NLWKN

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Das Emssperrwerk

Mehrzweck-Wasserbauwerk an der Unterems

Niedersachsen

Das Emssperrwerk bei Gandersum

Das Emssperrwerk bei Gandersum ist eines der modernsten Sperrwerke in Europa und seit September 2002 in Betrieb. Es lockt jedes Jahr Tausende von Besucherinnen und Besuchern an. Der NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) unterhält und betreibt das Emssperrwerk. Für die Wahl des Standortes waren die Nähe zum Dollart, die geringe Breite der Ems an dieser Stelle, nautische Randbedingungen und die geringste Beeinträchtigung der Natur entscheidend.

Das 476 Meter lange Bauwerk erfüllt zwei Hauptaufgaben. Zum einen verbessert es den Sturmflutschutz an der Ems und im Leda-Jümme-Gebiet erheblich. Das Sperrwerk kehrt Sturmfluten, die zwei Meter höher als das normale Hochwasser auflaufen. Das bedeutet: Die Flut kann bei geschlossenem Sperrwerk nicht mehr flussaufwärts vordringen. In diesen Schutz gelangt auch das Leda-Jümme-Gebiet. Das Sperrwerk gewährleistet einen deutlich höheren Sicherheitsstandard als eine kontinuierliche Anpassung der 110 Kilometer langen Hauptdeiche entlang der Unterems, die erfahrungsgemäß alle 30 bis 40 Jahre erforderlich wäre.

Das Emssperrwerk hat sich als Küstenschutzbauwerk längst bewährt: Von Dezember 2005 bis März 2014 wurde das Sperrwerk neunmal aus Sturmflutgründen geschlossen.

Die Staufunktion des Sperrwerkes sichert zum anderen die Flexibilität des Schifffahrtsweges Ems zwischen Papenburg und Emden und damit den Erhalt der Wirtschaftskraft der Region. Das maximale Stauziel von 2,70 Metern über NHN* erlaubt die Überführung von Schiffen mit einem Tiefgang von bis zu 8,50 Metern. Die Schiffsüberführungen ziehen Jahr für Jahr viele Schaulustige an. Seit 1795 baut die Meyer Werft in Papenburg Schiffe, seit 1980 hat sie sich auf Kreuzfahrtschiffe spezialisiert. Ohne das Emssperrwerk wären Schiffsüberführungen nur um den Preis einer noch weiter ausgebaggerten Ems möglich.

In der Genehmigung zum Bau des Sperrwerks (Planfeststellungsbeschluss) sind die Randbedingungen eines Staufalls genau festgelegt. Beispielsweise darf die Gesamtstauzeit pro Jahr nur 104 Stunden betragen, das maximale Stauziel von 2,70 Meter über NHN* (entspricht etwa einem Meter über dem mittleren Hochwasser) gilt nur im Winterhalbjahr, um die Gelege im Deichvorland zu schützen.

Um die aufgestaute Ems schneller auffüllen und so den notwendigen Wasserstand für eine Überführung herstellen zu können, arbeiten sechs Pumpen, die insgesamt 100 Kubikmeter Wasser pro Sekunde von der Seeseite in die aufgestaute Ems pumpen können.

Auf den folgenden Seiten geben wir einen Einblick in die moderne Technik des Emssperrwerks.

*NHN= Normalhöhennull, Bezugsfläche für Höhen über dem Meeresspiegel im Deutschen Haupthöhennetz.

Bauwerksabmessungen

Am Emssperrwerk beträgt der Abstand zwischen dem Hauptdeich der Moormerländer Deichacht am Nordufer und dem der Rheider Deichacht am Südufer rund 1000 m. Zwischen den Uferlinien der Ems wurde das 476 m lange Sperrwerk errichtet. Anschlussdeiche binden das Sperrwerk beidseitig an die Hauptdeiche an. Aus der Forderung heraus, den Durchflussquerschnitt und ebenso die Tidedynamik in der Ems möglichst wenig zu beeinflussen, ergibt sich die Querschnittsgestaltung des Bauwerks.

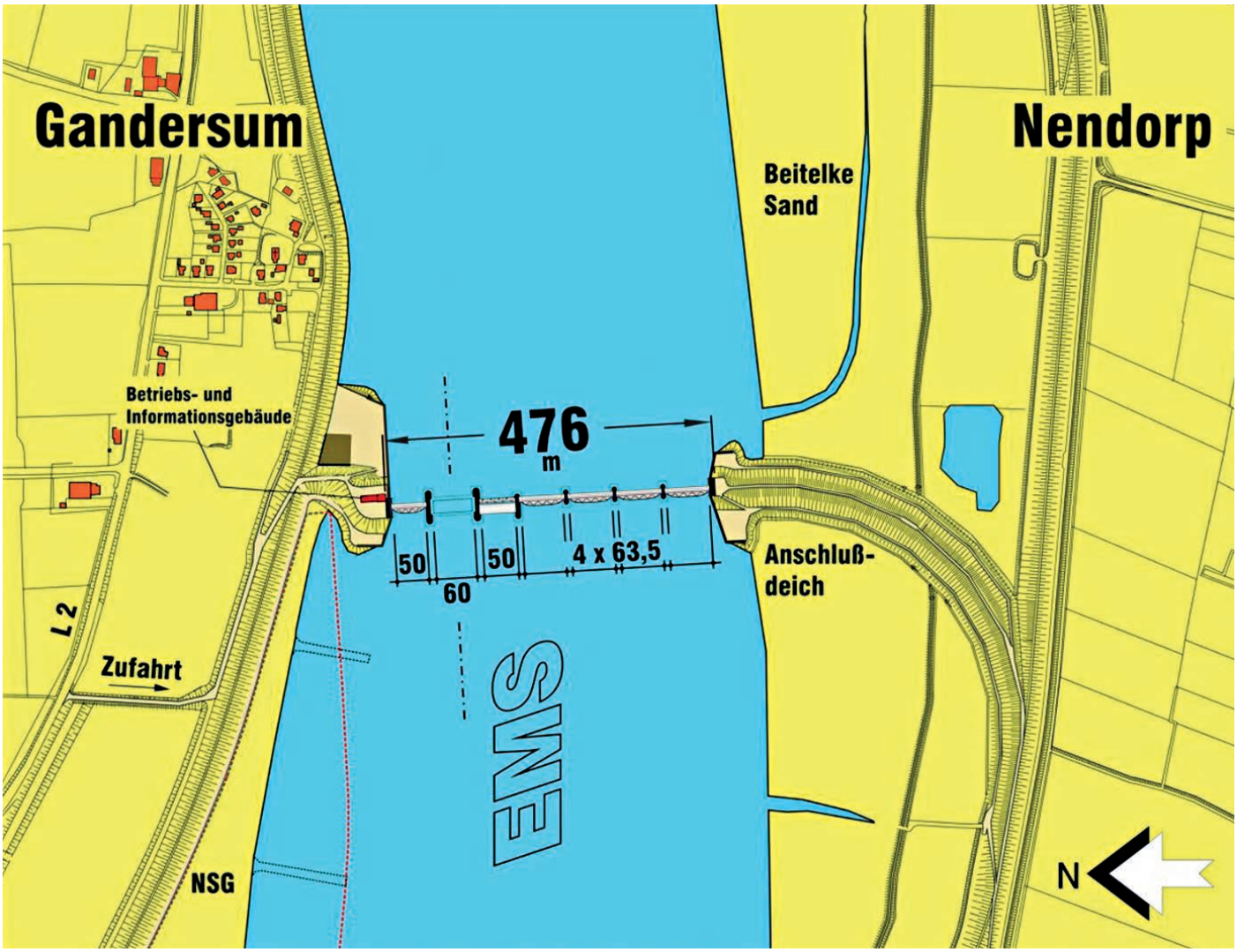
Das Sperrwerk hat insgesamt sieben Öffnungen. Die Hauptschifffahrtsöffnung liegt aus nautischen und hydraulischen Gründen im Verlauf des bisherigen Fahrwassers, nördlich davon eine 50 m breite Nebenöffnung und südlich die ebenso breite Binnenschifffahrtsöffnung. Daran schließen sich nach Süden vier weitere Nebenöffnungen mit je 63,5 m Breite an.

