

GRUNDBAUINGENIEURE STEINFELD UND PARTNER GbR

**BERATENDE INGENIEURE VBI
ERDBAULABORATORIUM HAMBURG**

A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg

Abschnitt Landesgrenze – B 431

1. Bericht

Baugrundbeurteilung und grundbautechnische
Angaben für den Bau des Speicherbeckens und
die Baustraßen an der Langenhalsener Wettern sowie
für den alternativen Beckenstandort am Trogende Nord

Hamburg, den 13. März 2012 - Auftr.-Nr. 018128/1



Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Veranlassung.....	1
2. Unterlagen	2
3. Baugelände und geplante Baumaßnahmen	3
4. Baugrund und Wasser	5
4.1 Baugrundaufschluss.....	5
4.2 Baugrundaufbau	6
4.3 Wasser im Baugrund	7
4.3.1 Wasserstände.....	7
4.3.2 Bemessungswasserstände	11
5. Bodenkennwerte	11
5.1 Wassergehalt	11
5.2 Charakteristische Bodenkennwerte und Berechnungsprofile.....	12
6. Grundbautechnische Angaben	13
6.1 Grundbautechnische Angaben zum Bau des Speicherbeckens	13
6.1.1 Sicherheit der Beckensohle gegen hydraulischen Sohlaufbruch	13
6.1.2 Gelände-/Böschungsbruchsicherheit.....	15
6.1.3 Hinweise zur weiteren Planung	15
6.1.4 Erdarbeiten.....	15
6.2 Grundbautechnische Angaben zum Bau der Baustraße	15
6.2.1 Gründungskonzept	15
6.2.2 Setzungsverhalten	16
6.2.3 Gelände-/Böschungsbruchsicherheit.....	17
7. Zusammenfassung	17



Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr
Schleswig-Holstein
Niederlassung Itzehoe
Projektgruppe A 20-West
Breitenburger Straße 37
25524 Itzehoe

ERDBAULABORATORIUM HAMBURG

GRÜNDUNGEN · BODENMECHANIK · WASSER-
SENKUNGEN · DAMM- UND TALSPERRENBAU
TUNNELBAU · HAFENBAU · DEPONIETECHNIK

REIMERSBRÜCKE 5 · 20457 HAMBURG
TEL. 040 / 38 91 39 - 0 · FAX 040 / 380 91 70
E-MAIL: HH@STEINFELD-UND-PARTNER.DE
INTERNET: WWW.STEINFELD-UND-PARTNER.DE

(BITTE IMMER ANGEBEN)

018128/1

13. März 2012

- SI/Na -

A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg
Abschnitt Landesgrenze - B 431
hier: Baugrundbeurteilung und grundbautechnische Angaben
für den Bau des Speicherbeckens und die Baustraße an
der Langenhalsener Wettern sowie für den alternativen
Beckenstandort am Trogende Nord

Besprechungen vom 22.09.2011 und 13.12.2011

Anlagen: 018128/3.1 Lage- und Übersichtsplan Speicherbecken Langenhalsener Wettern
018128/3.2 Lage- und Übersichtsplan Speicherbecken am Trogende Nord
018128/4.1 – 4.4 Bohrprofile, Sondierdiagramme und Pegelausbau
018128/5 Grundwasserganglinien
018128/6 Böschungsbruchnachweis

1. Bericht

1. Veranlassung

Für den im Zuge der BAB A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, vom Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein, Niederlassung Itzehoe (LBV SH, NL Itzehoe), geplanten Neubau des Streckenabschnittes der geplanten Elbquerung zwischen der Landesgrenze Niedersachsen/Schleswig-Holstein und der B 431 werden nach den Ergebnissen der Erörterungstermine und der Stellungnahmen seitens der Planfeststellbehörde verschiedene Unterlagen nachgefordert.



Auftragsgemäß werden mit dem vorliegenden 1. Bericht die Baugrundbeurteilung und grundbautechnische Angaben für den geplanten Bau des Speicherbeckens und die Baustraße an der Langenhalsener Wettern vorgelegt. Ferner enthält der vorliegende Bericht die geotechnische Beurteilung für den alternativ möglichen Beckenstandort westlich vom Trogende Nord der geplanten Elbquerung.

2. Unterlagen

Für die Bearbeitung des vorliegenden Berichtes stehen uns die nachfolgend genannten Unterlagen zur Verfügung.

Von der Grontmij IHP GmbH, Stade:

- 2.1 Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431, Planfeststellungsunterlagen, Stand vom 31.03.2009
 - 2.1.1 Übersichtslageplan, Bau-km 11+200 bis Bau-km 14+440.408, M 1 : 5.000, Anlage 13.6, Blatt 3
 - 2.1.2 Schnitte Speicherbecken, M 1 : 50, Anlage 13.8, Blatt 1
- Eingang der Unterlagen 2.1.1 und 2.1.2 am 08. bzw. 28.11.2011

Vom Ingenieurbüro Obermeyer Planen + Beraten GmbH (OPB), Hamburg:

- 2.2 Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431, Lageplan Kleine Wettern, M 1 : 1.000, Stand vom 25.11.2011
- Eingang am 29.11.2011

Vom LBV-SH, NL Itzehoe:

- 2.3 Neubau der A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Landesgrenze Niedersachsen / Schleswig-Holstein bis B 431, Lage- und Bauwerksplan, alternativer Standort Speicherbecken, Bau-km 11+900 bis Bau-km 12+770, M 1 : 1.000, Stand vom 08.02.2012
- Eingang am 08.02.2012
- 2.4 Listen der Bohransatzpunkte mit Angabe der auf NN bezogenen Ansatzhöhen und der Gauß-Krüger-Koordinaten der Ansatzpunkte
- Eingang am 18.01.2012 und 27.02.2012

Vom Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg:

- 2.5 Wasserstandshauptzahlen Pegel Glückstadt, Stand vom 08.02.2012
- Eingang am 08.02.2012



Vom Bohrunternehmen Joern Thiel Baugrunduntersuchung GmbH, Hamburg:

