



**WSV.de**

Wasser- und  
Schiffahrtsverwaltung  
des Bundes

Wasser- und Schifffahrtsamt Emden

Aktionsprogramm Ems

**Studie  
zu den Auswirkungen einer Tnw-Anhebung  
beim Emssperrwerk auf die Wasserwirtschaft**

**Kurzfassung**

---

Bericht Nr. 90252-24a  
Hamburg, 09. August 2013

Revisions-Status

Rev.	Beschreibung	Datum	Autor	Abnahme
	Berichtslegung	16.07.13	Fa	Pe
a	Überarbeitung des Berichtes	09.08.13	Fa	Pe



Ingenieurgesellschaft mbH

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Hintergrund und Veranlassung</b>	<b>1</b>
<b>2 Beschreibung des Ist-Zustandes</b>	<b>2</b>
<b>3 Darstellung der primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Extremniederschlagsereignis</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Extremniederschlag bei Kettentide</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Sturmflutereignis</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Schiffsüberführung</b>	<b>12</b>
<b>4 Aufzeigen grundsätzlicher Lösungswege</b>	<b>13</b>
<b>5 Beschreibung und Bewertung konkreter Maßnahmen</b>	<b>14</b>
<b>6 Zusammenfassung</b>	<b>17</b>
<b>Tabellen</b>	<b>II</b>
<b>Abbildungen</b>	<b>II</b>
<b>Anlagen</b>	<b>III</b>
<b>Literatur</b>	<b>III</b>
<b>Projektunterlagen</b>	<b>III</b>
<b>Bearbeitung</b>	<b>III</b>

	<b>Seite</b>
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 3-1:	Abflussspenden im Untersuchungsgebiet für verschiedene Wiederholungszeitspannen $T_n$ 6
Tabelle 3-2:	Übersicht der als kritisch eingestuften Bauwerke 8
Tabelle 3-3:	Berechnete Ausnutzungsgrade am Beispiel des Schöpfwerk Filsum für den Ist-Zustand und Plan-Zustand (Anhebung des Tnw um 1,0 m am Emssperrwerk) 8
Tabelle 5-1:	Bewertung konkreter Maßnahmen der kritisch eingestuften Bauwerke für den Lastfall Extremniederschlag bei einer Tnw-Anhebung von 1,0 m 16

	<b>Seite</b>
<b>Abbildungen</b>	
Abbildung 1-1:	Idealisierte Tidekurven und zugehörige idealisierte querschnittsgemittelte Strömungsgeschwindigkeiten für die Ems bei Papenburg [6] 1
Abbildung 2-1:	Schematische Darstellung des Einzugsgebiets (Netzplan) 2
Abbildung 3-1:	Grundsätzliche Überlegungen zu beeinflussten Gewässerabschnitten 3
Abbildung 3-2:	Vorhabenbedingt beeinflusste Bauwerke infolge Tnw-Anhebung mit Kennzeichnung der kritischen Bauwerke (Zeichnung 90252-S-09a in Anlage 2) 9
Abbildung 3-3:	Gemessene Pegelwerte sowie prognostizierte Wasserstände für den Plan-Zustand am Ledasperrwerk während des Extremereignisses im Januar 2012 11
Abbildung 5-1:	Lösungsmöglichkeiten zur Ableitung der Wassermassen während eines Extremniederschlagsereignisses am Beispiel des Schöpfwerk Filsum 14

### Anlagen

- Anlage 1 Memo 90252-23 – Einzelbetrachtung kritischer Bauwerke für **den Lastfall „Extremniederschlagsereignis“** – Ausnutzungsgrade
- Anlage 2 Zeichnung 90252-S-09 – Vorhabenbedingt beeinflusste Bauwerke infolge der Tnw-Anhebung mit Kennzeichnung der kritisch beeinflussten Bauwerke

### Literatur

- [1] ATV-DVWK, Merkblatt 252, Entwicklung urbaner Fließgewässer – Teil 1: Grundlagen, Planung und Umsetzung, 2000
- [2] Bundesanstalt für Wasserbau, dreidimensionale hydronumerische Berechnungen mit UnTRIM für eine Tnw-Anhebung am Emssperrwerk von 1,0 m und Übergabe von Datenzeitreihen an IMS, mehrere E-Mails aus 03/2012
- [3] BWK, Merkblatt 1: Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern, Teil 1, 1999
- [4] DIN 1184 – Teil 1, Schöpfwerke/Pumpwerke – Planung, Bau und Betrieb, 1992
- [5] IMS, Informationsveranstaltung für die Unterhaltungsverbände (UV) im Hause des WSA Emden, Besprechungsprotokoll, 03.02.2012

### Projektunterlagen

- [6] Aktionsprogramm Ems zur Reduzierung der Verschlickung in der Unterems, Studie zur grundsätzlichen technischen Machbarkeit einer Einengung des Fließquerschnittes der Ems im Bereich des Emssperrwerkes bei Gandersum, IMS Bericht Nr. 90122-04a, Stand: 26.02.2009
- [7] IMS, Studie zu den Auswirkungen einer Tnw-Anhebung beim Emssperrwerk auf die Wasserwirtschaft, IMS Bericht Nr. 90252-17b, Stand: 18.06.2013
- [8] IMS, Studie zu den Auswirkungen einer Tnw-Anhebung beim Emssperrwerk auf die Wasserwirtschaft, Bauwerkskataster, IMS-Bericht Nr. 90252-25, Stand: 24.04.2013

### Bearbeitung

Dipl.-Ing. Eva Falke

Dipl.-Ing. Sophia Tietge

Dr.-Ing. Karsten Peters

## 1 Hintergrund und Veranlassung

In der Hydraulik der Unterems sind über die vergangenen drei Jahrzehnte grundlegende Veränderungen festzustellen. Veränderungen des Tideverlaufes und der resultierenden Strömungsgeschwindigkeiten sind in der Abbildung 1-1 idealisiert und vergleichend für den heutigen Zeitpunkt (rote Linie) und vor 50 Jahren (blaue Linie) für die Ems bei Papenburg dargestellt. Der ursprünglich nahezu symmetrische Tideverlauf hat sich zu einem Tideverlauf mit steiler und zeitlich verkürzter Flutphase und einer verlängerten Ebbephase entwickelt. Das Sedimenttransportregime und die morphologische Entwicklung der Unterems hängen unmittelbar mit dem hydraulischen Regime zusammen.

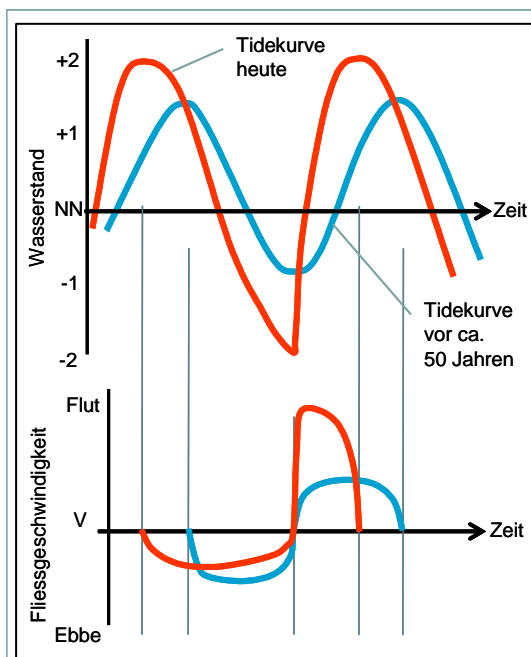


Abbildung 1-1: Idealisierte Tidekurven und zugehörige idealisierte querschnittsgemittelte Strömungsgeschwindigkeiten für die Ems bei Papenburg [6]

Für die Erhaltung der Fahrwassertiefe entlang der Unterems sind seit vielen Jahren fortlaufend Unterhaltungsbaggerungen erforderlich. Als nachhaltige Maßnahme zur Minimierung der Schlickproblematik in der Unterems wird neben anderen Maßnahmen das Konzept einer Einengung des Fließquerschnittes im Bereich des Emssperwerkes bei Gandersum diskutiert (vgl. [6]). Eine Einengung des Fließquerschnittes führt zu einer Anhebung des Tideniedrigwassers (Tnw-Anhebung). Die aus einer Anhebung des Tideniedrigwassers resultierenden wasserwirtschaftlichen Belange wurden in [6] jedoch noch nicht untersucht.

Die Aufgabenstellung der durchgeführten Studie [7] besteht in der systematischen Untersuchung der konkreten Auswirkungen einer Tnw-Anhebung von 1,0 m – als Folge der Einschnürung des Fließquerschnittes – beim Emssperwerk auf die Wasserwirtschaft, um mögliche Beeinträchtigungen bei der Entwässerung in den tidebeeinflussten Anschlussbereichen zu quantifizieren und zu bewerten. Der vorliegende Bericht fasst die Ergebnisse als Kurzfassung zusammen.

## 2 Beschreibung des Ist-Zustandes

Die Abgrenzung des Projektgebiets ergibt sich aus den Tidegrenzen der Ems und des Leda-Jümme-Gebiets. Wasserwirtschaftliche Auswirkungen einer Tnw-Anhebung beim Emssperrwerk reichen vom Emssperrwerk bei Gandersum flussaufwärts bis zum Wehr in Herbrum.

Weiterhin wirken sich Tidebeeinflussungen auf die Leda und angrenzend auch auf die Jümme und sämtliche an die beiden Flüsse anschließenden Kanäle und Gräben aus. Insgesamt erstreckt sich das Projektgebiet über neun Unterhaltungsverbände.

Zur Beschreibung des Entwässerungsgebiets wurden Informationen aus Unterlagen des NLWKN, der Unterhaltungsverbände, der BAW sowie internetbasierten Satellitenaufnahmen und einer Ortsbesichtigung zusammengetragen. Auf Basis dieser Informationen zur Lage und Art der Bauwerke in den einzelnen Unterhaltungsverbänden und unter Berücksichtigung der Gewässerverläufe wurde ein schematischer Verlauf des Einzugsgebiets, im weiteren Verlauf *Netzplan* genannt, erarbeitet (siehe Abbildung 2-1). Dieser zeigt systematisch die Struktur des vorliegenden hoch komplexen Gewässersystems einschließlich aller im System befindlichen Bauwerke auf.

Einhergehend mit dem Netzplan wurden alle verfügbaren bautechnischen, betrieblichen und hydrologischen Unterlagen verbandsweise in einen Bauwerkskataster [8] separat zusammengetragen.



Abbildung 2-1: Schematische Darstellung des Einzugsgebiets (Netzplan)

### 3 Darstellung der primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung

Die Untersuchung der primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung beim Emssperrwerk auf die Wasserwirtschaft basiert auf den folgenden zwei grundsätzlichen Voraussetzungen:

- Eine Tnw-Anhebung hat keinen Einfluss auf die aus dem Einzugsgebiet der Ems abzuführenden Oberwasserabflüsse (Niederschlagswasser), d.h. die Tnw-Anhebung und die Oberwasserabflüsse sind voneinander unabhängig.
- Durch eine Tnw-Anhebung erfahren die Wasserstandsganglinien an den Außenpeils der Bauwerke, die sich in direkter Lage zum tidebeeinflussten Bereich befinden, eine Veränderung (primäre Auswirkung).

Diese Voraussetzungen begründen die grundsätzlichen Überlegungen zur Beurteilung der primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung. Demnach besteht der Aufbau der Entwässerungsstränge im Einzugsgebiet der Ems aus mehreren Bauwerkslinien, die das Wasser jeweils vom Binnenland ins Gewässer bzw. von dort in den nächsten, näher zur Ems befindlichen, Gewässerabschnitt befördern. In entgegengesetzter Richtung bedeutet das, vom tidebeeinflussten Gewässer aus betrachtet, eine Unterbrechung des Tideeinflusses bereits an der ersten Bauwerkslinie (vgl. Abbildung 3-1).