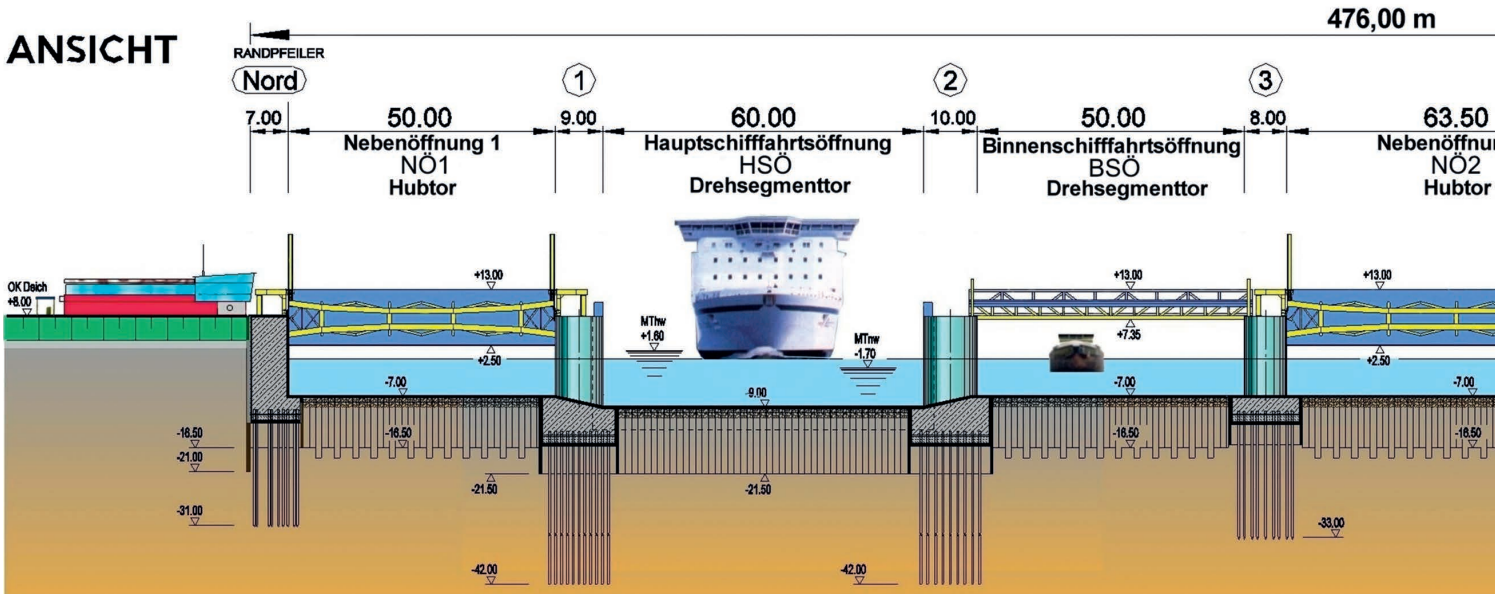
Die Schifffahrt soll das Sperrwerk ungehindert passieren können.

Die Bauwerksachse wurde durch die Bundesanstalt für Wasserbau aufgrund der hier vorherrschenden Wasserströmungen vorgegeben.

Blick auf das Emssperrwerk von oben

Sperrwerksöffnungen im Überblick:			Verschlussart
1 nördliche Nebenöffnung	NÖ1	B = 50,0 m Drempel NHN - 7,0 m	Hubtor
1 Hauptschifffahrtsöffnung	HSÖ	B = 60,0 m Drempel NHN - 9,0 m	Drehsegmenttor zwischen Kreisscheiben
1 Binnenschifffahrtsöffnung	BSÖ	B = 50,0 m Drempel NHN - 7,0 m	Segmentverschluss
1 Nebenöffnung	NÖ2	B = 63,5 m Drempel NHN - 7,0 m	Hubtor
3 südliche Nebenöffnungen	NÖ3-5	B = 63,5 m Drempel NHN - 5,0 m	Hubtor