- 2.6 132 gestört entnommene Bodenproben aus 10 Kleinbohrungen (BS 1/11, BS 5/11, BS 10/11 bis BS 17/11) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von rd. 16,0 m unter Bohransatzpunkt, einschließlich der zugehörigen Schichtenverzeichnisse, Kleinbohrungen ausgeführt im Bereich des Speicherbeckens und der Baustraße an der Langenhalsener Wettern in der Zeit vom 04.01 bis 23.02.2012
- 2.7 18 gestört entnommene Bodenproben aus einer konventionellen Bohrung (B 1/11) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von rd. 20,0 m unter Bohransatzpunkt, einschließlich Schichtenverzeichnis und Pegelausbauzeichnung, Bohrung und Ausbau der Bohrung zur Grundwassermessstelle GWM B 1/11 (4"-Pegel) ausgeführt in der Zeit vom 04. bis 06.01.2011
- 2.8 82 gestört entnommene Bodenproben aus 6 Kleinbohrungen (BS 1/12 bis BS 4/12, BS 6/12, BS 7/12) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von rd. 16,0 m unter Bohransatzpunkt, einschließlich der zugehörigen Schichtenverzeichnisse, Kleinbohrungen ausgeführt im Bereich des Alternativstandortes am Trogende Nord vom 14. bis 17.02.2012
Schlusseingang der Unterlagen 2.6 bis 2.8 am 17.02.2012

Eigene Unterlagen:

- 2.9 Ergebnisse der mittels elektronischer Pegelschreiber durchgeführten kontinuierlichen Pegelmessungen in den Grundwassermessstellen GWM B 1/11 und GWM 13 für die Zeit vom 16.01. bis 22.02.2012
- 2.10 A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt B 431 – A 23, Ingenieurgeologisches Streckengutachten vom 10.02.2006, Auftrags-Nr. 013536
- 2.11 A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Abschnitt Trog Nord – B 431, 12. Aktenvermerk vom 28.08.2007 – Geotechnische Beurteilung des Standortes 4 für das Speicherbecken an der Langenhalsener Wettern, Auftrags-Nr. 014903
- 2.12 A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Neue Elbquerung (Tunnel), 11. Aktenvermerk vom 04.01.2008 – Geotechnische Beurteilung des Regenrückhaltebeckens EA 2 am Trogende Nord, Auftrags-Nr. 012605
- 2.13 A 20, Nord-West-Umfahrung Hamburg, Neubau der Elbquerung, BW 10.04, Geotechnisches Gutachten für das Tunnelbauwerk vom 07.07.2008, Auftrags-Nr. 012605

3. Baugelände und geplante Baumaßnahmen

Die Lage des geplanten Speicherbeckens (72-h-Speicherraum) an der Langenhalsener Wettern (Verbandsgewässer 1.0) etwa 700 m westlich der Station km 13+400 der geplanten A 20 und der nördlich der Langenhalsener Wettern geplanten Baustraße zur Errichtung des Speicherbeckens geht aus dem Übersichts- und Lageplan auf der Anlage 018128/3.1 hervor. Der alternativ mög-



liche Beckenstandort westlich vom Trogende Nord der geplanten Elbquerung ist auf dem Lageplan auf der Anlage 018128/3.2 dargestellt.

Nach der höhenmäßigen Einmessung der Bohransatzpunkte (Unterlage 2.4) liegt das Baugelände an der Langenhalsener Wettern im Bereich des Speicherbeckens (B 1/11, BS 1/11 bis BS 12/11) auf Höhen zwischen rd. NN -0,9 m (BS 12/11) und rd. NN +0,7 m (BS 6/11) und im Bereich der Baustraße (BS 13/11 bis BS 19/11) auf Höhen zwischen rd. NN -0,8 m (BS 13/11, BS 14/11) und rd. NN -0,3 m (BS 19/11). Im Bereich des Alternativstandortes am Trogende Nord liegt das Baugelände auf Höhen zwischen rd. NN -0,6 m (BS 1/12) und rd. NN +0,6 m (BS 7/12, BS 12/12). Das Baugelände wird zurzeit jeweils landwirtschaftlich genutzt.

Gemäß Unterlage 2.1.1 ist das **Speicherbecken an der Langenhalsener Wettern** mit einer Sohlfläche von rd. 17.000 m² geplant. Die Beckensohle soll nach v. g. Unterlage im Niveau rd. NN -1,85 m und damit nach Möglichkeit rd. 0,5 m tiefer als in Unterlage 2.1.2 angegeben hergestellt werden. Das geplante Stauziel liegt angabegemäß jeweils rd. 0,5 m über der Beckensohle. Für die Übergabe an die Vorflut (Langenhalsener Wettern) ist im südwestlichen Beckenbereich eine Überlaufschwelle mit einer Schützenanlage geplant, die bei Bedarf abgesperrt werden kann. Angaben zur Gründung der im Wesentlichen aus Winkelstützwandelementen bestehenden Schützenanlage sind nicht Gegenstand unserer Beauftragung.

Für das **Speicherbecken am Alternativstandort Trogende Nord** liegen uns keine gesonderten Angaben zur höhenmäßigen Anordnung der Beckensohle vor, so dass wir auch hier von einer auf rd. NN -1,35 m bzw. nach Möglichkeit auf NN -1,85 m herzustellenden Beckensohle und entsprechenden Stauzielen von jeweils rd. 0,5 m über der Beckensohle ausgehen.

Die **Baustraße** ist gemäß Unterlage 2.2 mit einer Länge von rd. 668 m und einer Breite von rd. 6,0 m geplant und verläuft mit überwiegend geländenahe Gradienten bzw. in leichter Dammlage (Bauhöhe ca. 1,0 m) ausgehend von der Ostseite des geplanten Speicherbeckens (Bau-km 0+000) in östliche Richtung und schließt bei ca. Bau-km 0+668 an die geplante Autobahntrasse (ca. A 20 - Bau-km 13+550) an. Im Zuge der Baustraße ist die Unterführung des Verbandsgewässers 4.0 (Kleine Wettern) erforderlich. Hierfür ist gemäß Unterlage 2.2 bei ca. Bau-km 0+021 der Baustraße ein Rohrdurchlass DN 1000 vorgesehen. Für die Baustraße wird nur



von einer kurzen Nutzungsdauer von wenigen Wochen und anschließendem Rückbau ausgegangen.

