Benthos, Aufwuchs, Aggregate und Plankton von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis in die Gegenwart. - Wassergütestelle Elbe, 141 S.
- ROBKAMP, T. (2001): Flora und Vegetation der Weserinsel „Strohauser Plate“. Drosera 2011 (1/2): 153-182
- ROBKAMP, T. (2002): Die Brutvögel der Weserinsel „Strohauser Plate“ unter besonderer Berücksichtigung der Wiesenbrüter. Natur- und Umweltschutz (Zeitschrift Mellumrat). Band 1, Heft 2: 47-48
- SCHIRMER, M. & J. LANGE (2006): Biologische Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung von Flachwassergebieten an der Unterweser. Im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz. Bremen: 64 S.
- SCHOLLE, J. & B. SCHUCHARDT (2012): A fish-based index of biotic integrity – FAT-TW; an assessment tool for transitional waters of the northern German tidal estuaries. Coastline Reports 18: 1-73.
- SCHOOR, M. (2010): Ecological benefits of side channels in relation to their hydro-morphological characteristics. Presentation held at the Colloquium of BFG & BAW in Magdeburg, March 23<sup>rd</sup> and 24<sup>th</sup> 2010.
- SCHUCHARDT, B., M. MÜLLER & M. SCHIRMER (1989): Veränderungen im Sauerstoff-Haushalt der Unterweser nach der Reduzierung kommunaler und industrieller Einleitungen. - Deutsche Gesellschaft für Meeresforschung 33 (3/4): 98-103.
- SCHUCHARDT, B. & M. SCHIRMER (1991a): Zur Sedimentationsdynamik in den tideoffenen Bremer Seehäfen. - Die Küste 52: 145-170.
- SCHUCHARDT, B. & M. SCHIRMER (1991b): Phytoplankton maxima in two coastal plain estuaries. - Est. Coast. Shelf Sci. 32: 187-206.
- SCHUCHARDT, B., SCHIRMER, M. & B. JATHE (1993): Vergleichende Bewertung des ökologischen Zustands der tidebeeinflussten Flussunterläufe Norddeutschlands.- Jb. Natursch. Landschaftspfl. 48, 137-152

- SCHUCHARDT, B., E. M. RIEGER & M. SCHIRMER (1995): Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung der tideoffenen Bremer Seehäfen: abiotische Parameter und Plankton. - Dt. Gewässerkundl. Mitt. 39 (1): 6-10.
- SCHUCHARDT, B., M. SCHIRMER, G. JANSSEN, S. NEHRING & H. LEUCHS (1999): Estuaries and Brackish Waters. - In: DE JONGE, V.N., J. BAKKER, C. VAN BERKEL, K. DAHL, N. DANKERS, C. GÄTJE, H. MARENCIC & P. POTEL (Hrsg.), Wadden Sea Quality Status Report 1999. Wadden Sea Ecosystem 9, 175-186.
- SCHUCHARDT, B. (2003): Die Wiederherstellung von tidebeeinflussten Lebensräumen: eine Übersicht.- Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 6: 7-17.
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE, S. SCHULZE & T. BILDSTEIN (2007): Vergleichende Bewertung der ökologischen Situation der inneren Ästuarie von Eider, Elbe, Weser und Ems: was hat sich nach 20 Jahren verändert? Coastline Reports 9: 15-26.
- SCHUCHARDT, B. & J. SCHOLLE (2009): Estuaries. Thematic Report No. 16. In: Marencic, H. & Vlas, J. de (Eds.), 2009. Quality Status Report 2009. WaddenSea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany.
- SCHÜTTE, R. (1998): Strohauser Plate – Entwicklung, Verwaltung und Nutzung der Weserinsel. Polykopie, Domänenamt Oldenburg: 59pp, Oldenburg.
- SCHÜTTE, R. (2000): Die Strohauser Plate - Entwicklung, Verwaltung und Nutzung der Weserinsel bis zum Ende des 2. Weltkrieges. Oldenb. Jahrb. 100: 27-48. Oldenburg
- STEEGE, V. (2007): Die Entwicklung der Tide-Röhrichte an der Weser und ihr Leitbild.- In: BfG: Röhrichte an Bundeswasserstraßen (im norddeutschen Raum). BfG-Veranstaltung 2/2007: 31-45.
- STREIF, H. (1990): Das ostfriesische Küstengebiet: Nordsee, Inseln, Watten und Marschen; 2. Aufl., Bornträger (Sammlung geologischer Führer, 57) Berlin, Stuttgart.
- SÜDBECK, P. & D. WENDT (2002): Rote Liste der in Niedersachsen und Bremen gefährdeten Brutvögel. 6. Fassung, Stand 2002. Inform. D. Naturschutz Niedersachs. 22 (5): 244-277. Hannover
- SÜDBECK, P., H.-G. BAUER, M. BOSCHERT, P. BOYE & W. KNIEF (2007): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 4. Fassung, 30. November 2007. In: Berichte zum Vogelschutz , Heft 44.
- THIEL, R., A. SEPULVEDA, K. TEBBE, C. DRENKELFORT & S. OESMANN (1995): Food consumption and production of fish in the tidal River Elbe, Germany. Ecology of Freshwater fish.
- VAN DAMME, S., E. SRUYF, T. MARIS, T. YSEBAERT, F. DEHAIRS, M. TACKX, C. HEIP & P. MEIRE (2005): Spatial and temporal patterns of water quality along the estuarine salinity gradient of the Scheldt estuary (Belgium and The Netherlands): results of an integrated monitoring approach.- Hydrobiologia 540: 92-45.
- WSA BRHV. (2008): Unterweser. Unterhaltungsplan für den Abschnitt von Km 44,0 bis Km 52,0.- Wasser- und Schifffahrtsamt Bremerhaven.