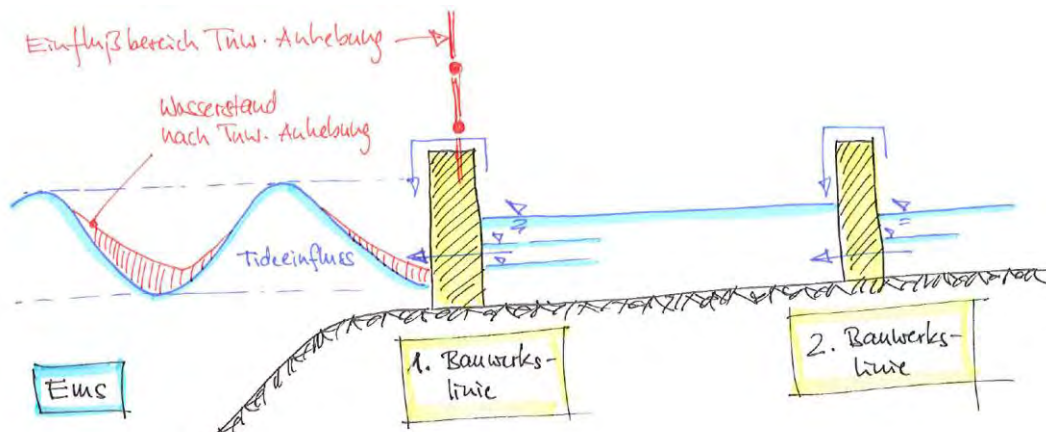


Abbildung 3-1: Grundsätzliche Überlegungen zu beeinflussten Gewässerabschnitten

Ist das jeweilige Bauwerk ausreichend dimensioniert, das Wasser aus dem Binnenland gegen die Tide herauszufördern, so endet die Tidebeeinflussung an diesem Bauwerk (vgl. Abbildung 3-1). Dieser Ansatz bedeutet gleichzeitig, dass die Ausdehnung der wasserwirtschaftlichen Auswirkungen einer Tnw-Anhebung möglichst begrenzt bleibt, so dass Probleme ggf. direkt am Auslösungspunkt und nicht erst im Bereich der Fehlerfortpflanzung gelöst werden.

Für die weitere Betrachtung sind entsprechend der oben erläuterten Vorgehensweise nur die Anlagen der ersten Bauwerkslinie zu betrachten. Alle anderen Bauwerke werden, wenn die erste Bauwerkslinie ihre Funktion erfüllt, nicht durch eine Tnw-Anhebung beeinflusst und sind deswegen in den weiteren Untersuchungen nicht zu betrachten.

Für die Untersuchung primärer Auswirkungen aus einer Tnw-Anhebung werden sogenannte Extremereignisse beurteilt, da diese für die Bemessung und Steuerung aller beteiligten Bauwerke innerhalb des Entwässerungssystems maßgebend sind. Die primären Auswirkungen ergeben sich in Folge dessen jeweils durch den Vergleich des bestehenden Systems im Ist-Zustand (ohne Tnw-Anhebung) mit der Situation nach Herstellung einer Sohlschwelle mit einer Tnw-Anhebung (Plan-Zustand).

Aus wissenschaftlichen und wasserwirtschaftlichen Zusammenhängen heraus sind für die folgenden vier Lastfälle die höchsten Belastungen für die Bauwerke zu erwarten:

- A. Extremniederschlagsereignis  
Ableitung der binnenseitig anfallenden Wassermengen infolge eines eintretenden extremen Niederschlagsereignisses über das vorhandene Entwässerungssystem
- B. Extremniederschlag bei Kettentide  
Ableitung der binnenseitig anfallenden Wassermengen infolge eines eintretenden extremen Niederschlagsereignisses über das vorhandene Entwässerungssystem bei gleichzeitigem Eintritt einer Kettentide
- C. Sturmflutereignis  
Ableitung der binnenseitig anfallenden Wassermengen über das vorhandene Entwässerungssystem bei gleichzeitigem Eintritt einer Sturmflut
- D. Schiffsüberführung  
Ableitung der binnenseitig anfallenden Wassermengen über das vorhandene Entwässerungssystem bei gleichzeitigem Stattfinden einer Schiffsüberführung.

Zur besseren Einordnung der unterschiedlichen Lastfälle wird an dieser Stelle vorausgeschickt, dass die beiden Lastfälle A (Extremniederschlagsereignis) und B (Extremniederschlag bei Kettentide) aufgrund der wasserwirtschaftlichen Zusammenhänge als maßgebend für die Ableitung der primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung anzusehen sind.

Die beiden Lastfälle C (Sturmflutereignis) und D (Schiffsüberführung) sind bei den Lastfällen, die auch jetzt schon eintreten und aufgrund ihrer wasserwirtschaftlichen Charakteristik mit damit einhergehenden hohen Außenwasserständen keine als maßgebend zu bezeichnenden primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung ergeben.

### 3.1 Extremniederschlagsereignis

Extremniederschlagsereignisse sind gekennzeichnet durch hohe, langanhaltende Gebietsniederschläge. Es ergeben sich große Wassermassen, die über das Kanal- und Gewässersystem von den Bauwerken in die Ems abgeführt werden müssen, um eine unplanmäßige Überflutung des Binnenlands zu verhindern.

Es ist zu klären, ob die binnenseitig bei dem maßgebenden Starkregenereignis anfallende Niederschlagsmenge von den vorhandenen Bauwerken in die tidebeeinflussten Gewässer abgeleitet werden kann.



## Herangehensweise

Um die primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung auf die Wasserwirtschaft im Fall eines Extremniederschlagsereignisses beurteilen zu können, sind hydraulische Berechnungen in den Gewässern an den Schnittstellen der Bauwerke der ersten Linie mit Niederschlagsinformationen aus dem Binnenland vergleichend zu verknüpfen. Dafür werden zum einen die maximal möglichen Abschlagsvermögen an den einzelnen Bauwerken bestimmt, indem die Ergebnisse einer hydraulischen Berechnung mit den Informationen an den einzelnen Bauwerken verbunden werden. Es wird damit eine maximale Bauwerksleistung rechnerisch ermittelt. Abweichungen von der Praxis sind möglich.

Zum anderen wird der Niederschlagsabfluss an den Bauwerken bestimmt. Dafür werden die Niederschlagsinformationen mit den bauwerksspezifischen Einzugsgebietsgrößen verknüpft. Überschreitet die maximale Bauwerksleistung die maßgebenden Niederschlagsabflüsse an einem Bauwerk, so ist die Kapazität des Bauwerks nicht ausgenutzt. Das Bauwerk könnte noch mehr anfallendes Wasser abführen.

Im Umkehrschluss gilt, dass ein Bauwerk überlastet ist, sobald der abzuführende Niederschlagsabfluss die maximale Bauwerksleistung übersteigt. Demnach würde es auf der Binnenseite zu einem Aufstau der anfallenden Niederschläge kommen, verbunden mit einem Anstieg des Binnenpegels.

## Verwendete Grundlagen

Die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) hat mit dem dreidimensionalen hydro-numerischen Simulationsverfahren UnTRIM Berechnungen für eine Tnw-Anhebung am Emssperwerk von 1,0 m durchgeführt [2]. Die berechneten Wasserstände wurden an ausgewählten Lokationen aus den Ergebnissen extrahiert und IMS zur weiteren Verwendung zur Verfügung gestellt.

Für den Ist- und Plan-Zustand (Anpassung der Modelltopographie) wurden bei gleichbleibender einlaufender Tidewelle sowohl niedrige („n“) und als auch hohe („x“) Oberwasserzuflüsse als Randbedingungen angesetzt.

Für den niedrigen Oberwasserabfluss wurden in der Ems 25 m<sup>3</sup>/s und in der Leda gleichmäßig aufgeteilt auf die Sagter Ems und die Große Süderbäke 8,1 m<sup>3</sup>/s Abfluss eingesteuert.

Die Modellierung mit hohen Zuflüssen als Abbildung extremer Niederschläge wurde mit einem Abfluss von 130 m<sup>3</sup>/s in der Ems und 33,6 m<sup>3</sup>/s in der Leda durchgeführt. Alle Berechnungen wurden jeweils für einen Spring-Nipp-Zyklus (14 Tage) und für einen einzelnen Tag mit Normaltide vorgenommen.

Um die Beeinflussung der Bauwerke in ihrer Entwässerungsfunktion durch eine Tnw-Anhebung zu beurteilen, werden die minimalen Wasserstände bei Tideniedrigwasser der Ist- und Plan-Zustände für die unterschiedlichen Oberwasserzuflüsse miteinander verglichen. Eine Beeinflussung liegt vor, wenn diese Wasserstände bei einer Tnw-Anhebung um mehr als 5 cm voneinander abweichen. Betragen die Unterschiede der Wasserstände im Ist- und Plan-Zustand weniger als 5 cm, so wird keine Beeinflussung unterstellt.

Im weiteren Verlauf der Studie werden nur noch die Bauwerke betrachtet, die **in diesem Zuge als „beeinflusst“ definiert werden.**

Der Niederschlagsabfluss wurde auf Basis von Starkniederschlagshöhen ermittelt.

Die DIN 1184 Teil 1 [4] gibt für die Bemessung von Schöpfwerken Anhaltswerte der Wiederholungszeitspannen des Bemessungsabflusses in Abhängigkeit der Nutzart der gefährdeten Fläche vor.

Für die weitere Betrachtung werden deswegen die Wiederholungszeitspannen 5 Jahre, 10 Jahre, 20 Jahre und 50 Jahre untersucht, die so das gesamte Spektrum der für die vorliegenden Klassen II – IV vorgesehenen Anhaltswerte abdecken.

Die Abflussspende aus dem Niederschlag ergibt sich aus der Niederschlags-spende multipliziert mit einem Abflussbeiwert nach dem ATV-DVWK-Merkblatt 252 [1].

Für die gewählten Wiederkehrzeiten bei einer Dauerstufe von 24 Stunden resultieren die folgenden Abflussspenden:

Tabelle 3-1: Abflussspenden im Untersuchungsgebiet für verschiedene Wiederholungszeitspannen  $T_n$

$T_n$ [Jahren]	Abflussspende [l/(s·km <sup>2</sup> )]
5	110
10	124
20	140
50	158

Die Dauerstufe 24 Stunden wurde im Hinblick auf die Ergiebigkeit des Ereignisses gewählt. Dieser Zeitraum von 24 Stunden ist lang genug, um zu hohen Abflüssen zu führen, und gleichzeitig kurz genug, um statistisch hohe Niederschläge aufzuweisen.

Auf der sicheren Seite liegend gilt demnach, dass die Entwässerung über die Siel- und Schöpfwerke funktioniert (keine Überlastung), solange die statistisch in 24 Stunden anfallende Niederschlagsmenge auch innerhalb dieses Zeitraums abgeleitet werden kann. Daraus folgt, dass auch länger anhaltende Niederschlagsereignisse (> 24 Stunden) schadfrei abgeführt werden können.

## Ermittlung

Zur Ermittlung der Auslastung der Bauwerke sind die Niederschlagsabflüsse und die maximal abführbaren Abflüsse der Bauwerke zu bestimmen. Die von den Bauwerken abführbaren Wassermengen sind sowohl für den Ist- und Plan-Zustand jeweils für niedrigen und extremen Oberwasserzufluss zu bestimmen. Die Bestimmung der maximal möglichen Abflussmenge ist bauwerksspezifisch. Siel- und Schöpfwerke sind gesondert zu betrachten.

Der Abfluss an den Sielen kann näherungsweise mit Hilfe der Überfallformel für Wehre von *Poleni* bestimmt werden (vgl. BWK Merkblatt [3]).

An Schöpfwerken ergibt sich die mögliche Abflussspende auf Basis der Pumpenkennwerte, des Außenwasserstands und des Binnenpeils.

An Bauwerken, die gleichzeitig eine Siele- und Schöpf Funktion übernehmen, werden die berechneten Abflussspenden aufaddiert.

Der Ausnutzungsgrad eines Bauwerks ergibt sich aus dem Verhältnis der Abflussspende aus Niederschlag  $q_n$  zur bauwerksbedingt möglichen Abflussspende  $q$ .

## Ergebnis

Für alle durch eine Tnw-Anhebung beeinflussten Bauwerke wurden die Ausnutzungsgrade, also die Verhältnisse zwischen den anfallenden und den vom Bauwerk abführbaren Wassermengen, sowohl im Ist- als auch im Plan-Zustand jeweils für niedrigen und hohen Oberwasserzufluss und für die Jährlichkeiten des Niederschlagsereignisses von 5, 10, 20 und 50 Jahren bestimmt. Damit ergeben sich für jedes Bauwerk insgesamt 16 Ergebnisse.