Der Mindestabstand zwischen Böschungsfuß Straßendamm Baustraße und Böschungsschulter der südlich parallel zur geplanten Baustraße verlaufenden Langenhalsener Wettern beträgt rd. 5,0 m. Für die Langenhalsener Wettern (Verbandsgewässer 1.0) ist gemäß den Unterlagen 2.1.2 und 2.2 von folgenden vorhandenen Querschnittsabmessungen auszugehen:

Breite	rd. 14 m
Sohnniveau (Bereich Speicherbecken)	rd. NN - 3,8 m
Böschungsneigungen	rd. 1:1.

Der BAB-Damm soll im Streckenabschnitt zwischen dem Trog Nord der geplanten Elbquerung (ca. Bau-km 12+690) und der B 431 (ca. Bau-km 14+440) angabegemäß einheitlich auf z. B. geotextilmantelten Sandsäulen oder vermörtelten Stopfsäulen in Verbindung mit einem geotextilbewehrten Gründungspolster gegründet werden.

4. Baugrund und Wasser

4.1 Baugrundaufschluss

Zur Baugrunderkundung im Bereich des geplanten Speicherbeckens und der Baustraße an der Langenhalsener Wettern wurden 10 Kleinbohrungen (BS 1/11, BS 5/11, BS 10/11 bis BS 17/11) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in Tiefen von rd. 16 m unter Bohransatzpunkt in Höhe vorhandener GOK ausgeführt. Darüber hinaus wurde eine konventionelle Bohrung (B 1/11) nach DIN EN ISO 22475-1 bis in eine Tiefe von rd. 20 m unter GOK abgeteuft und zum 4''-Pegel (Grundwassermessstelle GWM B 1/11), verfiltert in den Sanden unterhalb der organischen Weichschichten, ausgebaut.

Im Bereich des Alternativstandortes Trogende Nord wurden 6 Kleinbohrungen (BS 1/12 bis BS 4/12, BS 6/12, BS 7/12) nach DIN EN ISO 22475-1, ebenfalls bis in Tiefen von rd. 16 m unter GOK ausgeführt. Für die geotechnische Bewertung wurden ergänzend die benachbarten Baugrundaufschlüsse und die Grundwassermessstelle GWM 13 für die Trogstrecke Nord der Elbquerung (Unterlage 2.13) herangezogen.



Die Lage der Bohransatzpunkte und der Grundwassermessstellen geht aus den Lageplänen auf den Anlagen 018128/3.1 und 3.2 hervor. Die gemäß unserer Empfehlung (Bohrplan) vorgesehenen Kleinbohrungen BS 2/11 bis BS 4/11, BS 6/11 bis BS 9/11, BS 18/11, BS 19/11 sowie BS 5/12 und BS 8/12 bis BS 13/12 wurden zurückgestellt und sind auf den v. g. Lageplänen in orange dargestellt.

Der Baugrundaufbau ist nach unserer manuellen und visuellen Beurteilung der vom Bohrunternehmer gestört entnommenen Bodenproben und nach den in den Schichtenverzeichnissen des Bohrunternehmers (Unterlagen 2.6 bis 2.8) angegebenen Schichtgrenzen in Form von höhengerecht aufgetragenen Bohrprofilen auf den Anlagen 018128/4.1 bis 4.3 dargestellt. Die vorhandenen Bohrprofile und Drucksondierdiagramme sowie die Ausba Zeichnung der Grundwassermessstelle GWM 13 der Trogstrecke Nord sind auf der Anlage 018128/4.4 zusammengestellt.

4.2 Baugrundaufbau

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Baugrundaufschlüsse ergibt sich für den Bereich der Speicherbeckenstandorte bzw. für den Bereich der Baustraße an der Langenhalsener Wettern ab vorhandener GOK folgender Baugrundaufbau:

Speicherbecken und Baustraße an der Langenhalsener Wettern (s. Anlage 018128/4.1 und 4.2)

- Oberboden (Klei, verwittert und durchwurzelt, Konsistenz weich bzw. steif), erkundete Dicke zwischen rd. 0,6 m (BS 1/11, BS 5/11, BS 10/11 bis BS 12/11 sowie BS 16/11 und BS 17/11) und rd. 0,9 m (B 1/11).
- Organische Weichschichten (Oberer Klei / Torf / Unterer Klei), erkundete Basis überwiegend in Tiefen zwischen rd. 12,2 m (BS 14/11) und rd. 14,3 m (BS 5/11) unter GOK, entsprechend zwischen rd. NN -12,9 m (BS 14/11) und rd. NN -14,9 m (BS 17/11). Die Konsistenz des teilweise torfstreifigen Kleis ist zumeist weich, teilweise weich bis steif und steif und mit zunehmender Tiefe auch weich bis breiig. Der Torf ist zumeist schluffig (kleistreifig) ausgebildet und überwiegend zersetzt sowie teilweise schwach zersetzt bis zersetzt bzw. zersetzt bis stark zersetzt.



- Holozäne und pleistozäne Sande, überwiegend Mittelsande bzw. Fein- bis Mittelsande, teilweise klei- und torfstreifig (holozäne Sande). Nach den Angaben zum Bohrfortschritt in den Schichtenverzeichnissen (Unterlagen 2.6 bis 2.8) und unseren örtlichen Erfahrungen ist für die holozänen Sande von einer überwiegend lockeren bis mitteldichten und für die pleistozänen Sande von einer überwiegend mitteldichten bis örtlich dichten Lagerung auszugehen. Die Basis der Sande wurde bis zur max. Endtiefe der Bohrung bzw. Kleinbohrungen bei rd. NN -20,2 m (B 1/11) nicht erreicht.

