

Klimasichere Region Wesermarsch

Die Zukunft der Wasserwirtschaft



**Erste Schritte auf dem Weg zu einer Klimaanpassungsstrategie
für den Landkreis Wesermarsch**



Sehr geehrte Damen, sehr geehrte Herren,
liebe Leserinnen und liebe Leser,

der Klimawandel stellt die Küstengebiete vor zentrale Herausforderungen, die maßgeblich sind für die zukünftige Entwicklung der Region. Klimaschutz und Wasserwirtschaft sind damit wichtige Themen für das Leben und Wirtschaften in der Wesermarsch.

Die vorliegende Ausarbeitung ist einer der ersten Schritte auf dem Weg zu einer regionalen Anpassungsstrategie. Damit geht der Landkreis Wesermarsch als positives Beispiel voran und leistet einen konstruktiven Beitrag zum Aktionsplan Anpassung im Rahmen der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ des Bundes.

Der Landkreis Wesermarsch unterstützt Klimaschutzbemühungen zum Einen auf der Verwaltungsebene, wo im Fachdienst Umwelt viele Klimaschutzmaßnahmen angestoßen und begleitet werden. Zum Anderen auf politischer Ebene im Arbeitskreis Klimaschutz und Klimawandel, aber auch auf wirtschaftlicher Ebene durch die Wirtschaftsförderung Wesermarsch GmbH.

Um effektiv und langfristig Lösungen für die Probleme, die mit den klimatischen Veränderungen einher gehen, zu finden, ist es wichtig, sich gemeinsam den zukünftigen Herausforderungen zu stellen. Durch die Zusammenarbeit der zahlreichen Akteure aus Verwaltung, nichtstaatlichen Organisationen, Wirtschaftsunternehmen, selbstorganisierten Verbänden der Wasserwirtschaft und des Küstenschutzes sowie durch den Zusammenschluss zum Regionalforum, wurde der Dialog gefördert und eine gemeinsame Klimaanpassungsstrategie entwickelt.

Ich freue mich, dass dieses Projekt als Grundlage für weitere Klimaschutzbemühungen in der Region dienen und neue Impulse für die nachhaltigen Bemühungen hin zu einer klimasicheren Wesermarsch geben kann.



Michael Höbrink
- Landrat -



Inhalt

Einleitung – Chancen für eine zukünftige Entwicklung	4
Wasserwirtschaft in der Wesermarsch	
🚦 Geschichte: Zu- und Entwässerung	6
🚦 Geschichte: Trinkwasserversorgung	7
🚦 Zu- und Entwässerung heute – ein Modell für Morgen?	8
Mögliche Folgen des Klimawandels	
🚦 Meeresspiegelanstieg	10
🚦 Szenarien des Weltklimarates	12
🚦 Auswirkungen auf den Wasserhaushalt in der Wesermarsch	14
Heutige Herausforderungen und zukünftige Entwicklung	
🚦 Ein Entwicklungsbild für den Landkreis Wesermarsch	16
Chancen für eine zukünftige Entwicklung	
🚦 Ideensammlung für den ländlichen Raum	18
🚦 Ideensammlung für den städtischen Raum	22
🚦 Beteiligung erwünscht!	26
Anhang – Thematische Karten	
🚦 Böden und Bodenfunktionen in der Wesermarsch	28
🚦 Höhenkarte der Wesermarsch	32
🚦 Bauwerke der Wasserwirtschaft in der Wesermarsch	33
Partner der Wesermarsch in „Climate Proof Areas“	34
Wie geht es in Zukunft weiter?	35
Impressum	37



Chancen für eine zukünftige Entwicklung

Gemeinsame Schritte auf dem Weg zu einer **Klimaanpassungsstrategie**

Der Landkreis Wesermarsch ist von drei Seiten von Wasser umgeben. Auf der westlichen Seite liegt der Jadebusen, eine von mittelalterlichen Sturmfluten geschaffene Meeresbucht. Im Osten begrenzt die Tideweser den Landkreis, die im Norden in die Nordsee mündet. Im südlichen Bereich der Wesermarsch fließen die Hunte und einige kleinere Flüsse von der angrenzenden Geest in die Weser. Somit ist der Landkreis zu zwei Drittel von salzigem Wasser umgeben. Traditionelle flächenhafte Nutzungen wie die Landwirtschaft wurden erst mit dem einsetzenden Deichbau und systematischer Entwässerung möglich. Diese beiden Aufgaben bilden die Grundlage für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung des Landkreises und bedürfen einer kontinuierlichen Anpassung an sich verändernde Randbedingungen. Besonders in der heutigen Zeit, in der mit gravierenden Folgen eines Klimawandels zu rechnen ist, kann eine Auseinandersetzung mit möglichen Konsequenzen für den Landkreis nicht ausbleiben. Verschiedene Personen und Institutionen haben die zukünftigen Herausforderungen erkannt und wollen sich diesen gemeinsam stellen. Aus der Kenntnis dieser Diskussionen heraus, hat das Zentrum für Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung (COAST) der Universität Oldenburg Ende 2007 verschiedene *Stakeholder** aus dem Landkreis zu einem gemeinsamen Treffen eingeladen. Als gemeinsamer Arbeitsschwerpunkt und damit drängende Problemlage in der Wesermarsch wurde die wasserwirtschaftliche Situation identifiziert. Dieser gemeinsame Arbeitsschwerpunkt wurde als Fallstudie in den Rahmen des europäischen Interreg IVB Vorhabens „Climate Proof Areas“ eingebunden. Der gemeinsame Dialog über heutige und zukünftige Fragestellungen