Ausnutzungsgrade  $\leq 1,0$  sind unkritisch in Bezug auf die Abführung des Niederschlagswassers aus dem Einzugsgebiet.

Werte über 1,0 bedeuten, dass der anfallende Niederschlag rechnerisch nicht mehr von den Bauwerken abgeführt werden kann. Die zugehörigen Bauwerke werden im Folgenden mit dem Zusatz „kritisch“ bezeichnet.

Insgesamt sind auf diese Weise 20 Bauwerke als „kritisch“ einzustufen. Tabelle 3-2 führt diese Bauwerke (5 Siele und 15 Schöpfwerke) in einer Übersicht auf.

Tabelle 3-2: Übersicht der als kritisch eingestuften Bauwerke  
(SI = Siel, SW = Schöpfwerk)

Nr.	Art	Bezeichnung
108-33	SI	Ostsiel
108-35	SI	Westsiel
108-39	SI	Brückenfehn
110-04	SI	Jemgum
111-23	SI	Außensiel Oldersum
108-04	SW	Nortmoor
108-07	SW	Filsum
108-09	SW	Velde Süd
108-10	SW	Buddenburg
108-11	SW	Barge
108-14	SW	Holterfehn
108-16	SW	Potshausen
108-17	SW	Amelsbarg
108-18	SW	Holte
108-19	SW	Schatteburg
108-23	SW	Velde Nord
108-24	SW	Osterbrooken
108-28	SW	Südgeorgsfehn III
108-29	SW	Südgeorgsfehn II
108-40	SW	Königspumpe

Die berechneten Ausnutzungsgrade aller als kritisch eingestuften Bauwerke sind in Anlage 1 in Einzeltabellen zusammengefasst, wie sie beispielhaft anhand des Schöpfwerks Filsum in Tabelle 3-3 wiedergegeben ist.

Tabelle 3-3: Berechnete Ausnutzungsgrade am Beispiel des Schöpfwerk Filsum für den Ist-Zustand und Plan-Zustand (Anhebung des Tnw um 1,0 m am Emssperrwerk)

Ausnutzungsgrad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,86 100,00 %	0,98 100,00 %	1,09 100,00 %	1,25 100,00 %
	PLAN-n	0,88 102,16 %	1,00 102,16 %	1,11 102,16 %	1,27 102,16 %
	IST-x	1,13 100,00 %	1,29 100,00 %	1,44 100,00 %	1,64 100,00 %
	PLAN-x	1,17 102,94 %	1,32 102,94 %	1,48 102,94 %	1,69 102,94 %

Zusatzerläuterung:

**Grün:** Das Bauwerk wird für das jeweilige Szenario und das zugeordnete Niederschlagsereignis als **unkritisch** eingestuft. D.h. der Ausnutzungsgrad

des Bauwerkes (Verhältnis zwischen anfallender und vom Bauwerk abführbarer Wassermenge) ist kleiner 1. Die anfallende Wassermenge kann vom Bauwerk abgeführt werden.

**Rot** Das Bauwerk wird für das jeweilige Szenario und das zugeordnete Niederschlagsereignis als **kritisch** eingestuft. D.h. der Ausnutzungsgrad ist größer 1. Die anfallende Wassermenge kann vom Bauwerk nicht abgeführt werden.

n: niedriger Oberwasserabfluss

x: hoher Oberwasserabfluss

%: Neben den Absolutwerten werden auch die Relationen zwischen Ist- und Planzustand angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass der relative Wert im Ist-Zustand 100 % entspricht.

In Zeichnung 90252-S-09a (Anlage 2) sind, aufbauend auf dem Netzplan mit der Kennzeichnung aller vorhabenbedingt beeinflusster Bauwerke, die als kritisch eingestuften Bauwerke gekennzeichnet (siehe Abbildung 3-2). In diesem Plan sind weiterhin alle von der BAW ermittelten Tideverläufe, deren Lage sowie die Größe der Auswirkungen einer Tnw-Anhebung auf den Tideniedrigwasserstand abgebildet.

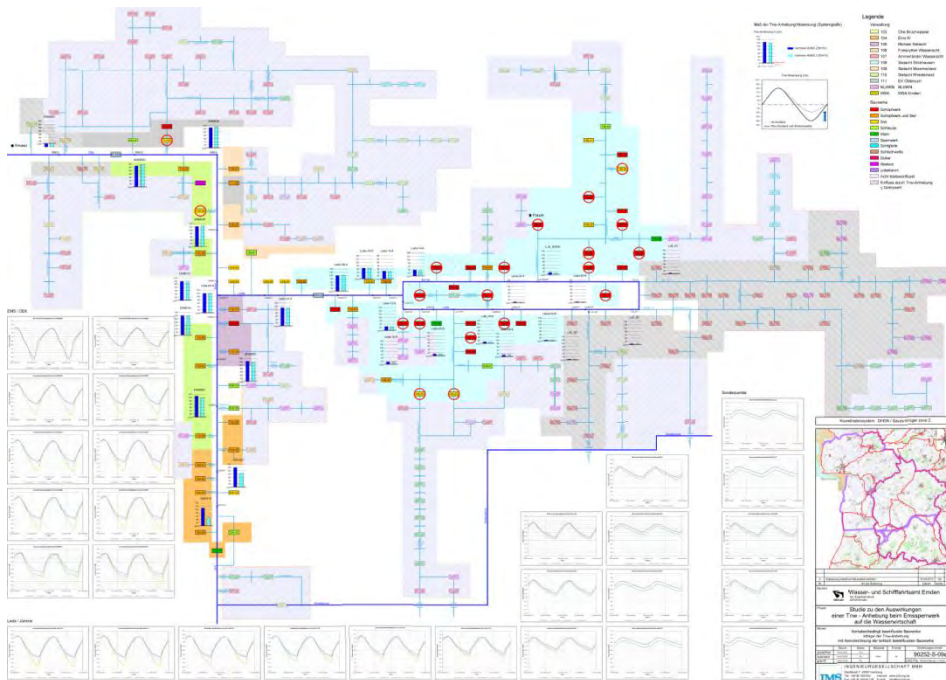


Abbildung 3-2: Vorhabenbedingt beeinflusste Bauwerke infolge Tnw-Anhebung mit Kennzeichnung der kritischen Bauwerke (Zeichnung 90252-S-09a in Anlage 2)

### 3.2 Extremniederschlag bei Kettentide

Extremniederschläge bei Kettentide sind gekennzeichnet durch über einen längeren Zeitraum hoch auflaufende Tiden bei gleichzeitig langanhaltenden Gebietsniederschlägen. Es sei darauf verwiesen, dass die Niederschlagshöhen für dieses Ereignis unterhalb der Werte während eines reinen Extremniederschlagsereignisses liegen. Es ergeben sich große Wassermassen aus dem Binnenland, die an den Sperrwerken gegen relativ hohe Wasserstände abgeführt

werden müssen, um eine unplanmäßige Überflutung der angrenzenden Gebiete zu verhindern.

Der Zeitpunkt der Sperrwerksschließungen an Ems und Leda entscheidet über das jeweils oberhalb der Bauwerke zur Verfügung stehende Speichervolumen in den Gewässern. Je niedriger der Wasserstand bei Sperrwerksschließung ist, desto größer ist der Speicher. Weiterhin hat die Steuerung des Emssperrwerks Auswirkungen auf die Zeitpunkte der Sperrwerksschließungen an der Leda. Der Speicher des Leda-Jümme-Gebiets kann auch bei geschlossenem Ledasperrwerk durch Abpumpen in die Ems teilentlastet werden. In Folge dessen ist zu klären, ob der zur Verfügung stehende Speicher in den Gewässern Ems und Leda ausreichend ist bzw. die Pumpen hinreichend dimensioniert sind, um die von Oberwasser her anfallenden Wassermengen während des Extremereignisses fassen bzw. abschöpfen zu können.

## Herangehensweise

Die primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung auf die Wasserwirtschaft im Fall von Extremniederschlag bei Kettentide sind eng verknüpft mit der Steuerung der Sperrwerke an Ems und Leda. Die Qualifizierung der Beeinflussung durch eine Tnw-Anhebung wird anhand der direkt ober- und unterhalb der Sperrwerke an Ems und Leda gemessenen Pegelstände des Extremereignisses im Januar 2012 vorgenommen. Bei diesem Ereignis traten langanhaltende Gebietsniederschläge bei gleichzeitiger Kettentide auf.

Die statistische Wiederholungszeitspanne dieses Ereignisses lag laut NLWKN bei über 100 Jahren (vgl. IMS-Besprechungsprotokoll [5]). Die Beurteilung der Beeinflussung durch eine Tnw-Anhebung erfolgt rein qualitativ. Dafür werden auf Basis der gemessenen Wasserstandsverläufe oberhalb und unterhalb der Sperrwerke die durch eine Tnw-Anhebung veränderten Wasserstände prognostiziert.

## Ermittlung

Die Ermittlung der Auswirkungen einer Tnw-Anhebung auf die Wasserstände basiert auf der Analyse der gemessenen Pegelstände.

Der Wasserstand oberhalb des Emssperrwerks erreichte den erlaubten Grenzwert zu keinem Zeitpunkt des Ereignisses im Januar 2012.

Die Wasserstände oberhalb des Ledasperrwerks erreichen während des Ereignisses mehrfach fast den Grenzwert. Die Pumpe zum Absenken des Oberwassers wurde jedoch nur einmal eingesetzt, um eine Überschreitung des Grenzwerts zu verhindern.

## Ergebnis

Für das Ems- und das Ledasperrwerk wurden die nach einer Tnw-Anhebung zu erwartenden Wasserstände für den Fall von Extremniederschlag bei Kettentide am Beispiel des Januar 2012 unter Berücksichtigung der, auf Basis von hydraulischen Berechnungen während eines Spring-Nipp-Zyklus gefundenen, allgemeinen Abhängigkeiten zwischen den Wasserständen im Ist- und Plan-Zustand prognostiziert.

Am Emssperrwerk zeigt sich durch eine Tnw-Anhebung nahezu keine Veränderung der Wasserstände während des Extremereignisses.

Abweichungen zwischen Ist- und Plan-Zustand ergeben sich nur bei Tideniedrigwasser vor und nach der Kettentide. Die Wasserstände oberhalb des Sperrwerks überschreiten die erlaubten Grenzwerte zu keinem Zeitpunkt.

Am Ledasperrwerk zeigt sich im Unterwasser durch eine Tnw-Anhebung nahezu keine Veränderung der Wasserstände während des Extremereignisses (siehe Abbildung 3-3).

Abweichungen zwischen Ist- und Plan-Zustand ergeben sich nur bei Tideniedrigwasser vor und nach der Kettentide. Es kommt jedoch zu einer Erhöhung des Oberwasserstands bei geschlossenem Sperrwerk. Dies ist das Resultat des angehobenen Tideniedrigwasserstands zum Zeitpunkt der Sperrwerksschließung. Die Wasserstände oberhalb des Sperrwerks überschreiten die erlaubten Grenzwerte zu mehreren Zeitpunkten.

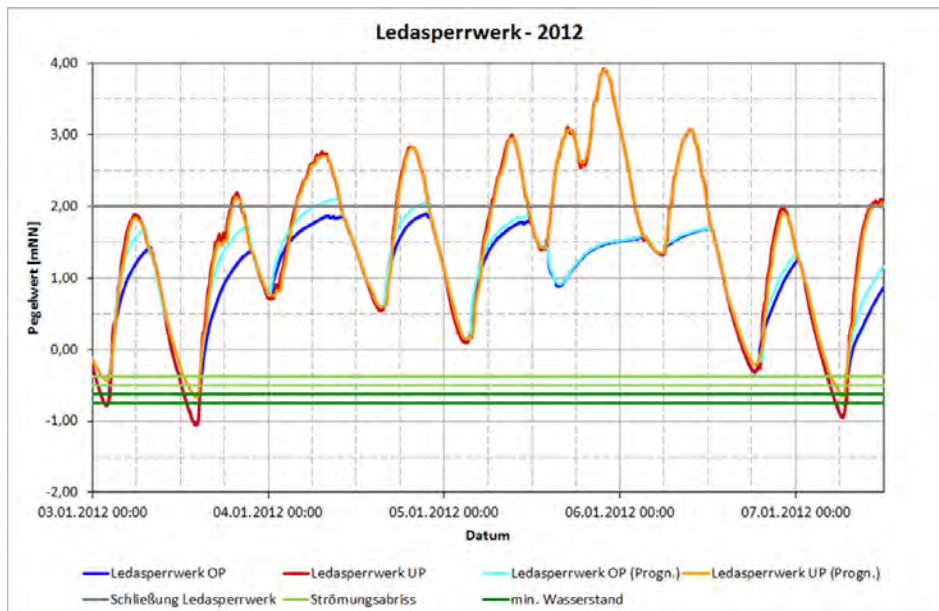


Abbildung 3-3: Gemessene Pegelwerte sowie prognostizierte Wasserstände für den Plan-Zustand am Ledasperrwerk während des Extremereignisses im Januar 2012

### 3.3 Sturmflutereignis

Sturmflutereignisse sind gekennzeichnet durch eine oder mehrere wenige hoch auflaufende Tiden. Es resultieren große Wassermassen, die aus der Nordsee in die Ems drücken. Die Schließung des Emssperrwerks bei Emden verhindert das Eindringen der Wassermassen in das stromauf liegende Gewässersystem.