Schifffahrtsöffnungen und Torverschlüsse

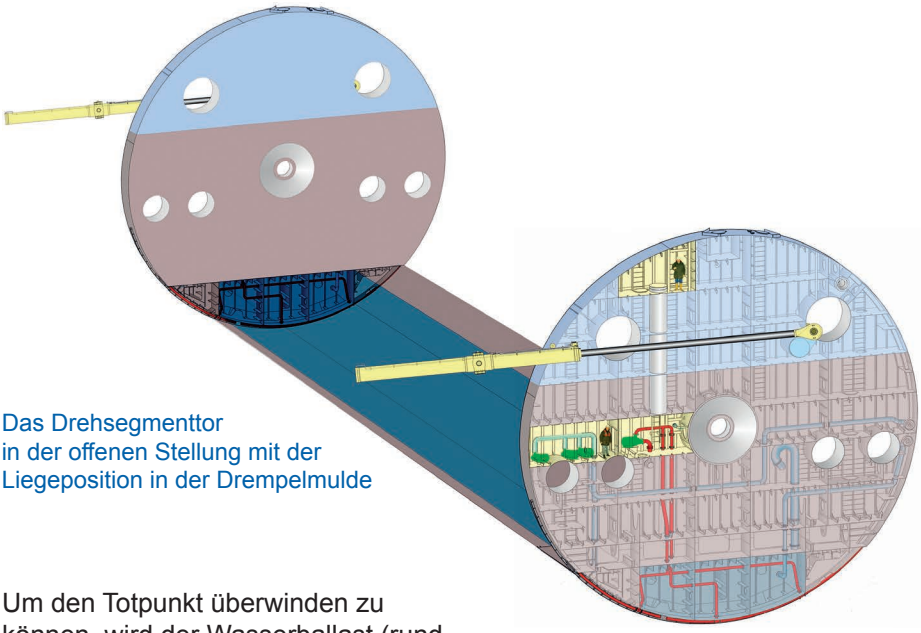
Die Wahl der Verschlusstypen ergab sich während der Planungsphase aus sicherheitstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Für den Schiffsverkehr sind zwei Öffnungen vorgesehen: Die Haupt- und die Binnenschifffahrtsöffnung. Seeschiffe können jederzeit ohne Höhenbegrenzung die Hauptschifffahrtsöffnung passieren. Als Verschluss wurde hierfür ein im Themsesperrwerk vor London bewährtes Drehsegmenttor gewählt. Im Normalbetrieb (bei geöffnetem Sperrwerk) liegt das Verschlusssegment in einer Mulde im Drempel.

Hydraulikzylinder an den beiden Strompfeilern bewegen das Tor in die verschiedenen Betriebsstellungen. Diese Antriebszylinder liegen geschützt hinter den Kreisseitenscheiben in Aussparungen der Betonpfeiler.

Bei der Sturmflutkehrung und dem Aufstau der Ems zur Schiffsüberführung kann das Tor mit den Zylinderkräften problemlos gefahren und gehalten werden.

Was passiert bei nötigen Wartungsarbeiten?

Für Wartungszwecke wird das Stauschild in die 180°-Position gedreht. Bei einem Drehwinkel von 114° zeigen die Hydraulikzylinder in Richtung der Drehachsen der Kreisseitenscheiben. In dieser Stellung (Zylindertotpunkt) können keine Kräfte in eine Drehbewegung umgesetzt werden.



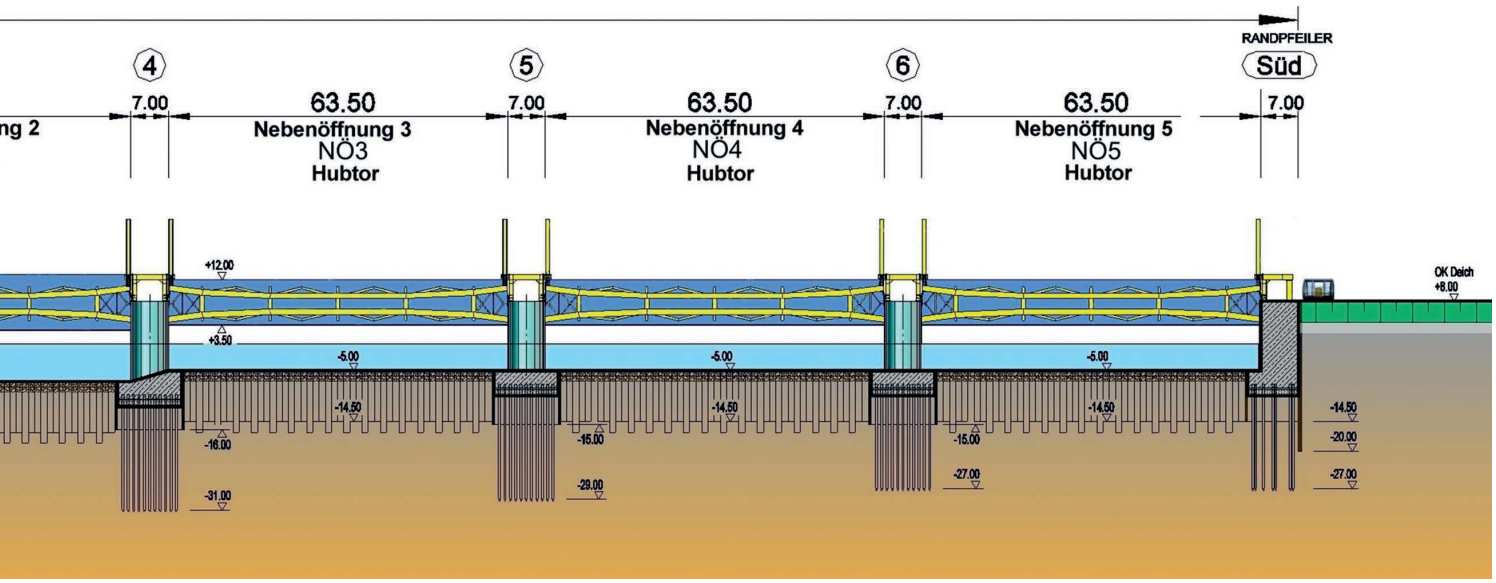
Das Drehsegmenttor
in der offenen Stellung mit der
Liegeposition in der Drempelmulde