**Stakeholder* sind alle Personen, Institutionen oder Organisationen, die ein Interesse an einem Projekt oder Entscheidungsverfahren haben oder von ihm in irgendeiner Weise betroffen sind.

und das Aufzeigen langfristiger Lösungsmöglichkeiten standen im Mittelpunkt des Diskussionsprozesses. Als Regionalforum in diesen Prozess eingebunden waren folgende Institutionen und Organisationen:

- Landkreis Wesermarsch
- Wasser- und Bodenverbände der Wesermarsch
- Kreislandvolk Wesermarsch e.V.
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen – Bezirksstelle Oldenburg-Nord
- Regierungsvertretung Oldenburg – Landesentwicklung und Raumordnung
- Nationalpark- und Biosphärenreservatsverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“
- Wirtschaftsförderung Wesermarsch GmbH
- I. Oldenburgischer Deichband
- Oldenburg-Ostfriesischer Wasserverband (OOVV)
- BUND
- Stadt Brake (Unterweser)
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) – Betriebsstelle Brake-Oldenburg
- Gemeinde Butjadingen


Die Wasserwirtschaft im Landkreis muss sich heute mit verschiedenen Aspekten auseinandersetzen. Neben der Aufgabe, die Entwässerung in den niedrig liegenden Küstengebieten zu gewährleisten, gehört heute auch die notwendige Zuwässerung der Fläche mit Frischwasser. Für die Unterhaltungsverbände im nördlichen Bereich des Landkreises ist das mit der Entnahme von Flusswasser aus der Weser verbunden.

Die seit 100 Jahren durchgeführten Korrekturen der Weser führten zu einer Verschiebung der Brackwasserzone flussaufwärts und gleichzeitig einer daran gekoppelten Verlagerung der Zuverserungsbauwerke nach Süden. Eine verbesserte Entwässerung führte in einigen Bereichen des Landkreises zu Sackungen der Geländeoberfläche. Die dadurch immer größer werdenden Höhenunterschiede zwischen zu entwässernder Fläche und den Siel- bzw. Schöpfwerken verschärfte die Entwässerungssituation weiter.

Das Entwässerungssystem ist auf das gesamte Verbandsgebiet ausgelegt gewesen. Städte, die im Einzugsbereich einiger Unterhaltungsverbände liegen, sind in den letzten Dekaden gewachsen und verursachen durch zunehmende Flächenversiegelung einen höheren Bedarf an Entwässerungskapazität.

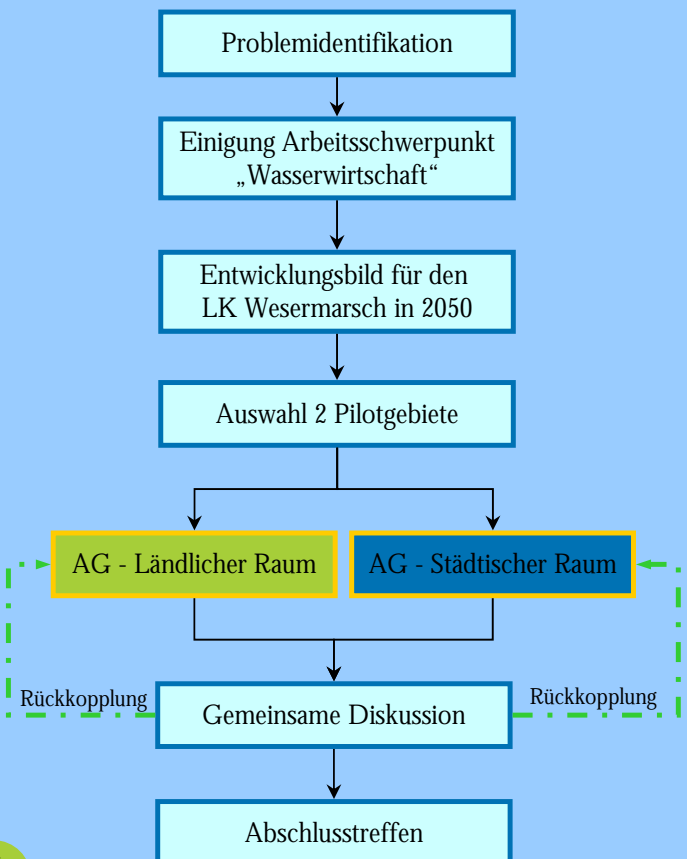
Im Rahmen des deutschen Teils des Vorhabens „Climate Proof Areas“ wurden aufgrund der oben skizzierten Aspekte im Regionalforum zwei Pilotgebiete tiefergehend diskutiert:

 **Ländlicher Raum.** Dieses Pilotgebiet umfasst die Unterhaltungsverbände Butjadingen, Stadland und Jade.

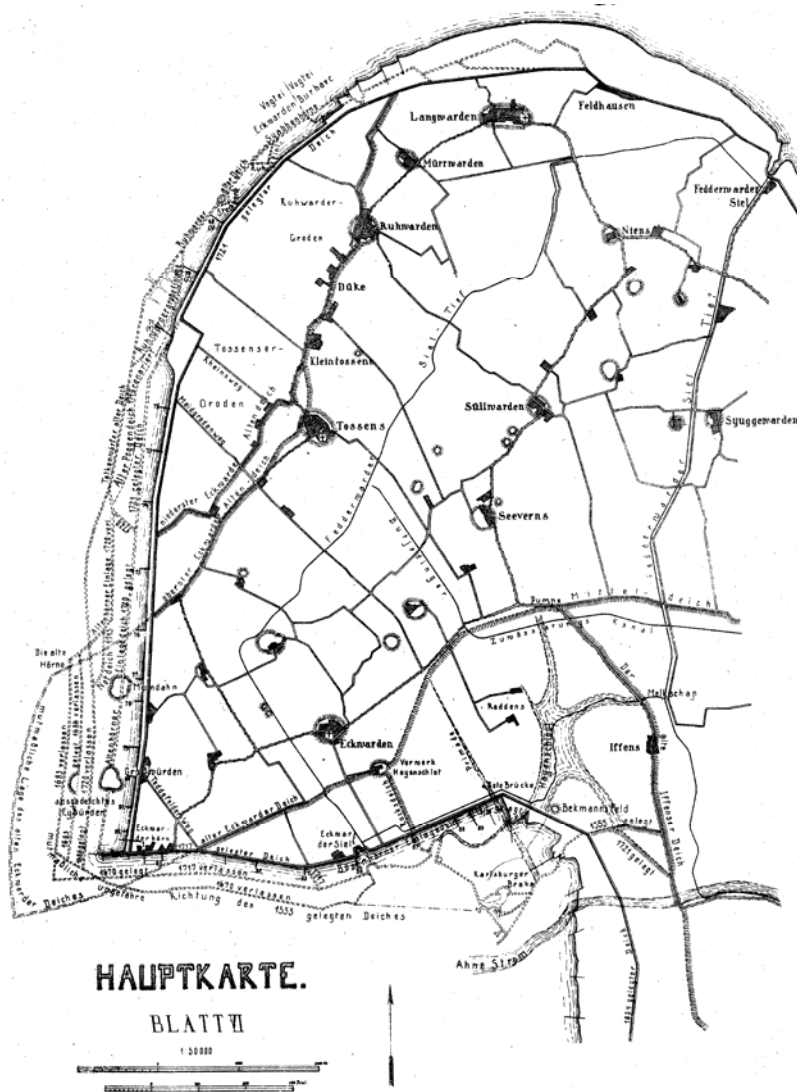
 **Städtischer Raum.** Dieses Pilotgebiet umfasst den Bereich der Braker Sielacht, die überwiegend von landwirtschaftlich genutzter Fläche und städtischer Bebauung geprägt ist.

Dem nebenstehenden Diagramm ist der Prozessablauf des deutschen Vorhabens zu entnehmen. Phasen der intensiven Einbindung der Teilnehmer, beispielsweise in Einzelterminen oder in Fokusgruppen, wechselten sich über die gesamte Projektlaufzeit

ab. Die Aufteilung in zwei Arbeitsgruppen ermöglichte die intensive Arbeit und Diskussion über spezifische Problemlagen in den oben genannten Pilotgebieten. Die hier erarbeiteten Ergebnisse wurden anschließend dem gesamten Regionalforum vorgestellt, um eine gemeinsame Diskussion anzuregen und Lösungsansätze zu finden.



Geschichte der in der Zu- und Entwässerung



Karte westliches Butjadingen (ganz links). Quelle: O. Tenge (1912): Der Butjadinger Deichband.
Pflege der Sieltore in Großenstel (links). Quelle: F. Frerichs für die Kreiszeitung Wesermarsch (Hrsg.), o.J.



Entwicklung der Küstenlinie

Die Form der Küstenlinie Butjadingens ist eine Folge der mittelalterlichen Sturmfluten, der daraus resultierenden Meereseinbrüche und der Eindeichung. Bis ins 1. Jh. n. Chr. zurückgehende Dorfwurten wie Eckwarden und Sillens bilden den Kern der Besiedlung. Den südlichen Teil der Halbinsel (Stadland) prägen ehemals vermoorte Sietländer, die seit dem 12. Jh. urbar gemacht wurden. Charakteristisch sind Moorrandreihensiedlungen und reihenförmige Wurtenketten.