Speicherbecken Trogende Nord (s. Anlage 018128/4.3)

- Klei, verwittert und durchwurzelt, Konsistenz weich, z. T. steif, erkundete Dicke zwischen rd. 0,5 m (BS 1/12, BS 4/12, BS 6/12 und BS 7/12) und rd. 0,8 m (BS 3/12). Die Dicke der belebten Bodenoberzone (Oberboden) beträgt rd. 0,3 m.
- Organische Weichschichten (Oberer Klei / Torf / Unterer Klei), erkundete Basis überwiegend in Tiefen zwischen rd. 11,3 m (BS 1/12) und rd. 13,7 m (BS 4/12), entsprechend zwischen rd. NN -11,9 m (BS 1/12) und rd. NN -13,6 m (BS 4/12). Die Konsistenz des teilweise torfstreifigen Kleis ist überwiegend weich und oberflächennah z. T. auch steif. Der Torf ist überwiegend schwach zersetzt bis zersetzt sowie teilweise zersetzt bzw. zersetzt bis stark zersetzt und teilweise schluffig (kleistreifig) ausgebildet.
- Holozäne und pleistozäne Sande, überwiegend Mittelsande bzw. Fein- bis Mittelsande, teilweise klei- und torfstreifig (holozäne Sande). Nach den Angaben zum Bohrfortschritt in den Schichtenverzeichnissen (Unterlage 2.6 bis 2.8) und unseren örtlichen Erfahrungen ist für die holozänen Sande von einer überwiegend lockeren bis mitteldichten und für die pleistozänen Sande von einer überwiegend mitteldichten bis örtlich dichten Lagerung auszugehen. Die Basis der Sande wurde bis zur max. Endtiefe der Kleinbohrungen bei rd. NN -16,6 m (BS 1/12) nicht erreicht.

Details zum Baugrundaufbau sind jeweils den einzelnen Bohrprofilen auf den Anlagen 018128/4.1 bis 4.4 zu entnehmen. Eine detaillierte Beschreibung der angetroffenen Bodenschichten ist in den Unterlagen 2.10 und 2.13 enthalten.

4.3 Wasser im Baugrund

4.3.1 Wasserstände

Die im Bereich der Marsch anstehenden holozänen organischen Weichschichten aus Klei und Torf sind auf Grund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit Grundwasserstauer. Lang anhaltende Niederschläge können daher zu flächenhaften Vernässungen auf der Geländeoberfläche führen. Der oberflächennahe Wasserstand im Bereich der geplanten Trasse wird durch die Melioration (Felddrängen) und Entwässerungsgräben geregelt.



Für die Langenhalsener Wettern (Verbandsgewässer 1.0), welche die örtliche Vorflut bildet, ist gemäß Unterlage 2.1.2 von folgenden Wasserständen auszugehen:

Mittelwasser (MW)	rd. NN -1,85 m
Niedrigwasser (NW)	rd. NN -2,30 m.

Die Sande unterhalb der organischen Weichschichten führen Grundwasser, das auf Grund der geringen Wasserdurchlässigkeit der organischen Weichschichten gespannt ansteht. Der Grundwasserleiter steht aufgrund der Elbfahrrinntiefe flächenhaft mit dem Elbstrom in hydraulischer Verbindung. Daher ist die Grundwasserdruckhöhe in den Sanden im elbnahen Bereich tidebeeinflusst. Mit zunehmender Entfernung von der Elbe ist der Tideeinfluss auf die Grundwasserdruckhöhen in den Sanden zunehmend phasenverschoben und gedämpft.

Die während der Bohrarbeiten angetroffenen bzw. unmittelbar nach Bohrende in den offenen Bohrlöchern gemessenen Wasserstände sind nach den Angaben in den Schichtenverzeichnissen (Unterlagen 2.6 bis 2.8) auf den Anlagen 018128/4.1 bis 4.3 links neben den Bohrprofilen eingetragen. Danach liegen die unmittelbar nach Bohrende gemessenen Wasserstände in Tiefen zwischen rd. 0,6 m (BS 14/11) und rd. 3,3 m (BS 11/11) unter Bohransatzpunkt, entsprechend zwischen rd. NN -0,4 m (B 1/11) und rd. NN -3,7 m (BS 11/11). Die Bohrwasserstände sind nicht ausgespiegelt und damit nicht repräsentativ für das vorhandene Grundwasserdruckniveau.

Zur Ermittlung der Druckhöhe des unterhalb der organischen Weichschichten in den hydraulisch zusammenhängenden holozänen und pleistozänen Sanden gespannt anstehenden Grundwassers und zur Bewertung der Tideabhängigkeit des Grundwassers wurden die Pegelwasserstände in der am Westrand des geplanten Speicherbeckens an der Langenhalsener Wettern hergestellten Grundwassermessstelle GWM B 1/11 und in der am Oststrand des alternativen Beckenstandortes an der Trogstrecke Nord der Elbquerung vorhandenen GWM 13 von uns mittels elektronischer Druckaufnehmer in der Zeit vom 16.01. bis 22.02.2012 kontinuierlich gemessen. Die Lage der v. g. Grundwassermessstellen, die jeweils in den Sanden unterhalb der organischen Weichschichten ausgefiltert sind, geht aus



den Anlagen 018128/3.1 (GWM B 1/11) bzw. 3.2 (GWM 13) hervor. Die ermittelten Grundwasserganglinien sind zusammen mit der zeitgleich gemessenen Ganglinie des Elbpegels Glückstadt auf der Anlage 018128/5 dargestellt.

Danach wurden die in der Tabelle 1 angegebenen minimalen und maximalen Grundwasserstände/Grundwasserdruckhöhen bzw. Elbwasserstände gemessen.

Tabelle 1: Ergebnisse der kontinuierlichen Wasserstandsmessungen

Pegel	Messzeitraum	Minimaler Wasserstand [rd. m NN]	Maximaler Wasserstand [rd. m NN]	max. Spiegelschwankung rd. Δh [m]
GWM B 1/11	16.01. bis 22.02.2012	-0,4	+0,6	1,0
GWM 13		-0,5	+0,9	1,4
Glückstadt		-2,4	+3,4	5,8

Die im Pegel Glückstadt gemessenen Extremwasserstände betragen gemäß Unterlage 2.5 HHThw = NN +5,83 m (03.01.1976) und NNTnw = NN -3,72 m (25.01.1937). Das Bemessungshochwasser für Elbdeiche liegt im Bereich Glückstadt angabegemäß auf NN +7,0 m (empfohlener langjähriger Bemessungshochwasserstand).

Die in den Pegeln GWM B 1/11 und GWM 13 gemessenen Grundwasserstände/ Grundwasserdruckhöhen sind tideabhängig und folgen phasenverzögert und mit gedämpften Amplituden den Elbwasserständen.