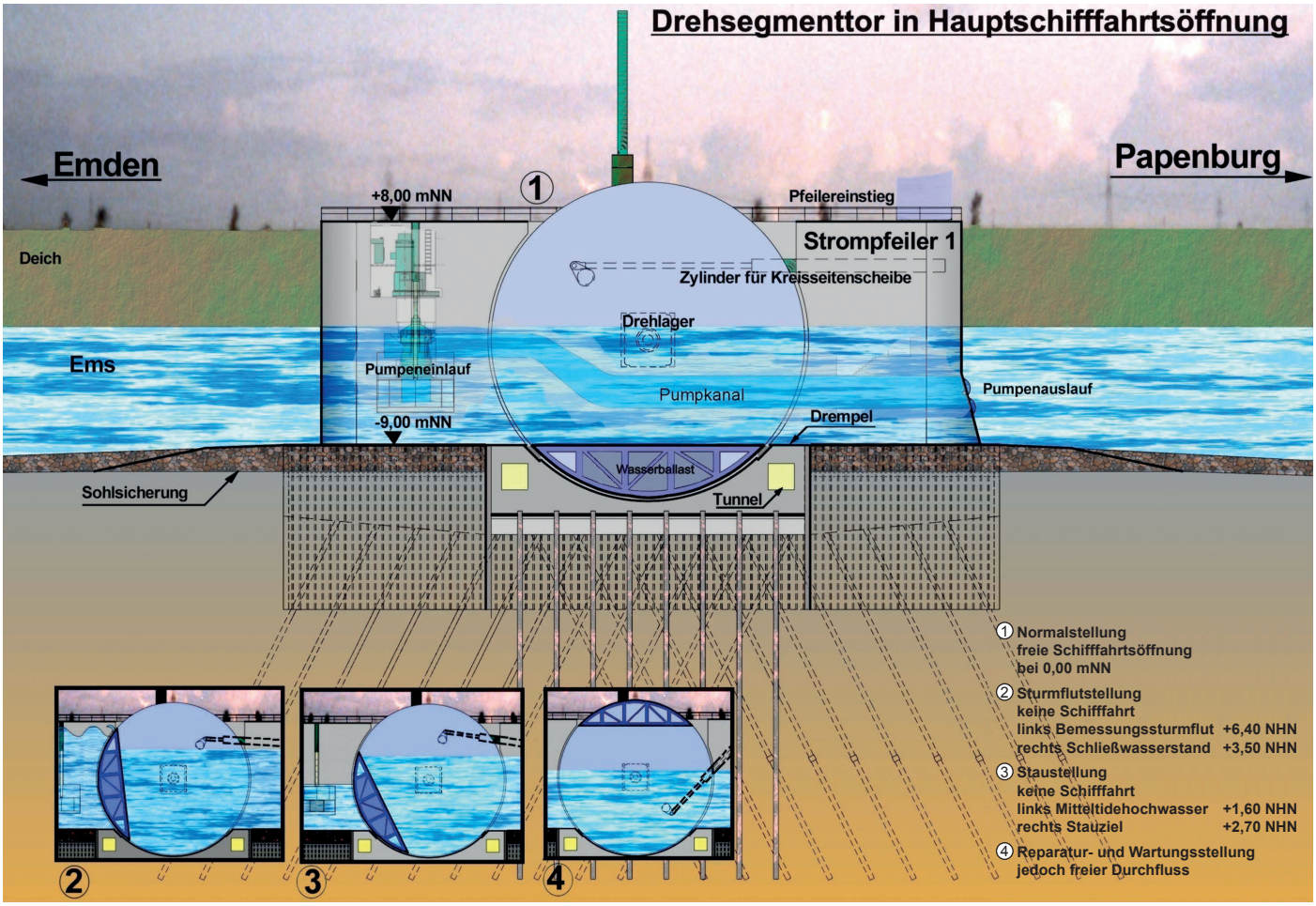
Um den Totpunkt überwinden zu können, wird der Wasserballast (rund 2.500 m³) über verdeckte Rohrleitungen in das Speicherbecken auf dem nördlichen Betriebsanleger gepumpt. Dadurch erhält der Verschlusskörper jetzt soviel Auftrieb, dass mit Ansteigen des Wasserstandes die Zylinderkräfte wieder wirken können. Beim Absenken wird der Verschlusskörper mit dem Wasser aus dem Speicherbecken wieder ballastiert.

Das Emswasser ist salzhaltig und in hohem Grade mit Schwebstoffen beladen, zur Befüllung der Ballasträume wird deshalb Süßwasser verwendet.

Die Hauptschifffahrtsöffnung ist während dieser Wartungsarbeiten gesperrt und der Schiffsverkehr kann durch die Binnenschifffahrtsöffnung geführt werden.

Passage “Celebrity Equinox” im Juni 2009

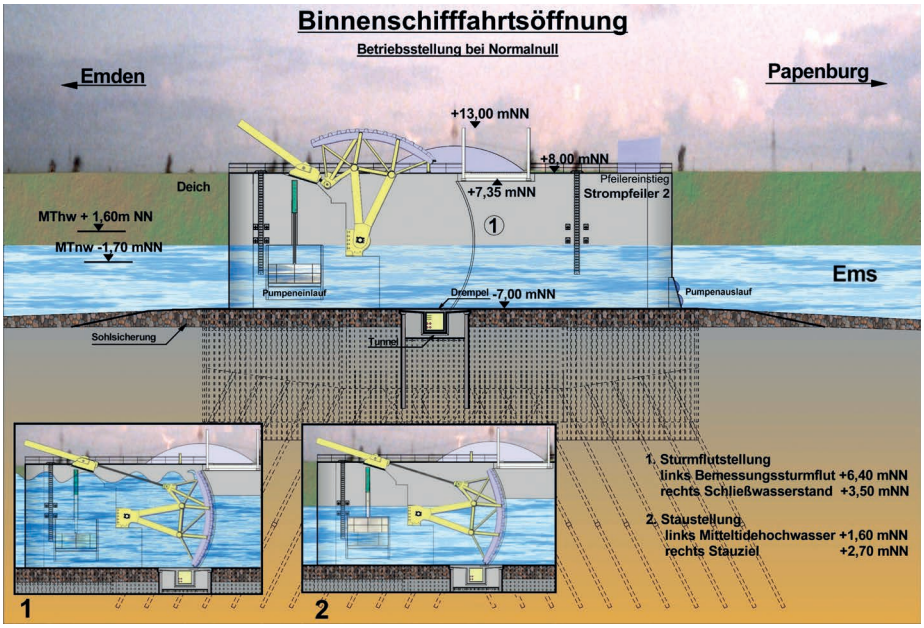




Blick in die noch trockene Baugrube der Hauptschifffahrtsöffnung. In der Normalstellung liegt in dieser Drempelmulde das große Drehsegmenttor mit der Oberkante auf -9,0 m NHN und kann so von großen Seeschiffen überfahren werden.
Der Verschlusskörper wiegt ca. 930 t, gehalten wird er von den beiden Kreisseitenscheiben mit je 260 t

Betriebsanleger Nord mit Speicherbecken

Die Binnenschifffahrtsöffnung ist höhenmäßig begrenzt schiffbar. Für längere Wartungsarbeiten können dort Segmentverschluss und Betriebsbrücke ausgebaut und auf dem nördlichen Anleger gelagert werden. Die Binnenschifffahrtsöffnung ist dann über Lichtzeichen geregelt auch für Seeschiffe frei.