Im Frühmittelalter zog sich die Küstenlinie vom heutigen Wilhelmshaven in nordöstlicher Richtung über Butjadingen zur Außenweser hin. Im Jahr 1164 durchbrach die Julianenflut den Deich und bildete die Jade, die tief in das Landesinnere vordrang. Der Einbruch des Jadebusens erreichte seine größte Ausbreitung mit der Antoniflut (1511). Die schweren Sturmfluten des 14. Jh. führten zum Zerfall des Landes Rüstringen in einen westlichen und einen östlichen Teil. Die hierbei durchgebrochene Heete ließ Butjadingen zu einer Insel werden. Nach einer weiteren Flut (1362) und dem Durchbruch der Ahne wurde auch das Stadland zu einer Insel. Im Verlauf des 15. Jh. konnte die Heete eingedeicht werden, so dass Butjadingen und Stadland eine gemeinsame Insel bildeten. Im weiteren Verlauf des 15. und 16. Jh. konnte der südliche Ahnedurchbruch eingedämmt werden. Nachdem weitere Fluten zu Rückdeichungen an der Nord- und Westküste Butjadingens führten, wurde erst mit der Errichtung der Deichlinie von 1721 der heutige Küstenverlauf erreicht. Mit dem Deichbau entstand auch die Notwendigkeit der Entwässerung, die mit Hilfe von natürlichen und künstlichen Wasserläufen und Sielen erreicht wurde. Gleichzeitig sollten diese Überschwemmungen durch

Starkregenerereignisse und Stauwasser abwenden. Hierdurch sind, in Verbindung mit der Urbarmachung der Marschgebiete, die Voraussetzungen für eine flächenhafte Besiedlung geschaffen. Eines der ältesten Sielen in der Wesermarsch wurde bei Stollhamm entdeckt. Es handelt sich hierbei um ein Klappsiel, das wahrscheinlich während der Marcellusflut 1362 zerstört wurde. In 1625 dienten allein zwischen Nordenham und Hobenbrake zehn verschiedene Sielen der Entwässerung.

Organisation der Entwässerung durch Sielachten

Mit jeder Änderung am Deichverlauf mussten auch die Sielen immer wieder erneuert bzw. neu gebaut werden. Die Hauptlinien des Gewässernetzes orientierten sich an ehemaligen Prielen. Im Lauf der Jahrhunderte wurden die einzelnen Sielen immer wieder vergrößert. Hierbei wurden auch die Sielachten zusammengelegt und erweitert. Zu Beginn des 20. Jh. bestanden im Bereich des heutigen Entwässerungsverbandes Butjadingen und der Sielacht Stadland noch sieben Sielachten. Die Butjadinger Sielacht entstand 1888 aus der Burhaver, Waddenser, Tettenser und der Fedderwarder Sielacht. Wenige Jahre später wurde die Flagbalger Sielacht eingegliedert. Diese Einteilung der Sielachten wurde bis in die 1960er Jahre beibehalten. Für nahezu jedes Siel und das dazugehörige Gewässernetz war eine Sielacht zuständig. Mit der Einführung des Niedersächsischen Wassergesetzes wurden die Selbstverwaltungskörperschaften zu größeren Einheiten zusammengefasst. Die ältesten im Untersuchungsgebiet noch erhaltenen Sieltore sind die als massive Gewölbesielen erbauten Beckumer Siel (1896), Blexer Siel (1904) sowie das Strohauser Siel (1912).

Wasserwirtschaft Wesermarsch

Trinkwasser- versorgung

Trinkwasserversorgung (rechts) und Trinkwasserentnahmestelle (ganz rechts) in Butjadingen bis 1950;
Quelle: H. Peters in Nordwest-Heimat (Beilage der Nordwest-Zeitung), 20. Mai 2006