Für die Beobachtungszeit wurde die Abhängigkeit der Hochwasserstände im Grundwasserleiter zu den Elbhochwasserständen (Dämpfung) ermittelt (s. Bild 1 und 2). Danach wurden die Grundwasserdruckhöhen in der Größe von etwa bis zu 20 % (GWM B 1/11) bzw. von etwa bis zu 30 % (GWM 13) des zeitgleichen Elbhochwassers (mNN) gemessen. Dabei ist eine Abnahme der Dämpfung der Grundwasserdruckhöhen mit zunehmender Höhe des zeitgleich gemessenen Elbhochwassers zu beobachten.



Bild 1: GWM B 1/11 - Abhängigkeit der Grundwasserdruckhöhe vom Elbhochwasserstand

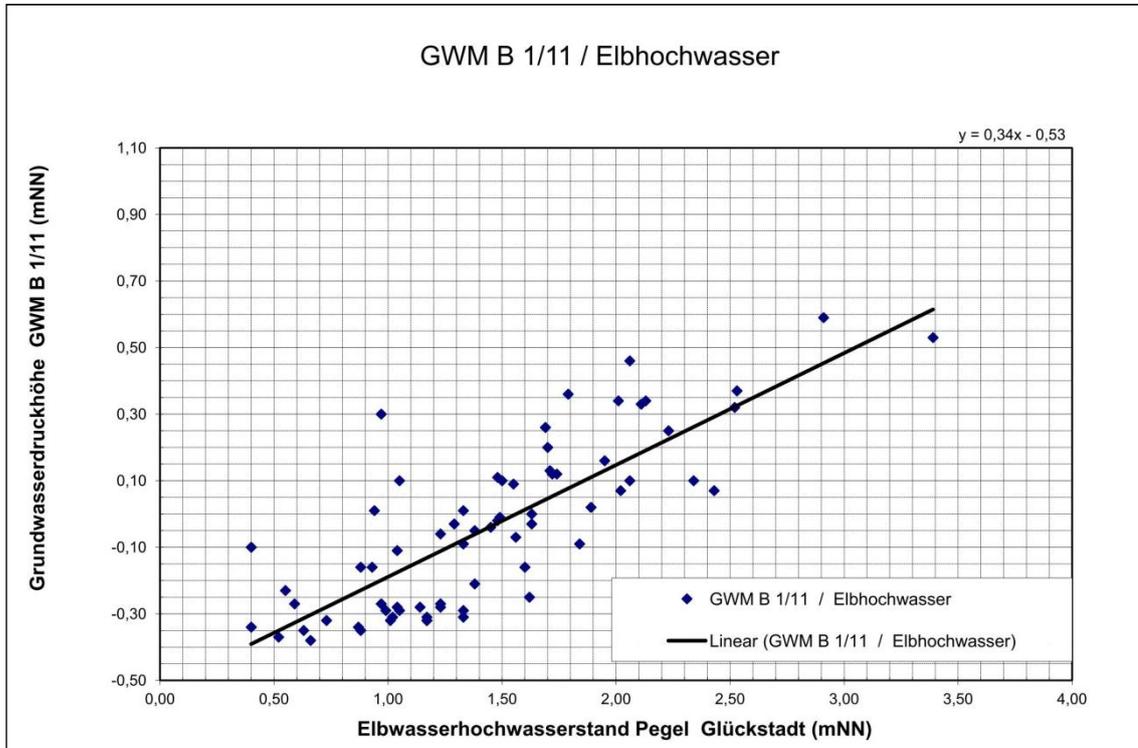
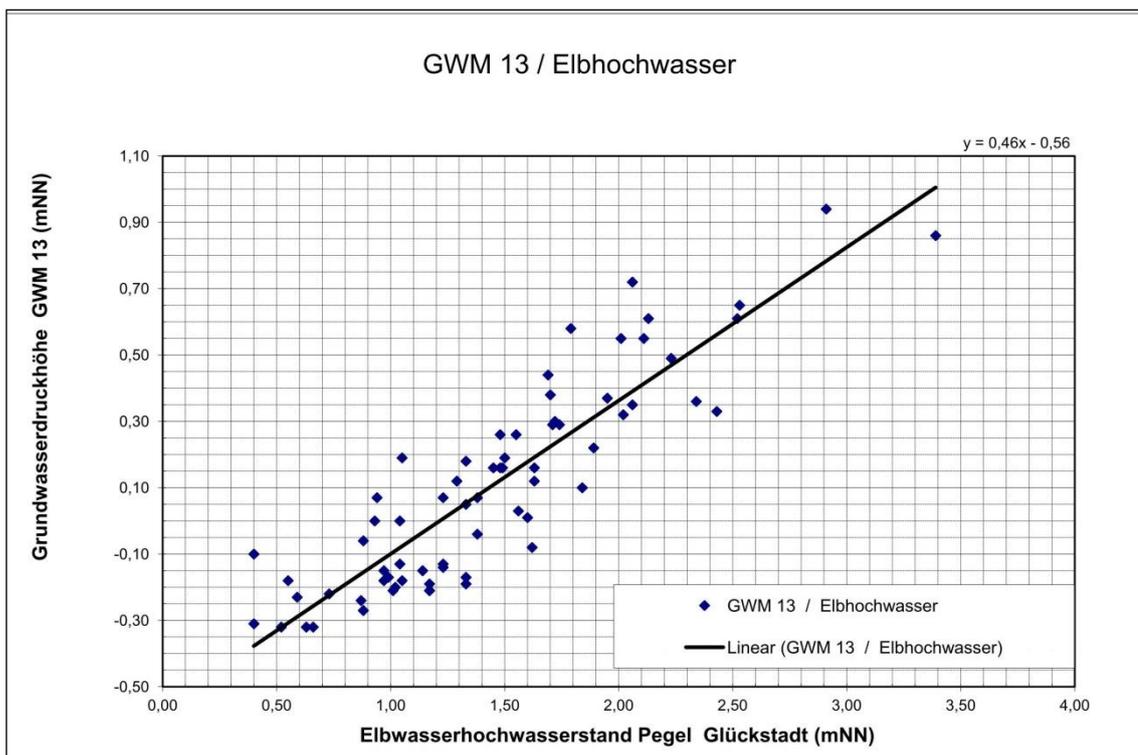


Bild 2: GWM 13 - Abhängigkeit der Grundwasserdruckhöhe vom Elbhochwasserstand





4.3.2 Bemessungswasserstände

Während der seit September 2005 durchgeführten kontinuierlichen Aufzeichnung der Grundwasserdruckhöhen in den Messstellen der geplanten Elbquerung wurden mehrfach Elbhochwässer um rd. NN +4 m und einmal im November 2007 um rd. NN +4,5 m dokumentiert. Der rechnerisch maximale Tidewasserstand der Bemessungsturmflut (empfohlener langjähriger Bemessungshochwasserstand) beträgt für die Hochwasser-schutzanlagen im Bereich Glückstadt angabegemäß NN +7,0 m.