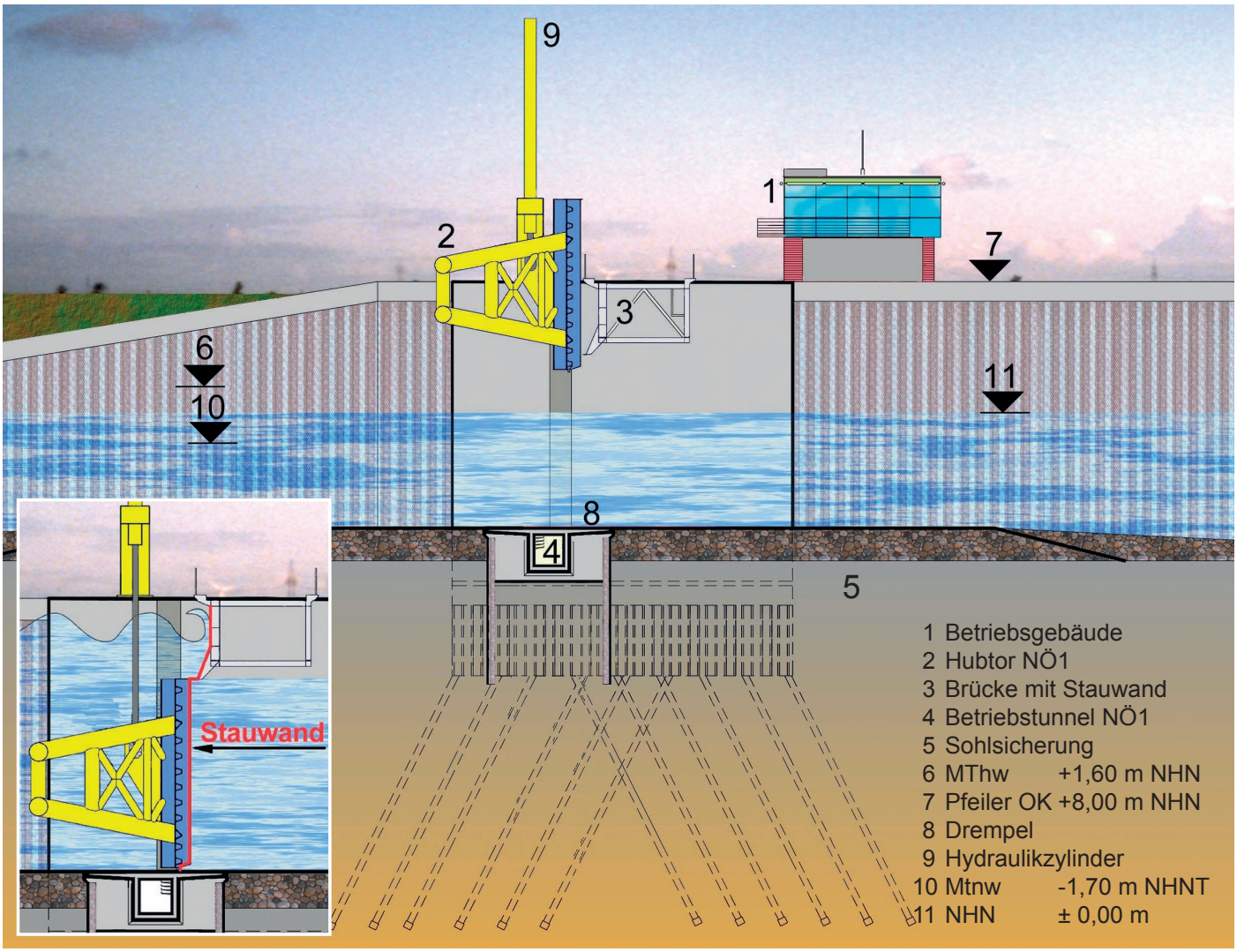
Segmentverschluss der Binnenschifffahrtsöffnung kurz vor dem Einbau

Binnenschifffahrtsöffnung geschlossen

Die Binnenschifffahrtsöffnung wird mit einem im Normalbetrieb hochgefahrenen Segmenttor verschlossen. Die lichte Durchfahrtshöhe unter Tor und Betriebsbrücke beträgt 5,25 m bei Mitteltidehochwasser. Diese Öffnung ist vor allem für Binnenschiffe auf der Fahrt in Richtung Leer und Papenburg vorgesehen. Ein Brückenpegel unterhalb des Sperrwerks zeigt dem Schiffsführer die Durchfahrtshöhe an. Bei nicht ausreichender Höhe muss auf die Hauptschifffahrtsöffnung ausgewichen werden.

Die fünf Nebenöffnungen des Sperrwerks werden durch Hubtore verschlossen. Die Tore sperren den Bereich zwischen Unterkante Stauschild der Betriebsbrücken und den Drempeln. Durch die an den seeseitigen Brückentragwerken angeordneten Stauschilde kann die Bauhöhe der Hubtore um 3,50 m verringert werden. Hierdurch wird deren Eigengewicht erheblich reduziert und bei geöffneten Sperrwerkstoren das Landschaftsbild nicht beeinträchtigt.

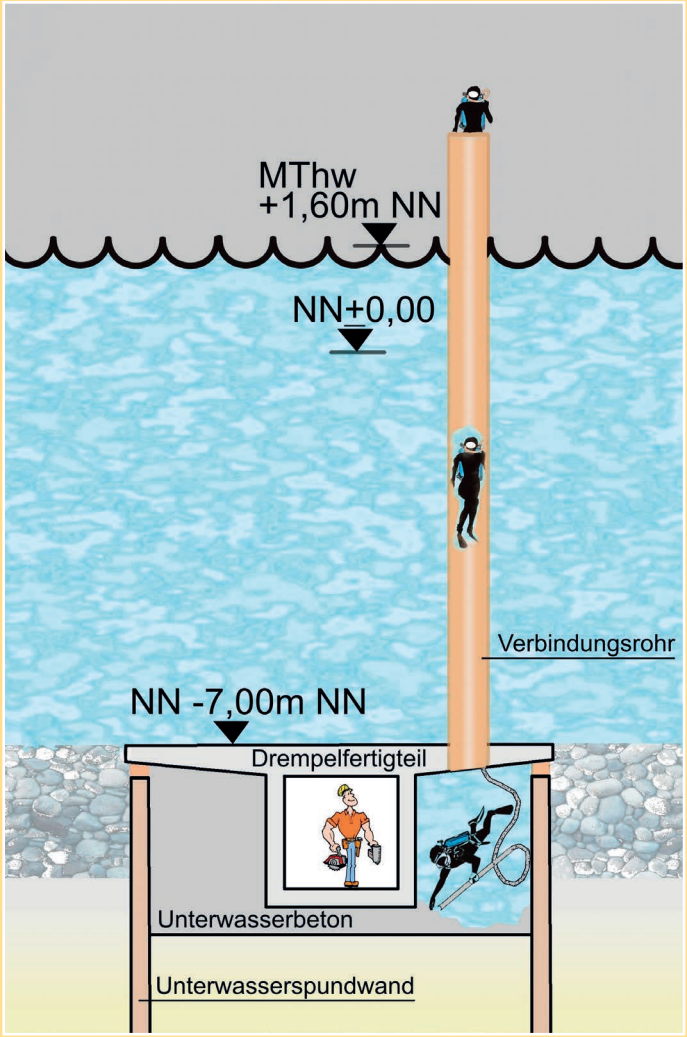
Die hohen Strömungsgeschwindigkeiten in den Sperrwerksöffnungen bei Schließ- und Ablassvorgängen erfordern eine massive Sohlsicherung ober- und unterhalb des Bauwerks.