Trinkwasserversorgung

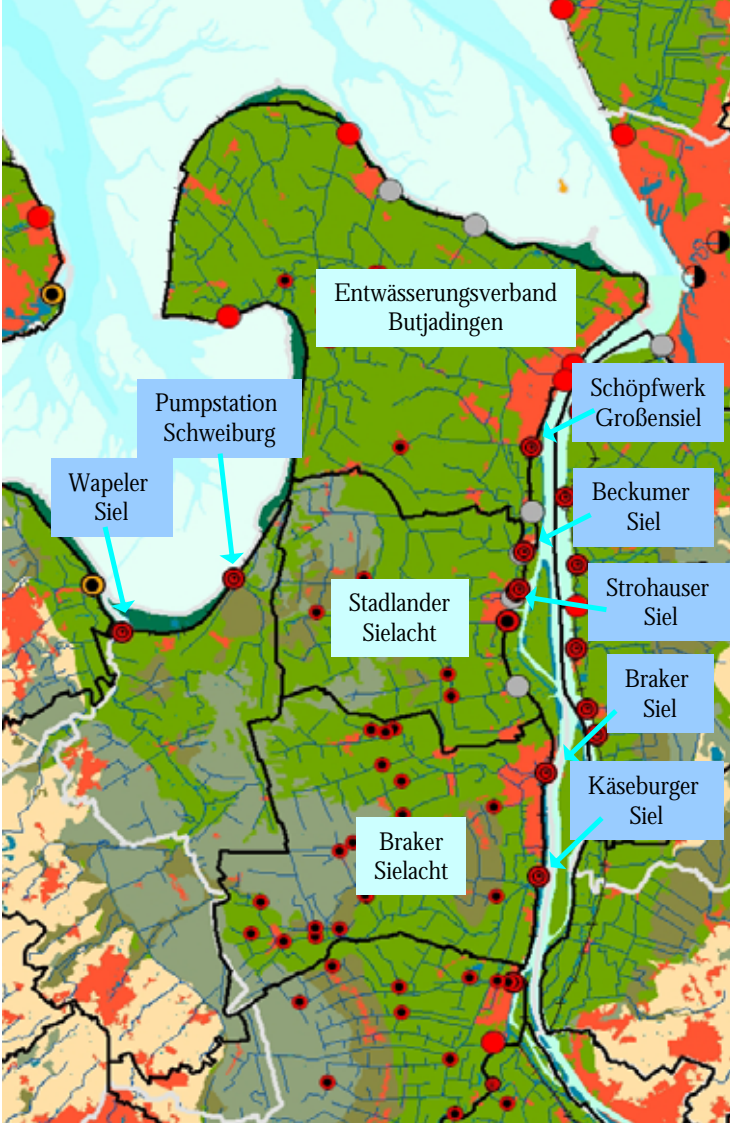
Da das Grundwasser im Bereich der Moore durch höhere Eisen- und Huminsäuregehalte und im Bereich der Küste durch hohe Salzgehalte stark beeinträchtigt ist, legten die Bewohner der Marschen früher zur Trinkwasserversorgung an der höchsten Stelle einer Wurt einen Trinkwasserteich, den so genannten Fäding, an. Mit dem Bau eines Dorfbrunnens samt Pumpe, erhielten die Wurtendörfer im Verlauf des 19. Jahrhunderts gutes Trinkwasser. Schwierig gestaltete sich jedoch die Tränkewasserversorgung des Weideviehs mit Süßwasser. Während des gesamten 19. Jh. existierten somit Bestrebungen, die Zuwässerung in Butjadingen zu verbessern und sicher zu stellen. Zu aussichtsvollen Projekten kam es erst im Zuge der Weserkorrektur (ab 1895). Ein durchgehender Zuwässerungskanal sollte die Versorgung mit Süßwasser für die sieben (siehe S. 3) nördlich von Brake gelegenen Sielachten gewährleisten.

Trotz allem quälten sich die Bewohner der oldenburgischen Marsch- und Moorgebiete bis zur Mitte des 20. Jh. mit Trinkwasserproblemen. Es fehlte an ausreichenden Mengen guten Trinkwassers für Mensch und Vieh. Zusätzlich kam es, noch bis nach dem Ende des 2. Weltkrieges, durch Niederschläge und Sturmfluten immer wieder zu Überschwemmungen.

Der überdurchschnittliche Anstieg der Bevölkerungszahlen nach dem letzten Krieg durch Flüchtlinge brachte die Trinkwasserversorgung im Weser-Ems-Gebiet in immer größere Schwierigkeiten. Die seit jeher unzureichenden Trinkwasserverhältnisse in den Marsch- und Moorgebieten verschlechterten sich zusehends. In vielen Häusern, die keine Zisternen zum Auffangen des Regenwassers hatten, wurde das Wasser aus Gräben und Graften in einem Tropffass mit Schichten aus Kies, Feinsand und Zusätzen von Kalk und Holzkohle gereinigt. In Trockenperioden lieferte ein Wasserwagen das kostbare Trinkwasser. Im Jahr 1948 gründeten die drei Landkreise Friesland, Wesermarsch und Wittmund auf Veranlassung des Oberkreisdirektors des Landkreises Wesermarsch, Bernhard von Kampen, den Oldenburgisch-Ostfriesischen Marschenwasserverband (OOMWV) mit Sitz in Jever. Die Verbandsgebiete wurden zu Beginn mit Trinkwasser des Wasserwerks Feldhausen (Wilhelmshaven) beliefert. Heute erfolgt die Trinkwasserversorgung über die Wasserwerke Nethen und Großenkneten. Nach dem Beitritt von Mitgliedern auch aus den Geestgebieten beschloss die Verbandsversammlung Anfang 1957 eine Satzungsänderung, wonach der Verband den heutigen Namen "Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband" (OOWV) erhielt. 1959 wurde das erste verbandseigene Wasserwerk in Marienhafte in Betrieb genommen. Der Sitz wurde nach Brake verlegt.