## List of content of full report

<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Task and Methodology</b>	<b>8</b>
1.1 Background	8
1.2 Task	8
1.3 Methodology and Databasis	9
<b>2. Study Area and historical Changes</b>	<b>10</b>
2.1 Borders of Study Area	10
2.2 Characterization	10
2.3 Historical Changes	12
<b>3. Present Situation</b>	<b>14</b>
3.1 Hydrography	14
3.2 Water Quality	16
3.3 Habitats	17
3.4 Fauna	22
3.5 Uses	28
3.6 Compensation Measures	31
3.7 Maintenance	34
3.8 Bank Structures	37
3.9 Sluices	38
<b>4. Data Analysis on Sedimentation</b>	<b>39</b>
4.1 Spatial and Temporal Changes of Sedimentation	39
4.2 Analysis of Causes	39
4.3 Perspectives	41
<b>5. Protected Areas and their Development Goals</b>	<b>42</b>
5.1 Protected Areas	42
5.2 Development Goals	44
<b>6. Ecological Guiding Principle Schweiburg</b>	<b>49</b>
6.1 Ecological Functions of Anabranche	49
6.2 Excursus: Relevance of Anabranche for Fish	57
6.3 Goals for Revitalizing Schweiburg und actual deficits	62
6.4 Detailed Goals for Revitalizing	64
6.5 Consensus on Guiding Principles: Possibilities and Limits	66
<b>7. Revitalization: Types of Measures</b>	<b>68</b>
7.1 Types of Measures for Schweiburg	68
7.2 Assessment of Feasibility for Schweiburg	75
<b>8. Scenarios of Revitalization and their Comparison</b>	<b>77</b>
8.1 Scenario 1: No Action	77

8.2	Scenario 2: Weak Expansion of Cross Section	79
8.3	Scenario 3: Strong Expansion of Cross Section	80
8.4	Scenario 4: Expansion of Cross Section and Area of Retention	81
8.4.1	Scenario 4a: Area of Retention Strohauser Vorländer	81
8.4.2	Scenario 4b: Area of Retention Strohauser Plate	83
8.4.3	Scenario 4c: Area of Retention „Expansion“	85
8.5	Scenario 5: „Nebenweser“	86
8.6	Scenario 6: „Development“	89
<b>9.</b>	<b>Concept of Measures for Target Variant Regarding Ecology</b>	<b>91</b>
9.1	Boundary Conditions	91
9.2	Weighting	92
9.3	Approach	93
9.4	Measures	94
9.5	Consequences	95
9.6	Chances, Risks and Conflicts	95
9.7	Investigation Needs	96
<b>10.</b>	<b>Conclusion and Recommendations</b>	<b>97</b>
<b>11.</b>	<b>Literature</b>	<b>99</b>
	<b>Appendix</b>	<b>106</b>