Luftbild vom 15. Oktober 2003

Schiffsüberfuhrung
“Serenade of the Seas” am 12. Juli 2004

Panoramablick über die geschlossene Hauptschifffahrtsöffnung



Schwimmkran Rambiz in Aktion:
Der Fertigteil-Drempel wird eingebaut

Betriebstunnel

Die Drempel der Nebenöffnung 1, der Haupt- und Binnenschifffahrtsöffnung, sind mit Betriebstunneln in den Drempeln ausgestattet. Durch diese Tunnel werden alle Versorgungsleitungen vom Betriebsgebäude in die Anlage bis Strompfeiler 3 geführt, von dort weiter über die Betriebsbrücken zu den einzelnen Pfeilern bis zur Südseite.

Die Drempel der Nebenöffnungen und der Binnenschifffahrtsöffnung wurden als Fertigteile in den Niederlanden hergestellt, per Lastschiff angeliefert und durch einen Schwimmkran eingebaut.

Hierbei mussten sehr enge Maßtolleranzen eingehalten werden. Da die Montage unter Wasser stattfand, war hier der Einsatz von Tauchern erforderlich. Die Taucher mussten Unterwasserbeton in den Raum zwischen Drempel und Unterwasserspundwand einbringen. Der Zugang war nur durch eine enge ca. 11 m lange Röhre zu erreichen.

Der Drempel mit den beiden Tunneln der Hauptschifffahrtsöffnung wurde in Ortbetonbauweise hergestellt. Die Tunnel messen innen ca. 2 x 2 m im Querschnitt.

Blick in den Betriebstunnel

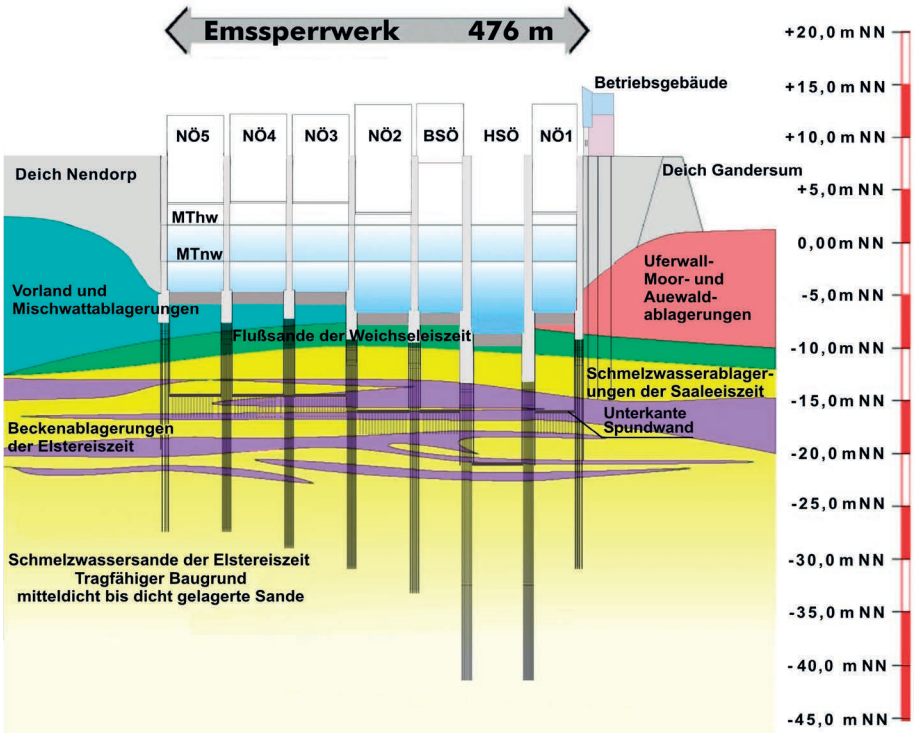
Pfeilerbaugruben (im Vordergrund Strompfeiler 2/3)

Rand- und Strompfeiler

Die bis zu 9 x 49 m großen Rand- und Strompfeiler sind auf mörtelverpressten Stahlrammpfählen bis zu 40 Meter tiefgegründet. Die Pfähle reichen in die tragfähigen Schmelzwassersande der Elstereiszeit hinein.

In den Stahlbetonpfeilern befinden sich die Betriebsräume für die Hydraulikaggregate, Elektro-, Steuerungs-, Feuerlösch- und Pumpentechnik.

Die beiden großen Strompfeiler ruhen auf je 104 mörtelverpreßten Stahlrammpfählen. Alle Arbeiten wurden vom Wasser ausgeführt, mit Baufahrzeugen, die auf Pontons standen sowie Hochbaukränen, die außerhalb der Baugruben auf Stahlpfählen gegründet arbeiten konnten. Der Beton wurde in einer Baustellenmischanlage jeweils auf der nördlichen und südlichen Seite hergestellt und mit Hochdruckpumpen in die bis zu 300 m entfernten Pfeilerbaustellen gefördert. Aufgrund der guten Schiffsanbindung konnte der größte Teil der Baumaterialien per Schiff über die Ems zur Baustelle geliefert werden.



Pumpentechnik:

Die Pumpen in den 6 Strompfeilern müssen eine Leistung von bis zu 100 Kubikmetern pro Sekunde erfüllen. Um diese Bedingung über eine Zeitdauer von max. 40 Stunden bei wechselndenTidewasserständen einzuhalten, werden zwei Pumpentypen mit den nebenstehenden Hauptdaten eingesetzt.

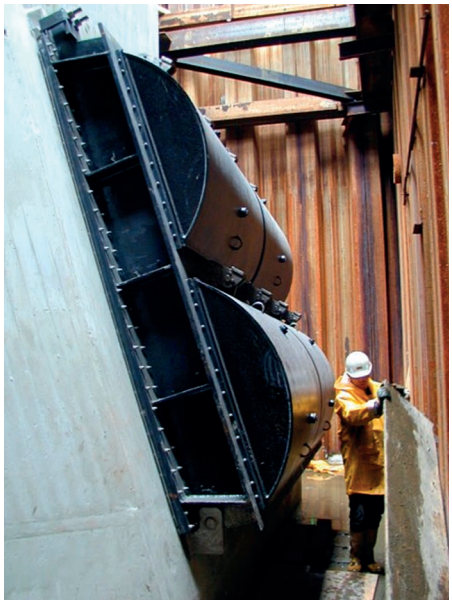
Wegen der geringen Pfeilerabmessungen musste ein beidseitiger Zulauf gewählt werden.

In aufwändigen Computerberechnungen und in einem aerodynamischen Modell wurde die Einlaufgeometrie ermittelt. Ein gleichmäßiges Anströmen der Pumpen ist somit gewährleistet.