Wasserwirtschaft in der Wesermarsch

Zu- und Entwässerung heute - ein Modell für Morgen?



Darstellung der Siel- und Schöpfwerke im Hauptdeich des nördlichen Landkreises Wesermarsch. Quelle: Bundesamt für Naturschutz, Nationalpark- und Biosphärenreservatsverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“, NLKWN (siehe auch S. 29 u. 30).

Insgesamt sechs Unterhaltungsverbände sind für die Zu- und Entwässerung im Landkreis verantwortlich. Dies sind die Sielachten Mooriem-Ohmstede, Brake und Stadland sowie die Entwässerungsverbände Stedingen, Jade und Butjadingen. Die Grenzen der Verbände orientieren sich an den Wasserscheiden. Es bestehen insgesamt 3 710 km Gewässer II. Ordnung und III. Ordnung (ohne Privatgewässer und Gräben).

Gewässer II. Ordnung sind Gewässer, die von überörtlicher Bedeutung sind. Als Gewässer III. Ordnung werden alle übrigen Gewässer, z.B. Entwässerungsgräben oder Straßengräben, bezeichnet, die von den Eigentümern oder Anliegern, unterhalten werden. Sofern das Land Niedersachsen nicht die Unterhaltung der Gewässer II. Ordnung übernimmt (nach §67 Anlage 6 des Niedersächsischen Wassergesetzes, z.B. das Fedderwarder Sieltief vom Fedderwarder Siel bis zur Außenweser), sind die Wasserverbände für die Unterhaltung zuständig.

Die entlang der Küste und den Flüssen Weser und Hunte verlaufende ca. 160 km lange Deichlinie schützt die bis zu 2 m unter Normalnull (NN) gelegenen Gebiete vor Überschwemmungen. Siele und Schöpfwerke regeln die Zu- und Entwässerung. Im Binnenland werden die Wasserstände zudem von einem in sich verzweigten System aus Sielzügen, schmalere Sielgräben und Verlaten geregelt. Die Entwässerung des Niederschlagswassers erfolgt in Richtung Nordsee, Jadebusen und Weser. Insgesamt wird nahezu die Hälfte des Niederschlagswassers entwässert, wobei die freie Vorflut (Freiflut) nur für wenige Stunden bei Niedrigwasser möglich ist. Auch die höher gelegenen Geestbereiche entwässern über die niedriger gelegenen Bereiche in die Weser und den Jadebusen.

Die Wasserstände im Grabensystem werden möglichst konstant gehalten und liegen, bedingt durch die Geländehöhen, oft weit unterhalb NN. Um die Sieltiefe und Gräben u.a zur Viehtränke aufzufüllen, wird zwischen April und September Weserwasser eingeleitet. Im Herbst wird der Wasserstand in den Sieltiefen auf max. 50 cm über Sohle eingestellt, damit ausreichend Speicherraum für Niederschläge zur Verfügung steht. Die Funktionsweise der Zu- und Entwässerung in der Wesermarsch wird im Folgenden anhand des Beispiels der Verbände Butjadingen und Stadland erläutert.

Das Verbandsgebiet der Stadlander Sielacht reicht von der „Weser, linksseitig, vom Golzwarder Sieltief (einschließlich) bis zum Beckumer Sieltief (einschließlich).“ Der Entwässerungsverband Butjadingen erstreckt sich von der „Weser, linksseitig, vom Beckumer Sieltief bis zur Nordsee und Jadebusen bis zum Reitländer Zoll einschließlich Deichvorland“. Das Verbandsgebiet des Entwässerungsverbands Butjadingen umfasst 23 200 ha und erreicht somit die doppelte Größe der Stadlander Sielacht (11 600 ha).

Im Bereich der Stadlander Sielacht erfolgt die Entwässerung des gesamten Verbandsgebietes über das Strohauser Sieltief. Ältere ehemalige Sieltiefs wie das Abser Siel, das Golzwarder Siel und das Schmalenflether Siel haben keinen freien Abfluss mehr durch den Deich. Das Verbandsgebiet ist hierzu in 12 Meliorationsgebiete unterteilt. Auch die tief liegenden Moorbereiche im Westen des Verbandsgebietes werden über das Strohauser Sieltief in die Weser entwässert. Um die Entwässerung der tief liegenden Gebiete zu gewährleisten, werden folgende fünf Binnenschöpfwerke eingesetzt: Frieschenmoor, Köttermoor, Norderschwei,



Käseburger Siel- und Schöpfwerk im Süden der Stadt Brake (oben) und Käseburger Sieltief bei Großenmeer (unten, Braker Sielacht).