Der Zeitpunkt der Sperrwerksschließungen an Ems und Leda entscheidet über das jeweils oberhalb der Bauwerke zur Verfügung stehende Speichervolumen in den Gewässern. Je niedriger der Wasserstand bei Sperrwerksschließung ist, desto größer ist der Speicher. Weiterhin hat die Steuerung des Emssperrwerks

Auswirkungen auf den Zeitpunkt der Sperrwerksschließung an der Leda. Der Speicher des Leda-Jümme-Gebiets kann auch bei geschlossenem Ledasperrwerk durch Abpumpen in die Ems teilentlastet werden. Ebenso können Pumpen am Emssperrwerk für eine Teilentlastung in der Ems sorgen.

Es wurde geklärt, ob der zur Verfügung stehende Speicher in den Gewässern Ems und Leda ausreichend ist bzw. die Pumpen hinreichend dimensioniert sind, um die von Oberwasser her anfallenden Wassermengen während der Sturmflut fassen bzw. abschöpfen zu können.

Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass sich am Ems- und auch am Ledasperrwerk durch eine Tnw-Anhebung nahezu keine Veränderungen der Wasserstände während eines Sturmflutereignisses einstellen.

### **3.4 Schiffsüberführung**

Schiffsüberführungen sind gekennzeichnet durch eine Schließung des Emssperrwerks über einen Zeitraum von bis zu mehreren Tagen. Ziel ist der Aufstau des Wasserstandes in der Ems, um eine ausreichende Wassertiefe zur Überführung der Schiffe zu erreichen. Die Steuerung des Emssperrwerks hat Auswirkungen auf den Zeitpunkt der Sperrwerksschließung an der Leda. Der Speicher des Leda-Jümme-Gebiets kann, wenn Sielen am Ledasperrwerk nicht möglich ist, auch bei geschlossenem Sperrwerk durch Abpumpen in die Ems teilentlastet werden.

Es wurde geklärt, ob der zur Verfügung stehende Speicher in den Gewässern Ems und Leda ausreichend ist bzw. die Pumpen hinreichend dimensioniert sind, um die von Oberwasser her anfallenden Wassermengen während der Überführung fassen bzw. abschöpfen zu können.

Im Ergebnis konnte festgestellt werden, dass für das Ems- und das Ledasperrwerk durch eine Tnw-Anhebung nahezu keine Veränderung der Wasserstände während des Aufstaus eintreten. Abweichungen zwischen Ist- und Plan-Zustand ergeben sich nur bei Tideniedrigwasser vor und nach dem Aufstau.



## 4 Aufzeigen grundsätzlicher Lösungswege

---

Für den Fall, dass binnenseitig anfallende Wassermenge system- und kapazitätsbedingt nicht von den vorhandenen Siel- und Schöpfwerken abgeführt werden können, sind die folgenden grundsätzlichen Lösungsansätze denkbar und umsetzbar:

### Allgemeine/Generelle Lösungsansätze

- Schaffung von zusätzlichem Speicherraum
- Umleitung von Wassermengen im Entwässerungssystem

### Lösungsansätze für Sielbauwerke

- Erhöhung der Sielleistung durch bauliche Anpassungen

### Lösungsansätze für Schöpfwerke

- Verlängerung der Förderzeit
- Erhöhung der Förderleistungen

### Lösungsansätze für vorhandene Sperrwerke

- Anpassung der Steuerung der vorhandenen Sperrwerke

## 5 Beschreibung und Bewertung konkreter Maßnahmen

Als Ergebnisse dieser Untersuchung ergaben sich kritische Auswirkungen der Tnw-Anhebung auf die Wasserwirtschaft im Rahmen der Lastfälle Extremniederschlagsereignis und Extremniederschlag bei Kettentide. Für die anderen beiden Lastfälle Sturmflutereignis und Schiffsüberführung ergaben sich keine kritischen Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft.

### Maßnahmen aus dem Lastfall Extremniederschlagsereignis

Während eines **Extremniederschlagsereignisses** sind die Leistungen der Siel- und Schöpfwerke die begrenzenden Faktoren zur Förderung der im Binnenland anfallenden Wassermenge in die letztendlich abführenden Gewässerläufe. An Bauwerken, deren Ausnutzungsgrad größer als 1,0 ist (vgl. Tabelle 3-2), werden konkrete Maßnahmen untersucht, die Auslastung dieser Bauwerke auf 100 % zu reduzieren. Dies kann durch Schaffung neuen Speicherraums im Binnenland, aber auch durch zusätzliche Förderleistung oder, an vorhandenen Schöpfwerksstandorten, auch durch zusätzliche Förderzeit erreicht werden.

Anhand des Schöpfwerks Filsum wird an dieser Stelle die Vorgehensweise zur Beurteilung und Bewertung der verschiedenen Lösungsmöglichkeiten beispielhaft aufgezeigt. Abbildung 5-1 fasst die ermittelten Lösungsmöglichkeiten für die verschiedenen untersuchten Szenarien und die verschiedenen Jährlichkeiten des Niederschlags für das Schöpfwerk Filsum zusammen.

Oben links sind die Ausnutzungsgrade sowie die zugehörigen Relationen zwischen den Ist- und Plan-Zuständen einschließlich der Farbcodierung (grün = unkritisch, rot = kritisch) dargestellt. Die weiteren drei Tabellen quantifizieren die weiter oben im Text benannten Lösungsmöglichkeiten mit

- Schaffung neuen Speicherraums,
- zusätzlicher Förderzeit und
- zusätzlicher Förderleistung.

Ausnutzungsgrad [-]	Niederschlagsereignis – Jährlichkeit				
	5	10	20	50	
Szenarien	IST-n	0,86 100,00 %	0,98 100,00 %	1,09 100,00 %	1,25 100,00 %
	PLAN-n	0,88 102,16 %	1,00 102,16 %	1,11 102,16 %	1,27 102,16 %
	IST-x	1,13 100,00 %	1,29 100,00 %	1,44 100,00 %	1,64 100,00 %
	PLAN-x	1,17 102,94 %	1,32 102,94 %	1,48 102,94 %	1,69 102,94 %

Speicherraum [m³/24 Std.]	Niederschlagsereignis – Jährlichkeit				
	5	10	20	50	
Szenarien	IST-n	- 100,00 %	- 100,00 %	6.552 100,00 %	17.687 100,00 %
	PLAN-n	- 100,00 %	- 100,00 %	8.078 123,29 %	19.213 108,63 %
	IST-x	7.265 100,00 %	15.649 100,00 %	23.902 100,00 %	35.037 100,00 %
	PLAN-x	8.833 121,58 %	17.217 110,02 %	25.470 106,56 %	36.605 104,47 %

zus. Förderzeit [Std./Tide]	Niederschlagsereignis – Jährlichkeit				
	5	10	20	50	
Szenarien	IST-n	- 100,00 %	- 100,00 %	0,63 100,00 %	1,69 100,00 %
	PLAN-n	- 100,00 %	- 100,00 %	0,77 123,29 %	1,84 108,63 %
	IST-x	0,70 100,00 %	1,50 100,00 %	2,29 100,00 %	3,35 100,00 %
	PLAN-x	0,85 121,58 %	1,65 110,02 %	2,44 106,56 %	3,50 104,47 %

zus. Förderleistung [m³/s]	Niederschlagsereignis – Jährlichkeit				
	5	10	20	50	
Szenarien	IST-n	- 100,00 %	- 100,00 %	0,08 100,00 %	0,20 100,00 %
	PLAN-n	- 100,00 %	- 100,00 %	0,09 123,29 %	0,22 108,63 %
	IST-x	0,08 100,00 %	0,18 100,00 %	0,28 100,00 %	0,41 100,00 %
	PLAN-x	0,10 121,58 %	0,20 110,02 %	0,29 106,56 %	0,42 104,47 %

Abbildung 5-1: Lösungsmöglichkeiten zur Ableitung der Wassermassen während eines Extremniederschlagsereignisses am Beispiel des Schöpfwerk Filsum

Neben den Absolutwerten werden auch die Relationen zwischen Ist- und Plan-Zustand angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass der relative Wert im Ist-Zustand 100 % entspricht.

### Maßnahmen aus dem Lastfall Extremniederschlag bei Kettentide

Während eines Ereignisses mit **Extremniederschlag bei Kettentide** ist die Steuerung der Sperrwerke an Ems und Leda der begrenzende Faktor zur Abführung der im Binnenland anfallenden Wassermenge in die letztendlich abführenden Gewässerläufe. Durch die erhöhten Tiden kann das Wasser aus dem Leda-Jümme-Gebiet nur zu den kurzen Öffnungszeiten des Ledasperrwerks stromab gesielet werden. Durch eine Tnw-Anhebung ergeben sich oberhalb dieses Sperrwerks Wasserstände, die über dem erlaubten Grenzwert liegen.

Als Lösungsmöglichkeit zur schadfreien Abführung des anfallenden Niederschlagswassers könnte die Sperrwerkssteuerung angepasst werden. Dabei erfolgt, ergänzend zu den möglichen Sielzeiten, ein gezielter Einsatz der Pumpen am Schöpfwerk der Leda. Die Wahl des richtigen Zeitpunkts des Pumpeneinsatzes bestimmt dabei über die Effektivität dieser Lösung.

Durch den Einsatz der Pumpe direkt zu Beginn der Kettentide wird so die höchste Wirtschaftlichkeit in Bezug auf die Förderzeit und -energie erlangt.

### Bewertung

Die Bewertung der primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung auf die Wasserwirtschaft sowie die Erarbeitung konkreter Maßnahmen zur Abführung überschüssiger Wassermengen erfolgt gesondert für die als kritisch in Bezug auf ihre Auswirkungen **eingeorordneten Lastfälle „Extremniederschlag“ und „Extremniederschlag bei Kettentide“**.

Die Bewertung konkreter Maßnahmen der als kritisch eingestuften Bauwerke für den Lastfall **Extremniederschlagsereignis** erfolgt zunächst anhand der berechneten Ausnutzungsgrade und der Relation der Ausnutzungsgrade zwischen Plan- und Ist-Zustand im Fall extremer Abflüsse. Tabelle 5-1 fasst alle zugehörigen Werte und Informationen der kritischen Bauwerke zusammen.

Übersteigt der berechnete Ausnutzungsgrad im Ist-Zustand für das betrachtete Niederschlagsereignis bei einem Wiederkehrintervall von 50 Jahren (s. Spalte 8 in Tabelle 5-1) den Wert 1,25, wird für das jeweilige Bauwerk eine kritische Entwässerungssituation im Ist-Zustand angenommen (s. Spalte 9 in Tabelle 5-1, mit **„ja“ gekennzeichnet und rot markiert in der Spalte „Problematik im Ist-Zustand“**). Der Wert von 1,25 ist vor dem Hintergrund der Verfahrensgenauigkeit und der – in Abhängigkeit der Gebietsnutzung – zu berücksichtigenden Wiederkehrintervalle gewählt.

Insgesamt wird entsprechend an 8 der 20 als kritisch eingestuften Bauwerke eine Verschlechterung der Abflusssituation von mehr als 10 % vorgefunden (vgl. **Spalte 12 „Veränderung Plan-x/Ist-x“** der Tabelle 5-1). Die zugehörigen zweckdienlichsten Lösungen zur Aufrechterhaltung der Entwässerungssituation werden in Spalte 13 der Tabelle 5-1 aufgelistet. An allen gekennzeichneten Bauwerken liegt gleichzeitig nach obiger Einschätzung eine problematische Entwässerungssituation vor.