Aus den in Bild 1 und Bild 2 dargestellten Diagrammen können für den Fall eines gelegentlich eintretenden Elbhochwassers um rd. NN +4,5 m bzw. die für den Fall eines Bemessungshochwassers in der Elbe zu erwartenden und für die Beurteilung der hydraulischen Grundbruchsicherheit der Speicherbecken in den Lastfällen LF 1 bis 3 nach DIN 1054 als Bemessungsgrundwasserdruckhöhe zu berücksichtigenden Grundwasserdruckhöhen näherungsweise wie folgt abgeleitet werden:

Bemessungsgrundwasserdruckhöhe für LF 1 und LF 2 (Elbwasserstand NN +4,5 m)

Speicherbecken an der Langenhalsener Wettern	NN + 1,0 m
Speicherbecken am Trogende Nord	NN + 1,5 m

Bemessungsgrundwasserdruckhöhe für LF 3 (Elbwasserstand NN +7,0 m)

Speicherbecken an der Langenhalsener Wettern	NN + 1,9 m
Speicherbecken am Trogende Nord	NN + 2,7 m.

Die v. g. Werte stimmen gut mit unseren bisherigen Annahmen hinsichtlich der Bemessungsgrundwasserdruckhöhen für die jeweiligen Bauflächenbereiche überein (s. Unterlagen 2.10 und 2.11).

5. Bodenkennwerte

5.1 Wassergehalt

Neben unserer manuellen und visuellen Beurteilung der uns vom Bohrunternehmen gelieferten Bodenproben wurden zur allgemeinen und vergleichenden Bewertung und zur Festlegung der charakteristischen Bodenkennwerte an repräsentativen Proben aus den bindigen/organischen Bodenschichten (Klei und Torf) der Wassergehalt nach DIN 18121-1



ermittelt. Die ermittelten Wassergehalte sind auf den Anlagen 018128/4.1 bis 4.4 in einer gesonderten Spalte rechts neben den Bohrprofilen, der Probeentnahmetiefe zugeordnet, angegeben und in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Wassergehalte Klei und Torf

Bodenart	Anzahl der Versuche	Wassergehalte w (%)		
		min.	mittel	max.
Klei, t ≤ 2,0 m u. GOK	12	21,6	37,2	72,4
Klei, t > 2,0 m u. GOK und Klei, torfig bzw. stark org.	26	59,1	110	188
Torf und Torf, kleiig	20	168	324	529

5.2 Charakteristische Bodenkennwerte und Berechnungsprofile

Nach unserer visuellen und manuellen Beurteilung der Bodenproben und den ermittelten Wassergehalten gemäß Abschn. 5.1 können die in der Unterlage 2.10, Abschn. 6.5, Tabelle 16, angegebenen Bodenkennwerte für erdstatische Berechnungen als charakteristische Werte angesetzt werden.

Für die Beurteilung der Sicherheit der Beckensohlen gegen hydraulischen Aufbruch sind nach den Ergebnissen der vorliegenden Kleinbohrungen die in der Tabelle 3 angegebenen generalisierten Berechnungsprofile abgeleitet worden.

Tabelle 3: Berechnungsprofile Speicherbecken

Standort	mittl. GOK	Organische Weichschicht (Torf und Klei)	
	(m NN)	höchste Basis (m NN)	mittl. Wichte γ (kN/m ³)
Speicherbecken an der Langenhalsener Wettern (B 1/11, BS 1/11, BS 5/11, BS 10/11 bis BS 12/11)	i. M. +0,1	-12,2	i. M. 13,0
Speicherbecken Alternativstandort am Trogende Nord (BS 1/12 bis BS 4/12, BS 6/12 und BS 7/12)	i. M. +0,2	-11,9	i. M. 13,5



Für den Bereich der Baustraße an der Langenhalsener Wettern wurde aus den Ergebnissen der vorliegenden Baugrundaufschlüsse ein im Hinblick auf die erforderliche Gelände- und Böschungsbruchberechnung sowie Setzungsabschätzung auf der sicheren Seite liegendes, ebenfalls stark vereinfachtes und generalisiertes Berechnungsprofil entwickelt, das zusammen mit den für die einzelnen Böden anzusetzenden Bodenkennwerten (charakteristische Werte) in der Tabelle 4 angegeben ist.

Tabelle 4: Berechnungsprofil Baustraße

Berechnungsprofil: Baustraße an der Langenhalsener Wettern						
Gültigkeitsbereich: BS 13/11 bis BS 17/11						
GOK: i. M NN -0,7 m						
Bodenart	Basis (ca. m u. GOK)	Wichte γ/γ' (kN/m ³)	Scherfestigkeit			Steifemodul $E_{s,k}$ (MN/m ²)
			φ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	$c_{u,k}$ (kN/m ²)	
Sandauffüllung, verdichtet eingebaut (Dammschüttung)	0,3 ¹⁾	19/11	35	0	–	≥ 40
Oberer Klei, Konsistenz weich – steif	0,7	17/7	20	10	30	1,5 – 3,0
Oberer Klei, Konsistenz weich	1,8	15/5	17,5	7,5	20	0,8 – 1,2
Torf und Torf, kleiig	10,0	10,5/0,5	15	5	15	0,3 – 0,5
Unterer Klei	11,5 – 16,7	13/3	17,5	7,5	17,5	1,0 – 1,2
Sande gewachsen, locker bis mitteldicht gelagert	≥ 16,0 ¹⁾	18/10	32,5	–	–	≥ 30

¹⁾ Unter Berücksichtigung des Abtrags der rd. 0,3 m dicken belebten Bodenoberzone.