Aufgrund der hohen Sedimentationsraten der Ems werden die Einläufe außerhalb des Pumpbetriebes mit Stahlschützen verschlossen.

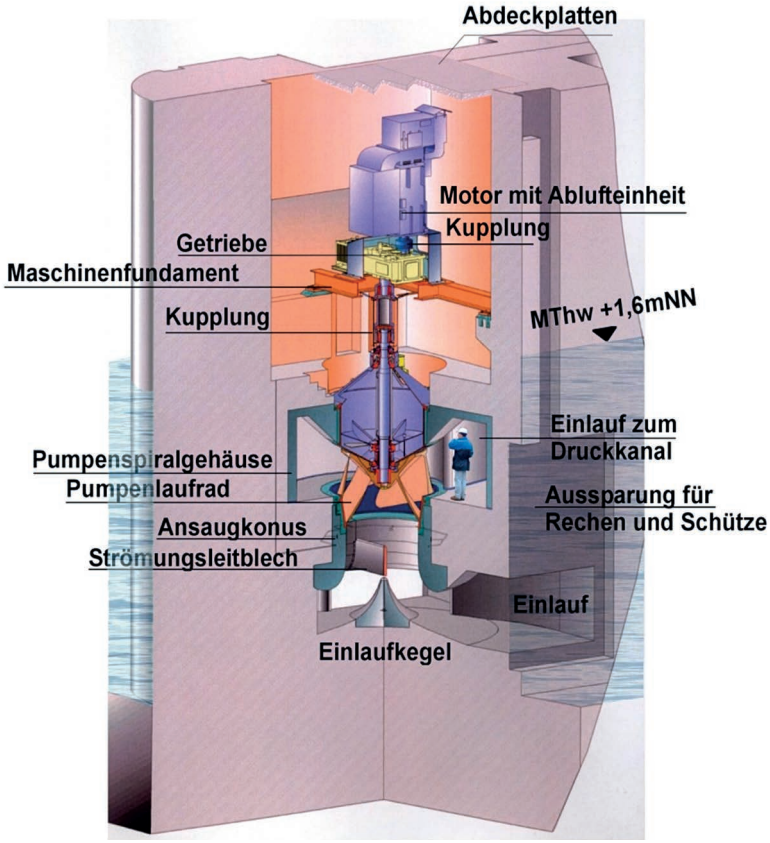
Die Ausläufe der Druckkanäle erhalten selbsttätig schließende Pumpenauslaufklappen, die in einem Rahmen montiert sind. Der Rahmen mit Klappen kann in einem Stück zu Wartungs- und Reparaturzwecken demontiert werden. Der Einlaufkegel, der Saugkonus und vor allem die Pumpenspirale wurden vorab in hochwertigem Beton hergestellt und als Fertigteile in die Pfeiler eingesetzt.

Pumpeneinlaufschütze



Pumpenauslaufklappen

Pumpen im Emssperrwerk	Große Strompfeiler 1, 2, 3	Kleine Strompfeiler 4, 5, 6
Laufrad	Halbachsial	Halbachsial
Laufraddurchmesser	2622 mm	2260 mm
Förderhöhe	5,24 m	5,18 m
Drehzahl	121/min	126/min
Wirkungsgrad	83 %	87 %
Kapazität	18,205 m³/s	10,862 m³/s
Motorleistung	1350 kW	750 kW
Einlaufhöhe des Pumpenkanals	NHN - 6,00 m	NHN - 4,60 m
Auslaufhöhe d. Pumpenkanals	NHN - 6,50 m	NHN - 4.00 m
Einlaufschütze	4 Stück je Pfeiler, Abmessung 3,42 m x 2,02 m u.2,90 x 1	
Auslaufklappen	4 Stück je Pfeiler, Abmessung max. 2,1 m breit und 1,3 m hoch	
Pumpkanal	bis zu 4,00m breit und 2,60m hoch	



Schematischer Schnitt durch die Pumpentechnik in einem Strompfeiler

Einlaufkegel im Bauzustand

Einheben der Pumpe

Korrosionsschutz

Aufgrund der Verwendung unterschiedlicher Stahlsorten und des hohen Salzgehaltes wurde große Sorgfalt auf den Korrosionsschutz der Stahlbauteile gelegt. Dieser reicht vom passiven Korrosionsschutz mit mehrschichtigen Epoxidharz-Anstrichen über kathodischen Korrosionsschutz der Spundwände bis zum Einbau von Opferanoden an den ständig unter Wasser liegenden Bauteilen.

Die Korrosion der unter Wasser liegenden Metalle kann durch eine elektrochemische Reaktion verringert oder ganz verhindert werden. Durch Eintrag einer positiven Energiequelle an den Spundwänden und durch Opferanoden an anderen Stahlteilen wird so wirkungsvoll und zuverlässig das Metall geschützt. Einen ähnlichen Effekt erzielt man durch Verwendung von zinkhaltiger Farbe, wie sie bei allen Stahlteilen des Emssperrwerkes verwendet worden ist.

Opferanoden am Verschlusskörper mit Kreisseitenscheiben der Hauptschifffahrtsöffnung beim Emssperrwerk

Leer: Neubau des Schöpfwerkes am Leda-Sperrwerk

Umweltbelange und Wasserwirtschaft

Mit dem südlichen Anschlussdeich werden im Nendorper Vorland etwa vier Hektar „atlantische Salzwiese“ überbaut. Als Ersatz dafür sind u.a. zehn Hektar intensiv genutztes Vorland im Bereich der Ledamündung erworben und dem Vogelschutz zur Verfügung gestellt worden. Weitere 110 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche wurden im Nendorper und Midlumer Vorland für Kompensationsmaßnahmen erworben. In diesen Bereichen wurden Blänken angelegt, Sommerdeiche geöffnet und der Boden-Wasserhaushalt optimiert. Sofern landwirtschaftliche Nutzung zum Erhalt der Salzwiesen-Vegetation notwendig erschien, wurde diese extensiviert und auf den Schutz der brütenden Wiesenvögel abgestimmt. Im Bereich der Ledamündung wurden weitere Flächen für den Vogelschutz erworben, im Midlumer Vorland sowie weiter stromaufwärts neue Seitengewässer zur Entwicklung der Fisch- und wirbellosen Gewässerfauna geschaffen. Schließlich wurde das Petkumer Siel zur Verbesserung der Fischdurchgängigkeit technisch umgestaltet.

Als Ausgleich für die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch die baulichen Anlagen wurden zwischen Leer und Herbrum 26 Hektar Auewald und am Ostrand von Emden mehr als 200 m Feldgehölzreihen, Kopfweiden und Straßenbäume gepflanzt.