Die Bewertung konkreter Maßnahmen für den Lastfall Extremniederschlag bei Kettentide erfolgt anhand der Tideverläufe am Ledasperrwerk. Um die Grenzwerte oberhalb des Bauwerks im Plan-Zustand nicht zu überschreiten, könnte das Sielen am Ledasperrwerk durch den gezielten Einsatz der vorhandenen Pumpen ergänzt werden.

Tabelle 5-1: Bewertung konkreter Maßnahmen der kritisch eingestuften Bauwerke für den Lastfall Extremniederschlag bei einer Tnw-Anhebung von 1,0 m

Nr.	Art des Bauwerks	Bezeichnung Bauwerk	Szenario	Ausnutzungsgrade [%]					Problematik im Ist-Zustand	Bemerkung zum Entwässerungsbetrieb (Ist-Zustand)	derzeit vorhandene Lösung	Veränderung [%] Plan-x/Ist-x	Zweckdienlichste Lösung für den Plan-Zustand
				5	10	6	7	8					
108-33	Siel	Ostsiel	IST-x PLAN-x	Nan Nan	Nan Nan	Nan Nan	Nan Nan	Nan Nan	ja	Polder Langholter Meer (1,2 Mio. m³)	-	Nutzung Polder Langholter Meer	
108-35	Siel	Westsiel	IST-x PLAN-x	2,48 2,41	2,82 2,74	3,15 3,06	3,59 3,49	3,59 3,49	ja	Polder Langholter Meer (1,2 Mio. m³)	97,03	-	
108-39	Siel	Brückenfehn	IST-x PLAN-x	1,63 1,56	1,85 1,77	2,07 1,98	2,36 2,26	2,36 2,26	ja	Lösung unbekannt	95,69	-	
110-04	Siel	Jengum	IST-x PLAN-x	7,92 Nan	8,99 Nan	10,04 Nan	11,46 Nan	11,46 Nan	ja	kein Sielbetrieb möglich	-	Entwässerung über Coldeburg	
111-23	Siel	Außensiel Oldersum	IST-x PLAN-x	1,65 Nan	1,88 Nan	2,10 Nan	2,39 Nan	2,39 Nan	ja	Entwässerung auch über Petikum	-	Anpassung der Betriebssteuerung	
108-04	Schöpfwerk	Nortmoor	IST-x PLAN-x	0,89 0,89	1,01 1,01	1,13 1,13	1,29 1,29	1,29 1,29	ja	Lösung unbekannt	100,43	-	
108-07	Schöpfwerk	Filsum	IST-x PLAN-x	1,13 1,17	1,29 1,32	1,44 1,48	1,64 1,69	1,64 1,69	ja	Lösung unbekannt	102,94	-	
108-09	Schöpfwerk	Velde Süde	IST-x PLAN-x	0,78 0,77	0,89 0,87	1,00 0,97	1,14 1,11	1,14 1,11	nein	-	97,56	-	
108-10	Schöpfwerk	Buddenburg	IST-x PLAN-x	0,71 0,73	0,81 0,83	1,00 0,92	1,03 1,05	1,03 1,05	nein	-	102,09	-	
108-11	Schöpfwerk	Berge	IST-x PLAN-x	6,93 8,38	7,87 9,51	8,79 10,63	10,03 12,13	10,03 12,13	ja	Lösung unbekannt	120,87	Erhöhung der Pumpleistung	
108-14	Schöpfwerk	Holterfehn	IST-x PLAN-x	0,72 0,70	0,82 0,80	0,92 0,89	1,05 1,02	1,05 1,02	nein	-	96,92	-	
108-16	Schöpfwerk	Potshausen	IST-x PLAN-x	1,85 2,15	2,10 2,44	2,35 2,72	2,68 3,11	2,68 3,11	ja	Lösung unbekannt	115,70	Erhöhung der Pumpleistung	
108-17	Schöpfwerk	Amelsbarg	IST-x PLAN-x	1,78 1,96	2,02 2,23	2,26 2,49	2,58 2,84	2,58 2,84	ja	Lösung unbekannt	110,05	Erhöhung der Pumpleistung	
108-18	Schöpfwerk	Holte	IST-x PLAN-x	0,78 0,71	0,89 0,80	0,99 0,90	1,13 1,02	1,13 1,02	nein	-	90,36	-	
108-19	Schöpfwerk	Schattenburg	IST-x PLAN-x	2,64 3,41	3,00 3,87	3,35 4,33	3,82 4,94	3,82 4,94	ja	Lösung unbekannt	129,26	Erhöhung der Pumpleistung	
108-23	Schöpfwerk	Velde Nord	IST-x PLAN-x	0,82 0,84	0,93 0,95	1,04 1,06	1,19 1,21	1,19 1,21	nein	-	101,83	-	
108-24	Schöpfwerk	Osterbrooken	IST-x PLAN-x	0,84 0,86	0,95 0,98	1,06 1,09	1,21 1,25	1,21 1,25	nein	-	102,76	-	
108-28	Schöpfwerk	Südgeorgsfehn III	IST-x PLAN-x	0,78 0,78	0,88 0,89	0,98 0,99	1,12 1,13	1,12 1,13	nein	-	101,37	-	
108-29	Schöpfwerk	Südgeorgsfehn II	IST-x PLAN-x	0,75 0,73	0,85 0,83	0,95 0,93	1,09 1,06	1,09 1,06	nein	-	101,37	-	
108-40	Schöpfwerk	Königspumpe	IST-x PLAN-x	1,42 1,94	1,61 2,21	1,80 2,46	2,05 2,81	2,05 2,81	ja	Lösung unbekannt	137,14	Erhöhung der Pumpleistung	

## 6 Zusammenfassung

---

### Veranlassung und Aufgabenstellung

In der Hydraulik der Unterems sind in der Vergangenheit grundlegende Veränderungen festzustellen. Als nachhaltige Gegenmaßnahme zur Minimierung der Schlickproblematik in der Unterems und zur ökologischen Verbesserung des Ästuars insgesamt wird neben anderen Maßnahmen die Anhebung des Tide-niedrigwasserstandes erwogen.

Demzufolge lag die Aufgabenstellung der Studie in der Untersuchung der Auswirkung einer Tnw-Anhebung (von maximal 1 m) beim Emssperwerk auf die Wasserwirtschaft im Entwässerungssystem Ems einschließlich des Leda-Jümme-Gebietes.

### Beschreibung des Ist-Zustandes (Bauwerkskataster)

Aufbauend auf den bereitgestellten Unterlagen des WSA Emden und der Unterhaltungsverbände wurde zusammen mit Informationen einer Ortsbesichtigung und weiteren allgemein zugänglichen Informationsquellen ein umfangreiches Bauwerkskataster erarbeitet und bereitgestellt. Dieses Bauwerkskataster stellt die Beschreibung des Entwässerungsgebietes sowie der Anlagenstruktur im Einzelnen dar.

Während der Projektbearbeitung wurden aus Lageplänen, digitalen Karten und unter Nutzung des Internets insgesamt 265 Bauwerke im Untersuchungsgebiet recherchiert und mit dem Bauwerkskataster auch dokumentiert. Alle diese **Bauwerke wurden in dem erstellten „Netzplan“ dargestellt**. Mit Hilfe des erstellten **„Netzplanes“ wurde die Anzahl der Bauwerke in der ersten Schutzlinie, bis zu der ein Tideeinfluss nachweislich heranreicht, von IMS auf 110 Bauwerke reduziert**.

Alle diese 110 Bauwerke wurden während der dreitägigen Ortsbesichtigung von IMS aufgesucht, fotografiert und mit zugehörigen Details dokumentiert. Fehlende Detailinformationen für diese reduzierte Anzahl an Bauwerken wurden bei den beteiligten Verbänden und Beteiligten nachgefragt und eingeholt. Für alle übrigen im Untersuchungsgebiet vorhandenen 155 Bauwerke, die während der Ortsbesichtigung nicht aufgesucht wurden, liegen im Bauwerkskataster die Informationen vor, die vom WSA vorlagen bzw. von IMS recherchiert wurden.

### Primären Auswirkungen der Tnw-Anhebung

Die primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung auf die Wasserwirtschaft im Projektgebiet wurden im Rahmen der Studie für die folgenden Lastfälle untersucht, wobei die Lastfälle A und B die maßgebenden sind:

- A. Extremniederschlagsereignis,
- B. Extremniederschlagsereignis bei Kettentide,
- C. Sturmflutereignis und
- D. Schiffsüberführung (Sperrwerke geschlossen).

Im Fall des untersuchten **Extremniederschlagsereignisses** wurden die von der BAW ermittelten Zeitreihen der vorhabenbedingt beeinflussten Wasserstände (auf der unterstromigen Seite des Bauwerkes) zur Ermittlung der bauwerkspezifisch abführbaren Wassermengen (bei Siel- und Schöpfbauwerken) herangezogen.

Aus dem Vergleich des Abflussvolumens aus Extremniederschlag zur bauwerkspezifisch abführbaren Wassermenge wurde der Ausnutzungsgrad des Bauwerkes in Abhängigkeit der Jährlichkeit des Niederschlagsereignisses und des Ist- und Planzustandes im Falle eines niedrigen und hohen Oberwasserabflusses von Ems und Leda ermittelt.

Auf Grundlage dieser Untersuchung konnten insgesamt 20 Bauwerke (5 Siel- und 15 Schöpfbauwerke) genannt werden, an denen unter den angenommenen Randbedingungen an mindestens einem der untersuchten Szenarien der rechnerische Wert für den Ausnutzungsgrad größer 1 ist, der Niederschlagsabfluss also nicht verlässlich abgeführt werden kann. Diese Bauwerke werden auf dieser Basis als kritisch eingestuft und befinden sich überwiegend im Verbandsgebiet des UV 108 (Sielacht Stickhausen).

Der Lastfall **Extremniederschlagsereignis bei Kettentide** wurde anhand des Extremereignisses im Januar 2012 (langanhaltende hohe Gebietsniederschläge bei gleichzeitiger Kettentide) untersucht und eine Quantifizierung der Beeinflussung vorgenommen. Am Emssperrwerk kommt es durch eine Tnw-Anhebung zu keinen Veränderungen während der Kettentide. Am Ledasperrwerk kommt es bei geschlossenem Ledasperrwerk zu einer Erhöhung des Binnenwasserstandes als Resultat des angehobenen Tnw zum Zeitpunkt der Sperrwerksschließung.

Im Lastfall **Sturmflutereignis** wurde qualitativ die Beeinflussung durch eine Tnw-Anhebung anhand der Pegeldata im Ober- und Unterwasser der Sperrwerke während der Allerheiligenflut 2006 untersucht, bei der im Bereich der Ems seit 1906 die höchsten Wasserstände verzeichnet wurden.

Es ist festzuhalten, dass am Emssperrwerk durch eine Tnw-Anhebung nahezu keine Veränderungen der Wasserstände während eines Sturmflutereignisses zu erwarten sind. Grund dafür sind die hohen Wasserstände während eines solchen Ereignisses.

Für das Ledasperrwerk zeigt sich, dass sich Beeinflussungen vor bzw. nach dem Sturmflutereignis ergeben. Im Ergebnis ist mit einer geringen Erhöhung des Binnenwasserstands bei geschlossenem Ledasperrwerk als Resultat des angehobenen Tnw zum Zeitpunkt der Schließung zu rechnen.

Der vierte untersuchte Lastfall zielte auf die Beeinflussung während einer **Schiffsüberführung** ab. Die Quantifizierung der Beeinflussung durch eine Tnw-Anhebung erfolgte anhand der gemessenen Wasserstandsverhältnisse **während der Überführung der „Disney Fantasy“ im Januar 2012. Am Emssperrwerk** treten durch eine Tnw-Anhebung nahezu keine Veränderungen während des Aufstaus auf, sondern nur vor und nach der Normaltide. Am Ledasperrwerk kommt es nachlaufbedingt zum Anstieg des Binnenwasserstandes. Der Grenz-

wert zur Einschaltung der Schöpfwerkspumpen wird jedoch zu keinem Zeitpunkt erreicht.