6. Grundbautechnische Angaben

6.1 Grundbautechnische Angaben zum Bau des Speicherbeckens

6.1.1 Sicherheit der Beckensohle gegen hydraulischen Sohlaufbruch

Die rechnerische Ermittlung der Sicherheit der auf rd. NN -1,35 m bzw. rd. NN -1,85 m geplanten Beckensohlen gegen hydraulischen Aufbruch (Grenzzustand GZ 1A nach DIN 1054) erfolgt für den Beckenstandort an der Langenhalsener Wettern und den Alternativstandort am Trogende unter Berücksichtigung des jeweiligen Berechnungsprofils (s. Abschn. 5.2) bezogen auf die jeweiligen Bemessungsgrundwasserdruckhöhen für die Lastfälle LF 1 bis LF 3 (s. Abschn. 4.3.2). Die Berechnungsergebnisse sind in der Tabelle 5 angegeben.

**Tabelle 5:** Beurteilung der Sicherheit der Beckensohlen gegen Aufbruch (leeres Becken)

Standort	Becken- sohle (mNN)	Lastfall nach DIN 1054	Hochwasserstand in der Elbe (m NN)	Grundwasser- druckhöhe (m NN)	Ausnutzungs- grad μ
Speicherbecken an der Langenhalsener Wettern	-1,35	LF1 und LF2	+4,5	+1,0	0,94
		LF3	+7,0	+1,9	1,00
	-1,85	LF1 und LF2	+4,5	+1,0	0,98
		LF3	+7,0	+1,9	1,05
Speicherbecken Alternativstandort am Trogende Nord	-1,35	LF1 und LF2	+4,5	+1,5	1,01
		LF3	+7,0	+2,7	1,10
	-1,85	LF1 und LF2	+4,5	+1,5	1,06
		LF3	+7,0	+2,7	1,16

Vorbehaltlich der Ergebnisse der noch auszuführenden Kleinbohrungen ist für die auf rd. NN -1,35 m geplante Beckensohle des Speicherbeckens am **Standort Langenhalsener Wettern** mit einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 1,0$ für den Lastfall LF 3 von einer ausreichenden Sicherheit gegen hydraulischen Aufbruch auszugehen. Eine Vertiefung der Beckensohle ist jedoch nicht möglich.

Für die Beckensohle des Speicherbeckens am **Alternativstandort Trogende Nord** ist die Sicherheit gegen hydraulischen Aufbruch bei einem Sohlniveau auf rd. NN -1,35 m nicht gewährleistet. Die ausreichende Sicherheit gegen Aufbruch ist hier im Fall einer Bemessungsturmflut in der Elbe (LF 3) rechnerisch ab einem Sohlniveau von rd. NN -0,4 m, entsprechend rd. 0,6 m unter vorhandener mittlerer GOK, gegeben. Die Herstellung des Speicherbeckens am Alternativstandort Trogende Nord als Erdbecken ist somit aufgrund der ungünstigen Höhenverhältnisse nicht sinnvoll.



6.1.2 Gelände-/Böschungsbruchsicherheit

Die mit einer Neigung von 1:3 vorgesehenen Böschungen des Speicherbeckens sind erfahrungsgemäß als ausreichend standsicher zu beurteilen. Ein gesonderter rechnerischer Nachweis der Gelände-/Böschungsbruchsicherheit ist nicht erforderlich.

6.1.3 Hinweise zur weiteren Planung

Sofern die Beckensohle im Hinblick auf spätere Wartungsarbeiten befahrbar ausgebildet werden soll, ist ein Bodenaustausch gegen Sand bis in eine Tiefe von rd. 0,8 m unter planmäßiger Beckensohle vorzusehen.

6.1.4 Erdarbeiten

Die Erdarbeiten sind auf die anstehenden belastungsempfindlichen sowie stark witterungs- und frostempfindlichen organischen bindigen Böden abzustimmen. Bodenaustauscharbeiten (s. Abschn. 6.1.3) sind in kleinen Abschnitten „Zug um Zug“ auszuführen.

6.2 Grundbautechnische Angaben zum Bau der Baustraße

6.2.1 Gründungskonzept

Im Bereich der geplanten Baustraße sind unmittelbar ab der vorhandenen GOK gering tragfähige organische Weichschichten in großer Schichtdicke vorhanden.

Für die geplante Baustraße empfehlen wir im Hinblick auf eine bessere Rückbaubarkeit folgendes Gründungskonzept:

Im Hinblick auf den erforderlichen Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Planum, zur Vergleichmäßigung auftretender Setzungen (s. a. Abschn. 6.2.3) und zum Ausgleich möglicher Setzungsdifferenzen empfehlen wir die Gründung der Baustraße nach Abtrag der rd. 30 cm dicken belebten Bodenoberzone auf einem rd. 1,0 m dicken geotextilbewehrten Gründungspolster.



Für die Herstellung des Gründungspolsters ist im Trassenbereich der Baustraße ein hochzugfestes Geotextil (Gewebe) aus Polyester der Geotextilrobustheitsklasse GRK 5 mit einer Höchstzugkraft von ≥ 250 kN/m mit ausreichender Überlappung ($\geq 0,5$ m) auszuliegen. Darauf ist Sand lagenweise verdichtet einzubauen (s. u.). Auf dem Sand ist das Geotextil mit einer Überlappung von mindestens 5 m umzuschlagen. Der Oberbau der Straßen ist dann auf dem geotextilbewehrten Gründungspolster herzustellen.

Im Bereich der geplanten Querung der Langenhalsener Wettern empfehlen wir, für die Baustraße eine möglichst geländenahe Gradientenverläufe vorzusehen. Anderenfalls werden aus Gründen der Standsicherheit im Anschluss an die Behelfsbrücke besondere Maßnahmen zur Baugrundverbesserung erforderlich.

Für die Herstellung des geotextilbewehrten Gründungspolsters sind das Merkblatt M Geok E (Ausgabe 2005) und die technischen Lieferbedingungen TL Geok E-StB 05 (Ausgabe 2005) zu beachten. Für das Gründungspolster ist ein schluffarmer (Feinkornanteil ≤ 3 %) Sand der Bodengruppen SE, SI, SW nach DIN 18196 zu verwenden, der in mindestens 2 Lagen mit einem leichten Flächenverdichter verdichtet einzubauen ist.