Süderschwei und Morgenland. Diese Schöpfwerke dienen nur der Entwässerung. Die prinzipielle Funktionsweise des Entwässerungssystems gestaltet sich folgendermaßen: Die kleineren Gräben und Gruppen entwässern in die größeren Gräben. Von dort aus fließt das Wasser dann in weitere Gräben bis es in die Hauptsieltiefe gelangt ist, z.B. in das Strohauser Sieltief. Falls dies aufgrund der Topographie nicht möglich ist, wird das Wasser mit Hilfe eines Binnenschöpfwerkes gepumpt.

Der Winterwasserstand in den Gräben sollte in der Regel 30 - 50 cm über Gewässersohle betragen. Die Regulation des Winterwasserstandes erfolgt am Mündungsschöpfwerk Strohausen. Die Verlate werden hierfür auch unten geöffnet, damit das Wasser aus der Fläche abfließen kann. Im Falle eines Wasserstandes von ca. 40 cm unter NN in den Grabensystemen muss mit dem Pumpbetrieb begonnen werden, da sonst die Gefahr besteht, dass es bei anhaltenden Niederschlägen zu Überschwemmungen kommt.

Im Verbandsgebiet Butjadingen erfolgt die Entwässerung über sechs Sielbauwerke. Dies sind das Fedderwarder Siel, das Eckwarder Siel, das Blexer Siel, das Abbehauser Siel, das Flagbalger Siel und der Butjadinger Zu- und Entwässerungskanal. Das Wasser wird sowohl in die Weser als auch in die Nordsee und den Jadebusen abgeleitet. Die Funktionsweise ist ähnlich der im Bereich der Stadlander Sielacht.

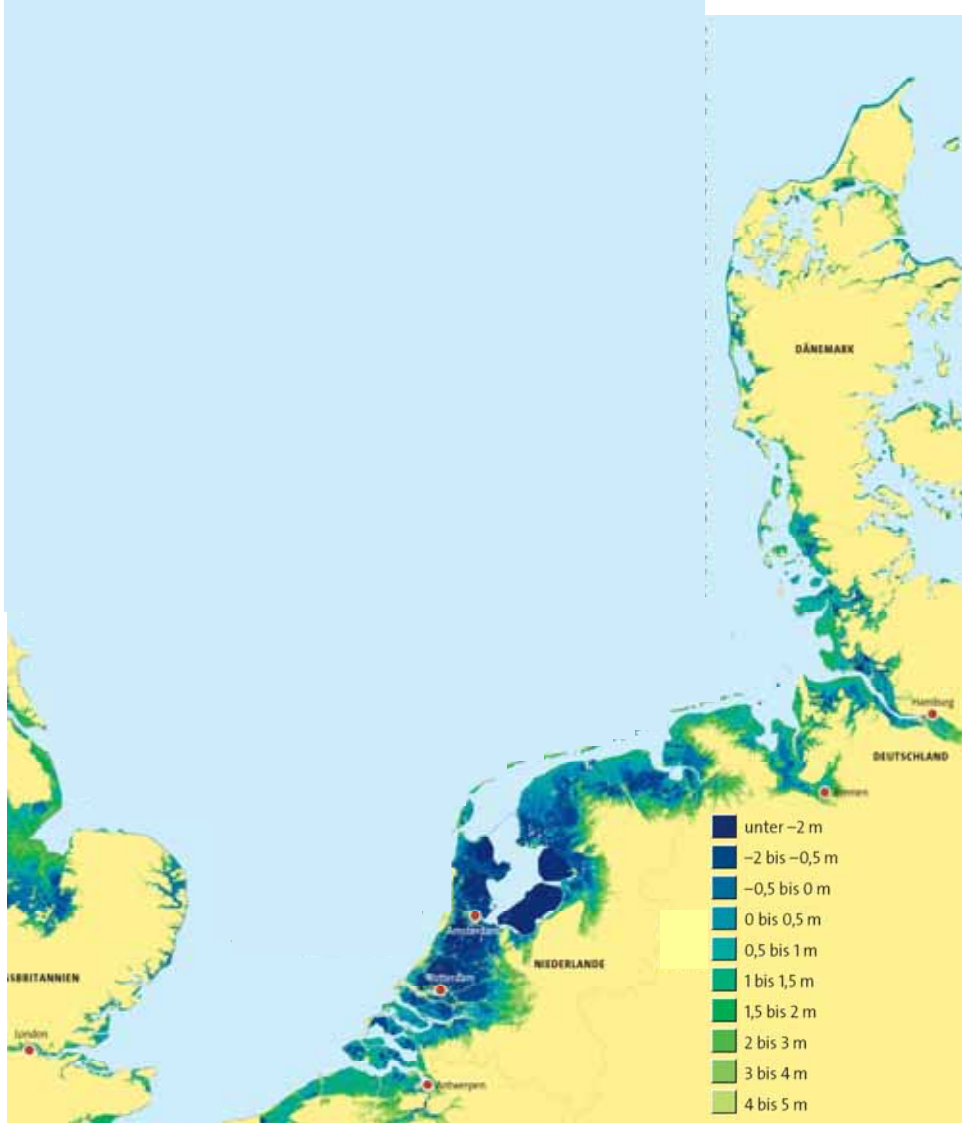
Die Zeit des Sielzuges richtet sich nach dem Binnen- und Außenwasserstand. Solange der Binnenwasserstand höher als der Außenwasserstand ist, kann mit Hilfe der natürlichen Vorflut entwässert werden. Übersteigt der Außenwasserstand den Binnenwasserstand, ist dies nicht mehr möglich. Dann müssen die Hubtore am Siel hydraulisch geschlossen werden. Ist dennoch eine Entwässer-

ung aufgrund zu hoher Wasserstände im Grabensystem notwendig, muss das Wasser mittels Schöpfwerken aus dem Verbandsgebiet gepumpt werden.