## Fazit

Es wurden die Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft infolge einer Tnw-Anhebung beim Emssperwerk bei Gandersum anhand von vier unterschiedlichen Lastfällen für insgesamt 110 relevante Bauwerke von 265 vorhandenen Bauwerken im Projektgebiet untersucht:

- **Extremniederschlag:** 20 Bauwerke (von 110) sind kritisch mit einem Ausnutzungsgrad größer 1,0, wobei diese nicht zwangsläufig alleinig durch eine Tnw-Anhebung als kritisch zu bewerten sind; Lösungsmöglichkeiten sind im Einzelfall zu betrachten und zu bewerten:
  - a) Speicherraum berücksichtigen, ggf. schaffen
  - b) Zusätzliche Förderzeit durch Erhöhung der maximalen Pumphöhe
  - c) Zusätzliche Förderleistung durch Erhöhung der Pumpleistung
- **Kettentide mit Niederschlag:** Anpassung der Sperrwerkssteuerung und Einsatz der Pumpen am Ledasperwerk → Wasser kann schadlos aus dem Leda-Jümme-Gebiet abgeführt werden
- **Sturmflutereignis:** keine bewertungsrelevanten Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft
- **Schiffsüberführung:** keine bewertungsrelevanten Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft

Insgesamt ist festzustellen, dass der Anteil der vorhabenbedingt erforderlichen Anpassungen an den als kritisch bezeichneten 20 Bauwerken im Verhältnis zu den rechnerisch insgesamt erforderlichen Anpassungen an den Bauwerken verhältnismäßig gering sind.

Hamburg, 09. August 2013

**IMS** Ingenieurgesellschaft mbH

gez. Peters

gez. Falke

## **Anlagen**

### **Anlage 1 *Memo 90252-23***

**Einzelbetrachtung kritischer Bauwerke für den Lastfall „Extremniederschlagsereignis“ – Ausnutzungsgrade**

### **Anlage 2 *Zeichnung 90252-S-09***

**Vorhabenbedingt beeinflusste Bauwerke infolge der Tnw-Anhebung mit Kennzeichnung der kritisch beeinflussten Bauwerke**



## **Anlage 1**

*Memo 90252-23*

Zusammenstellung Ausnutzungsgrade der Bauwerke

---

<b>Projekt:</b>	Studie zu den Auswirkungen einer Tnw-Anhebung beim Emssperrwerk auf die Wasserwirtschaft
<b>Datum:</b>	07.08.2013
<b>Memo Nr.:</b>	90252-23
<b>Thema:</b>	Einzelbetrachtung kritischer Bauwerke für den Lastfall „Extremniederschlagsereignis“ – Ausnutzungsgrade

---

## 1 Eingearbeitete Daten

---

Die berechneten Ausnutzungsgrade aller kritischen Bauwerke sind in Einzeltabellen zusammengefasst. In jeder Tabelle sind die Ausnutzungsgrade für alle Szenarien und Jährlichkeiten des Niederschlagsereignisses zusammengefasst. Die Farbgebung der berechneten Werte entspricht den Signalfarben: grün markierte Werte sind unkritisch, rot markierte Ausnutzungsgrade sind kritisch.

Um die primären Auswirkungen einer Tnw-Anhebung auf die Wasserwirtschaft beurteilen zu können, ist jedoch nicht nur der absolute Wert des Ausnutzungsgrads erforderlich, sondern auch der Vergleich zwischen Ist- und Planzustand bei gleichen Einwirkungen. In der Tabelle sind deswegen neben den Absolutwerten auch die Relationen zwischen den Ist- und Planzuständen wiedergegeben. Dabei wird jeweils davon ausgegangen, dass der Wert im Istzustand 100 % entspricht.

**Die Angabe „NaN“ (not a number)** bedeutet im Fall des Ausnutzungsgrades, dass das Bauwerk in der derzeitigen Verfassung kein Niederschlagswasser ableiten kann. **„NaN“ im Rahmen der Speicherraubetrachtung bedeutet, dass diese Option keine Lösungsmöglichkeit bietet, da im Rahmen einer Normaltide nicht gesielet werden kann und das gespeicherte Wasser so auch nicht außerhalb des Extremniederschlagsereignisses abgeführt werden kann.**

## 2 Ausnutzungsgrade

### 2.1 Ostsiel (108-33)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,09 100,00 %	0,11 100,00 %	0,12 100,00 %	0,14 100,00 %
	PLAN-n	0,10 108,03 %	0,12 108,03 %	0,13 108,03 %	0,15 108,03 %
	IST-x	NaN 100,00 %	NaN 100,00 %	NaN 100,00 %	NaN 100,00 %
	PLAN-x	NaN 100,00 %	NaN 100,00 %	NaN 100,00 %	NaN 100,00 %

### 2.2 Westsiel (108-35)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	2,31 100,00 %	2,62 100,00 %	2,92 100,00 %	3,34 100,00 %
	PLAN-n	2,22 96,41 %	2,52 96,41 %	2,82 96,41 %	3,22 96,41 %
	IST-x	2,48 100,00 %	2,82 100,00 %	3,15 100,00 %	3,59 100,00 %
	PLAN-x	2,41 97,03 %	2,74 97,03 %	3,06 97,03 %	3,49 97,03 %

### 2.3 Siel Brückenfehn (108-39)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	1,56 100,00 %	1,77 100,00 %	1,98 100,00 %	2,26 100,00 %
	PLAN-n	1,48 94,76 %	1,68 94,76 %	1,87 94,76 %	2,14 94,76 %
	IST-x	1,63 100,00 %	1,85 100,00 %	2,07 100,00 %	2,36 100,00 %
	PLAN-x	1,56 95,69 %	1,77 95,69 %	1,98 95,69 %	2,26 95,69 %

## 2.4 Siel Jemgum (110-04)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	7,95 100,00 %	9,02 100,00 %	10,08 100,00 %	11,51 100,00 %
	PLAN-n	NaN -	NaN -	NaN -	NaN -
	IST-x	7,92 100,00 %	8,99 100,00 %	10,04 100,00 %	11,46 100,00 %
	PLAN-x	NaN -	NaN -	NaN -	NaN -

## 2.5 Außensiel Oldersum (111-23)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	1,66 100,00 %	1,88 100,00 %	2,10 100,00 %	2,40 100,00 %
	PLAN-n	NaN -	NaN -	NaN -	NaN -
	IST-x	1,65 100,00 %	1,88 100,00 %	2,10 100,00 %	2,39 100,00 %
	PLAN-x	NaN -	NaN -	NaN -	NaN -

## 2.6 Schöpfwerk Nortmoor (108-04)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,76 100,00 %	0,87 100,00 %	0,97 100,00 %	1,10 100,00 %
	PLAN-n	0,76 99,76 %	0,86 99,76 %	0,97 99,76 %	1,10 99,76 %
	IST-x	0,89 100,00 %	1,01 100,00 %	1,13 100,00 %	1,29 100,00 %
	PLAN-x	0,89 100,43 %	1,01 100,43 %	1,13 100,43 %	1,29 100,43 %

## 2.7 Schöpfwerk Filsum (108-07)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,86 100,00 %	0,98 100,00 %	1,09 100,00 %	1,25 100,00 %
	PLAN-n	0,88 102,16 %	1,00 102,16 %	1,11 102,16 %	1,27 102,16 %
	IST-x	1,13 100,00 %	1,29 100,00 %	1,44 100,00 %	1,64 100,00 %
	PLAN-x	1,17 102,94 %	1,32 102,94 %	1,48 102,94 %	1,69 102,94 %

## 2.8 Schöpfwerk Velde Süd (108-09)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,55 100,00 %	0,62 100,00 %	0,70 100,00 %	0,79 100,00 %
	PLAN-n	0,54 99,11 %	0,62 99,11 %	0,69 99,11 %	0,79 99,11 %
	IST-x	0,78 100,00 %	0,89 100,00 %	1,00 100,00 %	1,14 100,00 %
	PLAN-x	0,77 97,56 %	0,87 97,56 %	0,97 97,56 %	1,11 97,56 %

## 2.9 Schöpfwerk Buddenburg (108-10)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,63 100,00 %	0,72 100,00 %	0,80 100,00 %	0,92 100,00 %
	PLAN-n	0,64 100,58 %	0,72 100,58 %	0,81 100,58 %	0,92 100,58 %
	IST-x	0,71 100,00 %	0,81 100,00 %	1,00 100,00 %	1,03 100,00 %
	PLAN-x	0,73 102,09 %	0,83 102,09 %	0,92 102,09 %	1,05 102,09 %

## 2.10 Schöpfwerk Barge (108-11)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	2,23 100,00 %	2,53 100,00 %	2,83 100,00 %	3,23 100,00 %
	PLAN-n	2,50 112,11 %	2,84 112,11 %	3,17 112,11 %	3,62 112,11 %
	IST-x	6,93 100,00 %	7,87 100,00 %	8,79 100,00 %	10,03 100,00 %
	PLAN-x	8,38 120,87 %	9,51 120,87 %	10,63 120,87 %	12,13 120,87 %

## 2.11 Schöpfwerk Holterfehn (108-14)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,66 100,00 %	0,74 100,00 %	0,83 100,00 %	0,95 100,00 %
	PLAN-n	0,63 96,25 %	0,72 96,25 %	0,80 96,25 %	0,91 96,25 %
	IST-x	0,72 100,00 %	0,82 100,00 %	0,92 100,00 %	1,05 100,00 %
	PLAN-x	0,70 96,92 %	0,80 96,92 %	0,89 96,92 %	1,02 96,92 %

## 2.12 Schöpfwerk Potshausen (108-16)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	1,04 100,00 %	1,18 100,00 %	1,32 100,00 %	1,51 100,00 %
	PLAN-n	1,10 105,96 %	1,25 105,96 %	1,40 105,96 %	1,60 105,96 %
	IST-x	1,85 100,00 %	2,10 100,00 %	2,35 100,00 %	2,68 100,00 %
	PLAN-x	2,15 115,70 %	2,44 115,70 %	2,72 115,70 %	3,11 115,70 %

### 2.13 Schöpfwerk Amelsberg (108-17)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	1,14 100,00 %	1,30 100,00 %	1,45 100,00 %	1,66 100,00 %
	PLAN-n	1,18 102,67 %	1,33 102,67 %	1,49 102,67 %	1,70 102,67 %
	IST-x	1,78 100,00 %	2,02 100,00 %	2,26 100,00 %	2,58 100,00 %
	PLAN-x	1,96 110,05 %	2,23 110,05 %	2,49 110,05 %	2,84 110,05 %

### 2.14 Schöpfwerk Holte (108-18)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,66 100,00 %	0,75 100,00 %	0,86 100,00 %	0,95 100,00 %
	PLAN-n	0,65 102,67 %	0,73 102,67 %	0,82 102,67 %	0,94 102,67 %
	IST-x	0,78 100,00 %	0,89 100,00 %	0,99 100,00 %	1,13 100,00 %
	PLAN-x	0,71 90,36 %	0,80 90,36 %	0,90 90,36 %	1,02 90,36 %

### 2.15 Schöpfwerk Schatteburg (108-19)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	1,68 100,00 %	1,91 100,00 %	2,13 100,00 %	2,43 100,00 %
	PLAN-n	1,95 116,43 %	2,22 116,43 %	2,48 116,43 %	2,83 116,43 %
	IST-x	2,64 100,00 %	3,00 100,00 %	3,35 100,00 %	3,82 100,00 %
	PLAN-x	3,41 129,26 %	3,87 129,26 %	4,33 129,26 %	4,94 129,26 %

## 2.16 Schöpfwerk Velde Nord (108-23)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,61 100,00 %	0,69 100,00 %	0,77 100,00 %	0,88 100,00 %
	PLAN-n	0,61 100,40 %	0,69 100,40 %	0,77 100,40 %	0,88 100,40 %
	IST-x	0,82 100,00 %	0,93 100,00 %	1,04 100,00 %	1,19 100,00 %
	PLAN-x	0,84 101,83 %	0,95 101,83 %	1,06 101,83 %	1,21 101,83 %

## 2.17 Schöpfwerk Osterbrooken (108-24)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,61 100,00 %	0,70 100,00 %	0,78 100,00 %	0,89 100,00 %
	PLAN-n	0,62 100,71 %	0,70 100,71 %	0,78 100,71 %	0,89 100,71 %
	IST-x	0,84 100,00 %	0,95 100,00 %	1,06 100,00 %	1,21 100,00 %
	PLAN-x	0,86 102,76 %	0,98 102,76 %	1,09 102,76 %	1,25 102,76 %