Der Erfolg aller Kompensationsmaßnahmen wurde über fünf Jahre wissenschaftlich untersucht und in einem Schlussbericht dokumentiert. Darin konnte dem überwiegenden Teil aller Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen die erfolgreiche Umsetzung attestiert werden. Allein einige der angelegten Seitengewässer verloren durch rasche Verlandung die ihnen zugedachte Funktion. An ihrer Stelle werden in den Jahren 2012 und 2013 neue naturnahe Gewässer und Überschwemmungsbereiche im Leda-Jümme-System geschaffen.

Für den Staufall müssen eine Vielzahl von Umweltparametern in der Ems beachtet werden. Durch das Anstauen der Ems ist die Vorflut für die entlang des Stromes liegenden Entwässerungsgebiete und das Leda-Jümme-Gebiet sicherzustellen. Aus diesem Grund wurde die Pumpleistung einiger Schöpfwerke an das Stauziel von max. +2,7 m NHN angepasst. Für die Hochwassersicherheit des Leda-Jümme-Gebietes wurde neben dem Ledasperrwerk ein Schöpfwerk mit einer Förderleistung von 40 m³/s errichtet. Dieses Schöpfwerk verbessert auch außerhalb eines Staufalles den Hochwasserschutz im Leda-Jümme-Gebiet erheblich.

Schiffsüberführungen locken immer wieder begeisterte Besucher zum Emssperrwerk. Auf der Gandersumer wie auch auf der Nendorper Seite befinden sich Informationshäuschen mit interaktiven Säulen.

ZEITLICHER PLANUNGS-, VERFAHRENS- UND BAUABLAUF

03.03.1997 Bildung des Projektteams „Bau eines Emssperrwerks“ bei der Bezirksregierung Weser-Ems und Erteilung des Planungsauftrages

21.03.1997 Scopingtermin in Warsingsfehn (1. öffentliche Vorstellung der Planung)

09.05.1997 Vorlage der Machbarkeitsstudie zur Errichtung des Sperrwerks mit einem Kostenrahmen von 353 Mio. DM

08.07.1997 Beschluss der Landesregierung zur Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens

15.08.1997 Antrag auf Durchführung eines Planfeststellungsverfahrens

05.09.1997-06.10.1997 öffentliche Auslegung der Pläne

15.12.1997 - 05.02.1998 Erörterungstermin an insgesamt 15 Tagen in der Nordseehalle in Emden

26.01.1998 das Projektteam wird infolge der Verwaltungsreform in den Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz eingegliedert

19.03.1998 Auftrag zum Bau des Sperrwerks an die ARGE EMSSPERRWERK aus den Firmen HOLZMANN/BUNTE/MÜSING/NEUMANN nach Durchführung eines EU-weiten Wettbewerbs und nachfolgender Ausschreibung unter einem ausgewählten Bieterkreis

14.08.1998 Planfeststellungsbeschluss der Bezirksregierung mit Anordnung der sofortigen Vollziehung für das Sperrwerk nur mit seiner Sturmflutschutzfunktion

26.08.1998-08.09.1998 Auslegung des Beschlusses

09.09.1998 - 08.10.1998 Klagefrist innerhalb eines Monats nach Zustellung

14.09.1998 Baubeginn des Sperrwerks mit Baustelleneinrichtung

17.09.1998 1. Rammschlag im Bereich der Norduferwand stromab von Gandersum

25.11.1998 Baustopp durch Verwaltungsgericht Oldenburg

07.05.1999	Antrag auf Anordnung der sofortigen Vollziehung für das Gesamtvorhaben
22.07.1999	Planergänzungsbeschluss mit Anordnung des Sofortvollzuges
26.10.1999	Beschluß des Verwaltungsgericht Oldenburg zu den Eilanträgen von Gegnern: „Der Antrag auf Gewährung vorläufigen Rechtsschutzes wird abgelehnt.“
27.10.1999	Bekanntgabe des Beschlusses durch Verwaltungsgericht, seit Mittag wird wieder auf der Baustelle gearbeitet
30.06.2001	ursprünglich vorgesehene Fertigstellung des Sperrwerks
April 2002	Insolvenz des Ph. Holzmann-Konzerns, die verbleibenden Firmen übernehmen den Anteil Holzmanns
16.05.2001	Urteil des Verwaltungsgerichtes im Hauptverfahren mit Abweisung der Klage des B.U.N.D. (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.)
7.09.2001	Antrag von Gegnern auf Zulassung der Berufung beim Oberverwaltungsgericht Lüneburg und Zulassung der Berufung
19.03.2002	Beschluss des Oberverwaltungsgerichts Lüneburg auf Zulassung der Berufung gegen das Urteil vom 16.05.2001
06.09.2002	Feierliche Inbetriebsetzung des Sperrwerks durch Bundeskanzler Gerhard Schröder und Ministerpräsident Sigmar Gabriel
02./03.11.2002	Probestau und gleichzeitige Inbetriebnahme des Sperrwerks
04.11.2002	Planergänzungsbeschluss mit Anordnung des Sofortvollzuges für den Betriebsplan
02.12.2004	Oberverwaltungsgericht Lüneburg weist Berufung des B.U.N.D. zurück, der B.U.N.D. zieht daraufhin vor das Bundesverwaltungsgericht
05.12.2006	Endgültiger Abschluss der juristischen Verfahren vor dem Bundesverwaltungsgericht in Form eines Vergleiches mit dem B.U.N.D
2002-2013	In diesem Zeitraum wurde das Sperrwerk neunmal zur Abwehr von Sturmfluten geschlossen (Höchstwasserstand am 01.11.2006 bei NHN 5,51 – das sind 3,91m über Mthw); dazu kamen 28 Schiffsüberführungen in 27 Staufällen mit Hilfe des Emssperrwerkes

Stand: Februar 2014

Betrieb und Unterhaltung des Emssperrwerks erfolgen durch:

NLWKN-Betriebsstelle Aurich
Oldersumer Straße 48 - 26603 Aurich
Telefon: 04941-176-0 - Fax: 04941-176-575
E-Mail: poststelle@nlwkn-aur.niedersachsen.de
www.nlwkn.niedersachsen.de

High-Tech im Südlichen Ostfriesland

Wer sich die Details dieses imposanten Wasserbauwerks einmal in natura anschauen möchte, der kann an einer informativen Führung teilnehmen!

Info und Anmeldung: Touristik GmbH Südliches Ostfriesland
Ledastraße 10
26789 Leer
Telefon: 0491/91969617
Telefax: 0491/2860
www.suedliches-ostfriesland.de
E-Mail: sperrwerk@suedliches-ostfriesland.de

Gestaltung: NLWKN
Fotos: NLWKN, Meyer Werft, ARGE Emssperrwerk, IGB Hamburg, Andreas Pott
Druck: SKN Norden