Die ab der vorhandenen GOK anstehenden organischen bindigen Böden sind stark witterungs- und frostempfindlich und gehen bei Wasserzutritt und/oder mechanischer Beanspruchung durch z. B. Befahren mit Baugeräten und Betreten schnell in einen breiigen Zustand über. Zur Vermeidung von bautechnisch bedingten Bodenaufweichungen sind die Erdarbeiten in vorschreitender Arbeitsweise (Vor-Kopf-Einbau) vorzunehmen.

6.2.2 Setzungsverhalten

Bei der Belastung der im Bauflächenbereich in großer Mächtigkeit anstehenden stark kompressiblen organischen Weichschichten stellen sich lang anhaltende Setzungen in erheblicher Größe ein. Aufgrund des Zeitsetzungsverhaltens der organischen Weichschichten sind die Setzungen in Sofort-, Primär- und Sekundärsetzungen zu unterteilen. Ein Großteil der Sofortsetzungen tritt dabei mit der Lastaufbringung ein, während die Primärsetzungen und Sekundärsetzungen bei den vorhandenen Weichschichtmächtigkeiten erst nach Jahrzehnten abgeklungen sein werden.



Die nach der Fertigstellung und Inbetriebnahme der Baustraße über die verhältnismäßig kurze Nutzungsdauer infolge der erforderlichen Schüttkörperdicke (Unter- und Oberbau) und der Verkehrsbelastung maximal auftretenden Setzungen werden zu ca. $s = 10 \text{ cm} - 15 \text{ cm}$ abgeschätzt. Setzungsdifferenzen von bis zu ca. $\Delta s = 5 \text{ cm}$ bezogen auf die halbe Fahrbahnbreite sind im Laufe der Nutzung nicht auszuschließen. Die hieraus möglichen Fahrbahnschäden (Risse und Spurrillen etc.) sind ggf. bauzeitlich nachzubessern.

6.2.3 Gelände-/Böschungsbruchsicherheit

Die Gelände-/Böschungsbruchsicherheit für die überwiegend parallel zur Langenhalsener Wettern geplante Baustraße wird unter Berücksichtigung folgender Grundlagen rechnerisch ermittelt:

- Bauhöhe ca. 1,5 m (Gründungspolster und Oberbau)
- Mindestabstand zur Langenhalsener Wettern ca. 5 m
- Ansatz Teilsicherheitsbeiwerte im Grenzzustand GZ 1C nach DIN 1054:2005-01, Lastfall 2
- Als Berechnungsprofil wird jeweils die in den Kleinbohrungen BS 13/11 bis BS 17/11 erkundete Bodenschichtung in hinsichtlich der Gelände-/Böschungsbruchsicherheit ungünstiger Kombination in Verbindung mit den charakteristischen Bodenkennwerten gemäß Abschn. 5.2, Tabelle 4, angesetzt.
- Berechnet wird der Zustand unmittelbar nach Inbetriebnahme der Baustraße. Entsprechend wird die Anfangsscherfestigkeit ($c_{u,k}$) berücksichtigt.

Das Berechnungsergebnis ist zusammen mit den Berechnungsgrundlagen auf der Anlage 018128/6 dargestellt. Danach ergibt sich mit einem Ausnutzungsgrad von $\mu = 0,79 < 1,0$ eine ausreichende Geländebruch-/Böschungsbruchsicherheit.

7. Zusammenfassung

Für den geplanten Neubau der BAB A 20 im Abschnitt zwischen dem Trog Nord (ca. Bau-km 12+690) der geplanten neuen Elbquerung und der B 431 (ca. Bau-km 14+440) werden mit dem vorliegenden 1. Bericht auf der Grundlage der Ergebnisse hierfür ausgeführter Baugrundaufschlüsse und Wasserstandsmessungen (s. Abschn. 4) die Baugrundbeurteilung und grundbautechnische Angaben für den an der Langenhalsener Wettern geplanten Bau des Speicherbeckens (s. Abschn. 6.1) und der Baustraße (s. Abschn. 6.2) vorgelegt. Die in diesem Zusam-



menhang gegebenen Hinweise zur Bauausführung sind bei der weiteren Planung und bei der Bauausführung zu beachten.

Das Speicherbecken an der Langenhalsener Wettern kann wie geplant mit einem Sohlniveau auf rd. NN -1,35 m und 1 : 3 geneigten Böschungen hergestellt werden. Eine Vertiefung des Beckens ist aufgrund der dann nicht ausreichenden Sicherheit der Beckensohle gegen hydraulischen Aufbruch nicht möglich. Am Alternativstandort Trogende Nord ist die Herstellung eines Speicherbeckens als Erdbecken mit einer ausreichend tiefen Sohle aus geotechnischer Sicht aufgrund der nicht ausreichenden Sicherheit der Beckensohle gegen hydraulischen Aufbruch nicht möglich (s. Abschn. 6.1.1).

Für die Baustraße empfehlen wir aufgrund der ab der vorhandenen GOK anstehenden gering tragfähigen organischen Weichschichten die Gründung auf einem rd. 1,0 m dicken geotextilbewehrten Gründungspolster (s. Abschn. 6.2.1). Angaben zum Setzungsverhalten und zur Gelände-/Böschungsbruchsicherheit, insbesondere im Hinblick auf die angrenzende Langenhalsener Wettern, sind in Abschn. 6.2.2 und 6.2.3 enthalten.

Zur Überprüfung der Berechnungsergebnisse und der grundbautechnischen Angaben zum geplanten Bau des Speicherbeckens sind vor Baubeginn die bislang zurückgestellten Kleinbohrungen auszuführen.

Bearbeiter: Dipl.-Geol. Steil

Grundbauingenieure
Steinfeld und Partner GbR
i. A.

Verteiler:

LBV-SH, NL Itzehoe, Herrn Dipl.-Ing. N. Müller
Ingenieurbüro Obermeyer, Herrn Dipl.-Ing. Wulf

2fach und per E-Mail Nico.Mueller@lbv-sh.landsh.de
per E-Mail Frank.Wulf@opb.de