## 2.18 Schöpfwerk Südgeorgsfehn III (108-28)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,58 100,00 %	0,66 100,00 %	0,74 100,00 %	0,84 100,00 %
	PLAN-n	0,57 98,86 %	0,65 98,86 %	0,73 98,86 %	0,83 98,86 %
	IST-x	0,77 100,00 %	0,88 100,00 %	0,98 100,00 %	1,12 100,00 %
	PLAN-x	0,78 101,37 %	0,89 101,37 %	0,99 101,37 %	1,13 101,37 %



## 2.19 Schöpfwerk Südgeorgsfehn II (108-29)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,63 100,00 %	0,72 100,00 %	0,80 100,00 %	0,91 100,00 %
	PLAN-n	0,62 98,02 %	0,70 98,02 %	0,78 98,02 %	0,90 98,02 %
	IST-x	0,75 100,00 %	0,85 100,00 %	0,95 100,00 %	1,09 100,00 %
	PLAN-x	0,73 101,37 %	0,83 101,37 %	0,93 101,37 %	1,06 101,37 %

## 2.20 Schöpfwerk Königspumpe (108-40)

Ausnutzungs- grad [-]		Niederschlagsereignis – Jährlichkeit			
		5	10	20	50
Szenarien	IST-n	0,79 100,00 %	0,90 100,00 %	1,01 100,00 %	1,15 100,00 %
	PLAN-n	0,88 110,31 %	1,00 110,31 %	1,11 110,31 %	1,27 110,31 %
	IST-x	1,42 100,00 %	1,61 100,00 %	1,80 100,00 %	2,05 100,00 %
	PLAN-x	1,94 137,14 %	2,21 137,14 %	2,46 137,14 %	2,81 137,14 %

Hamburg, 15. Juli 2013

**IMS** Ingenieurgesellschaft mbH

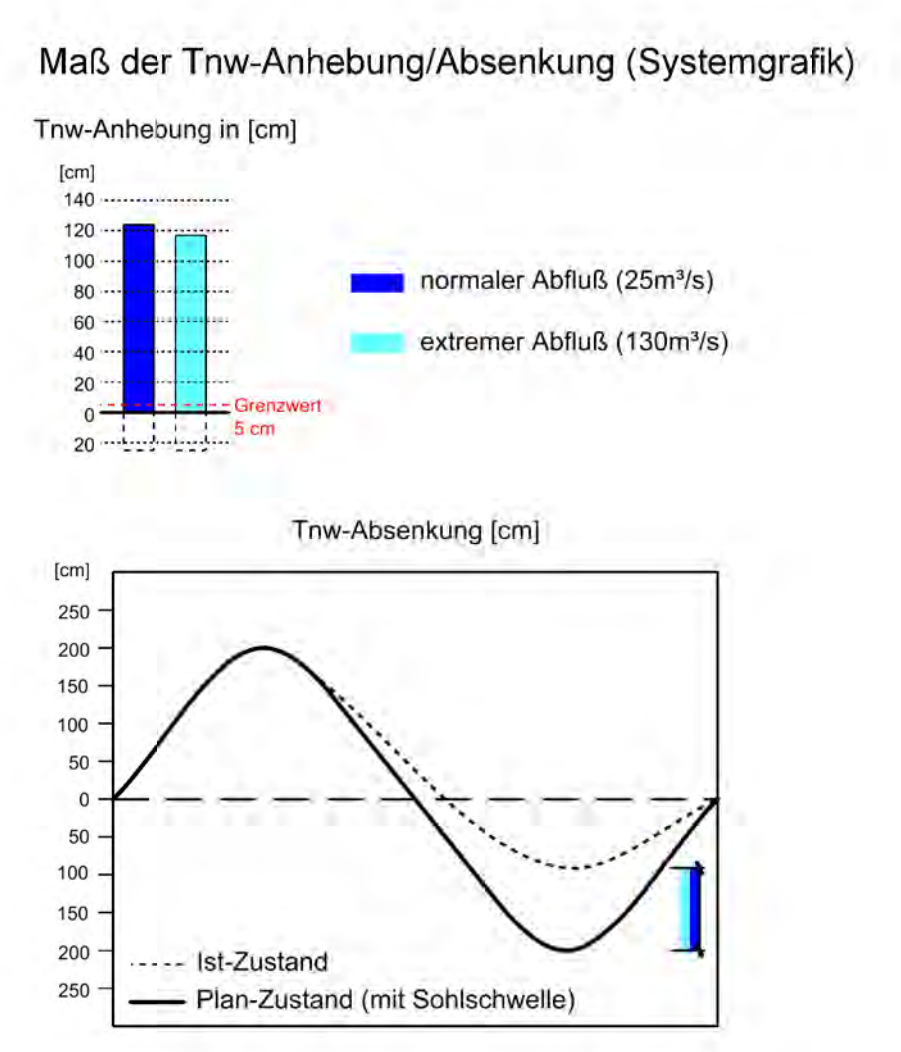
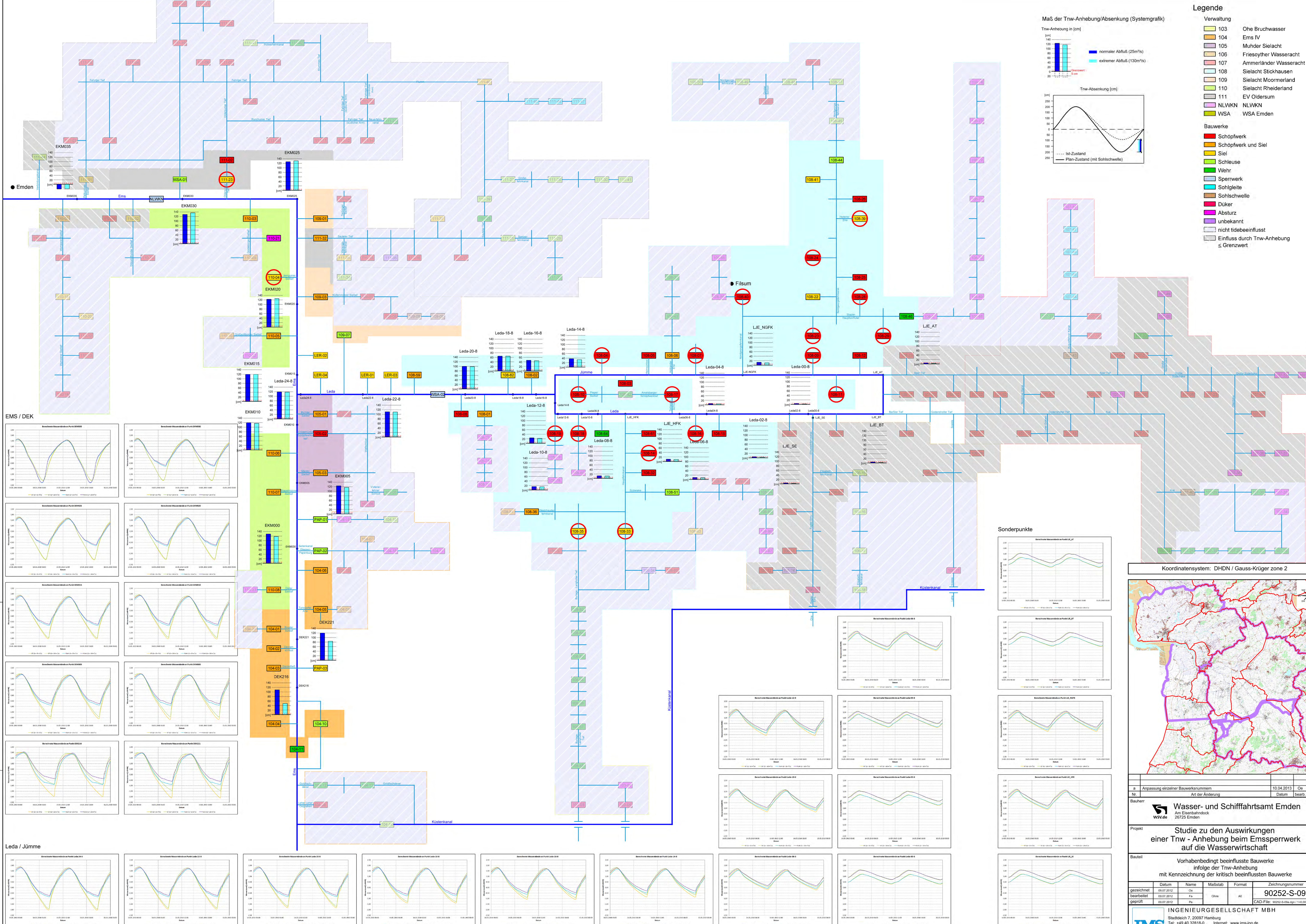
gez. Peters

gez. Falke

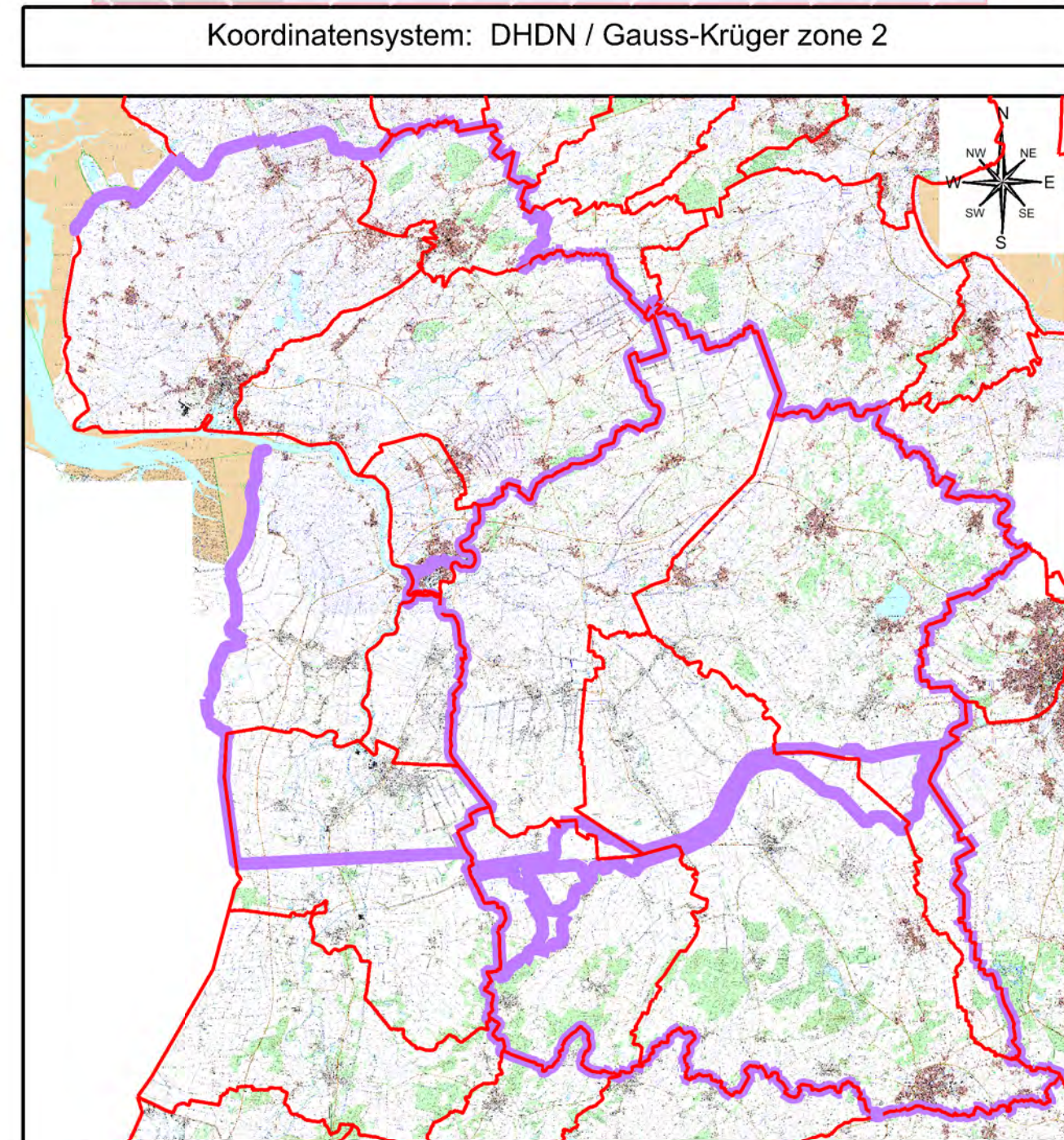
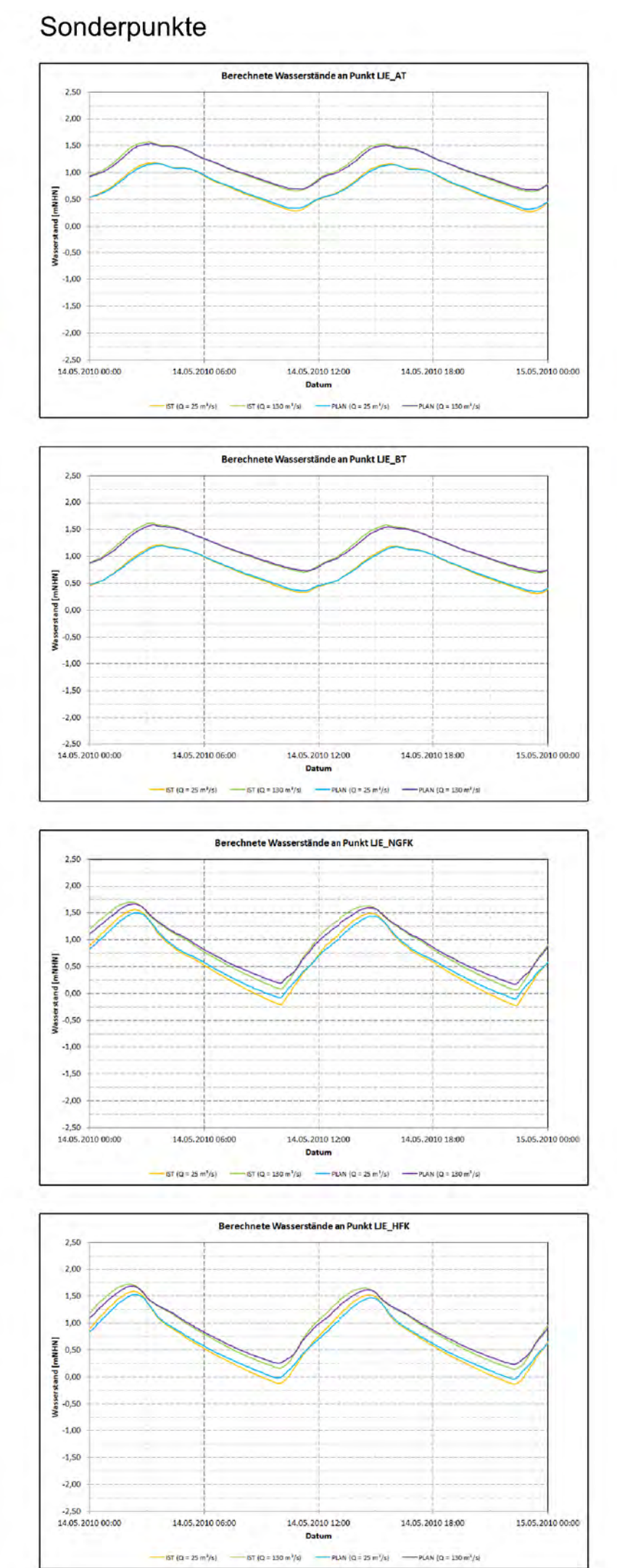
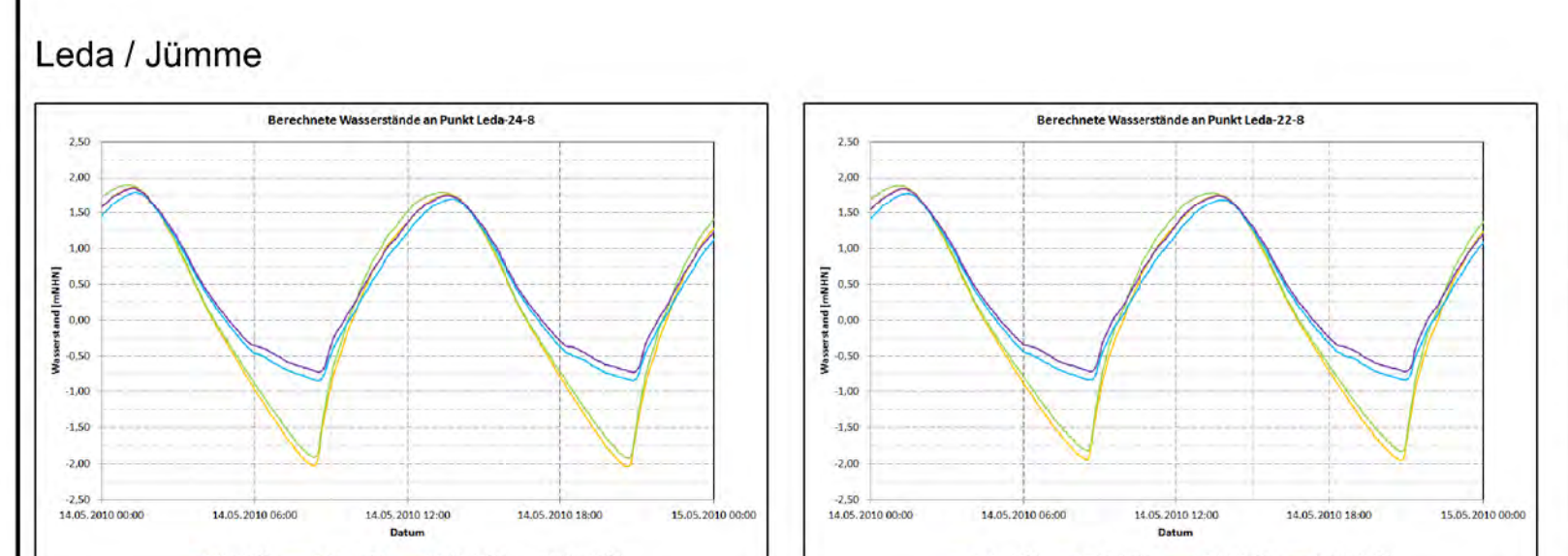
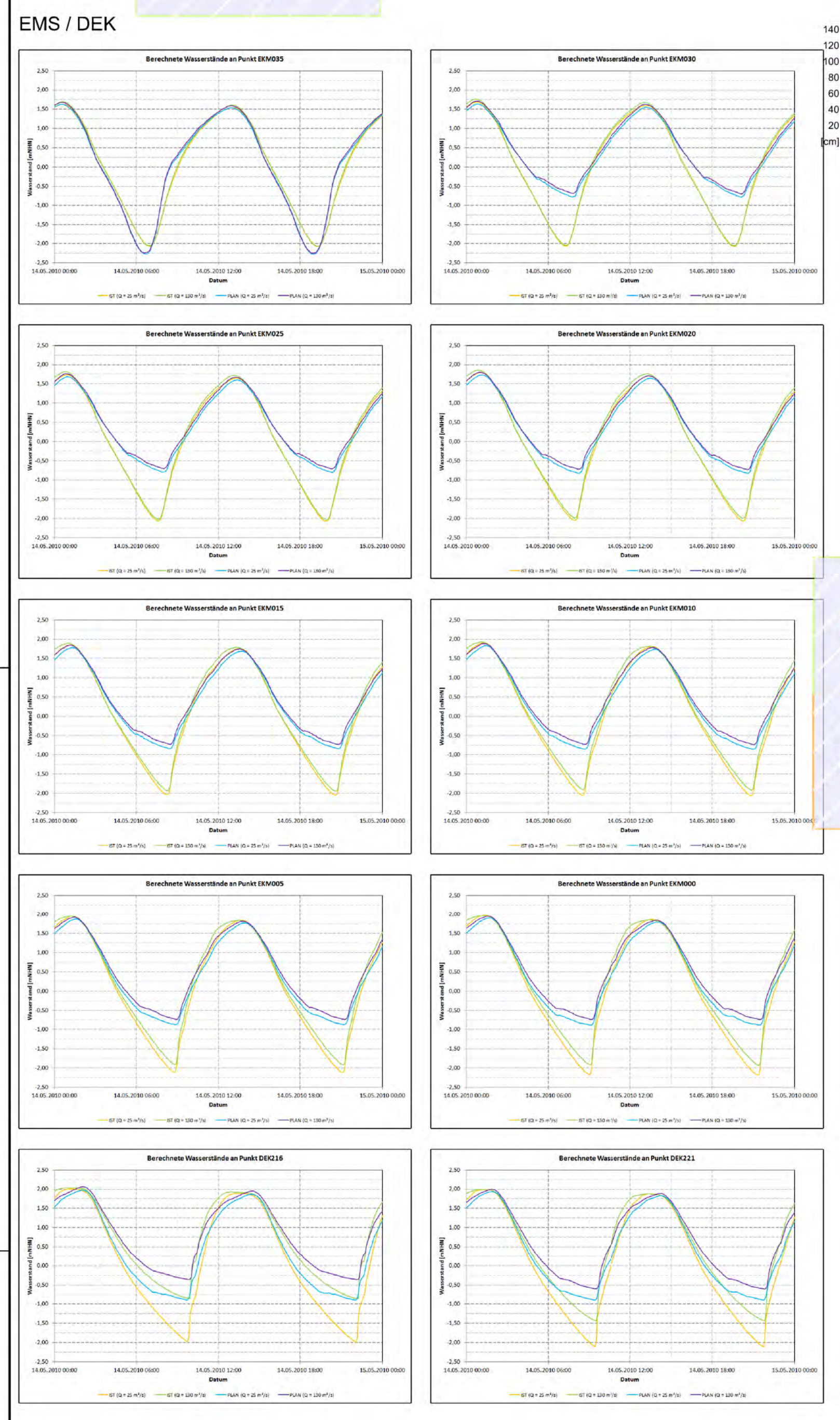
## **Anlage 2**

*Zeichnung 90252-S-09*

Vorhabenbedingt beeinflusste Bauwerke infolge der  
Tnw-Anhebung mit Kennzeichnung der kritisch  
beeinflussten Bauwerke



- Legende**
- Verwaltung**
    - 103 Ohe Bruchwasser
    - 104 Ems IV
    - 105 Muhder Sielacht
    - 106 Friesoyther Wasseracht
    - 107 Ammerländer Wasseracht
    - 108 Sielacht Stickhausen
    - 109 Sielacht Moorerland
    - 110 Sielacht Rheiderland
    - 111 EV Oldersum
    - NLWKN NLWKN
    - WSA WSA Emden
  - Bauwerke**
    - Schöpfwerk
    - Schöpfwerk und Siel
    - Schleuse
    - Wehr
    - Sperwerk
    - Sohlgleite
    - Sohlschwelle
    - Düker
    - Absturz
    - unbekannt
    - nicht tidebeeinflusst
    - Einfluss durch Tnw-Anhebung ≤ Grenzwert



Anpassung einzelner Bauwerksnummern		10.04.2013	Oe	Fa
Art der Änderung				gepr.
Bauherr	Wasser- und Schiffsamt Emden Am Eisenbahndock 26725 Emden			
Projekt	<b>Studie zu den Auswirkungen einer Tnw - Anhebung beim Emssperrwerk auf die Wasserwirtschaft</b>			
Bauteil	Vorhabenbedingt beeinflusste Bauwerke infolge der Tnw-Anhebung mit Kennzeichnung der kritisch beeinflussten Bauwerke			
gezeichnet	09.07.2012	Oe	Zeichnungsnummer	
Darstellt	09.07.2012	Fa	90252-S-09a	
geprüft	09.07.2012	Oe	CAD-File: 2012.5.09a.dwg / 10.01	
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH Staddeich 7, 20097 Hamburg Tel.: +49 40 32818-0 Internet: www.ims-ing.de Fax: +49 40 32818-139 E-mail: info@ims-ing.de				



Ingenieurgesellschaft mbH

**IMS Ingenieurgesellschaft mbH**

Stadtdeich 7  
20097 Hamburg

Tel. 040 32818-0  
Fax 040 32818-139  
info@ims-ing.de  
www.ims-ing.de