Im Sommer bei trockener Witterung muss zur Gewährleistung der landwirtschaftlichen Nutzung Wasser aus der Weser zugewässert werden. Auch die Zuwässerung wird über das Strohauser Siel durchgeführt. Der Sommerwasserstand wird höher als der Winterwasserstand und in Abhängigkeit der Witterung variabel eingestellt. Der Turnus der Zuwässerung beträgt bei trockener Witterung drei (Stadland) bzw. vier Wochen (Butjadingen). Vor Beginn der Zuwässerung wird das alte Wasser abgelassen oder abgepumpt. Die Zuwässerung erfolgt durch eine schrittweise Erhöhung des Wasserstandes im Sielsystem. Im Verbandsgebiet Butjadingen erfolgt die Zuwässerung über den Zu- und Entwässerungskanal. Dieser beginnt am Beckumer Siel am südöstlichen Ende des Verbandsgebietes und reicht quer durch das Gebiet bis in die nordwestliche Spitze. Für die Zuwässerung wird der Wasserstand im Zu- und Entwässerungskanal auf 5,90 m erhöht. Es wird versucht, in allen Zuwässerungsbezirken die Höchstwasserstände zu erreichen und zu halten. Lediglich der Bereich Augustgroden wird über das Schöpfwerk Seefeld gepumpt. Dies ist das einzige Schöpfwerk, das sowohl zur Zu- als auch zur Entwässerung genutzt werden kann. Insgesamt wird je Tide eine Menge von ca. 400 000 m³ (Stadland) bzw. ca. 150 000 m³ (Butjadingen) Wasser eingelassen, was in einer Zuwässerungsperiode von 4 (Stadland) bzw. 25 Tagen (Butjadingen) einer Gesamtmenge von ca. 3,2 Mio. m³ (Stadland) bzw. 5-7 Mio. m³ (Butjadingen) entspricht.

Ist das Zu- bzw. Entwässerungssystem damit den möglichen klimawandelbedingten Veränderungen in Zukunft gewappnet?

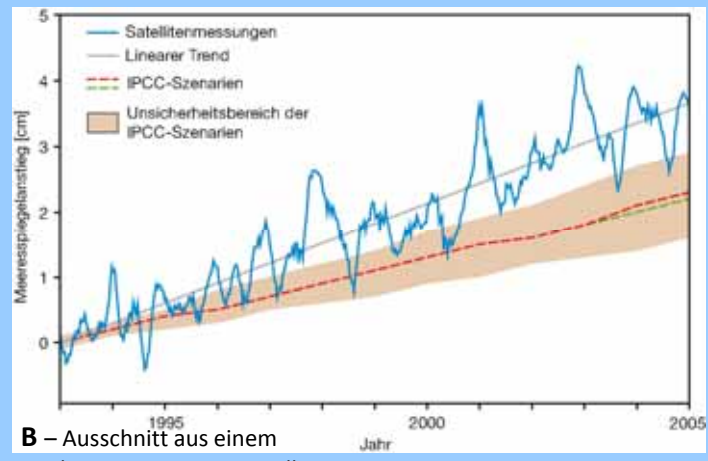
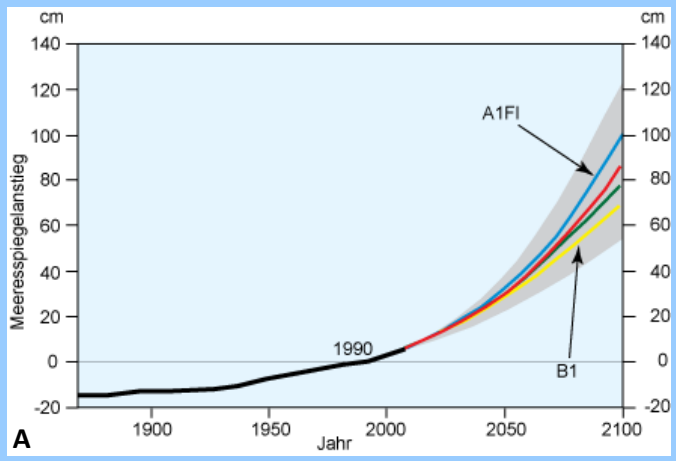
Mögliche Folgen des Klimawandels



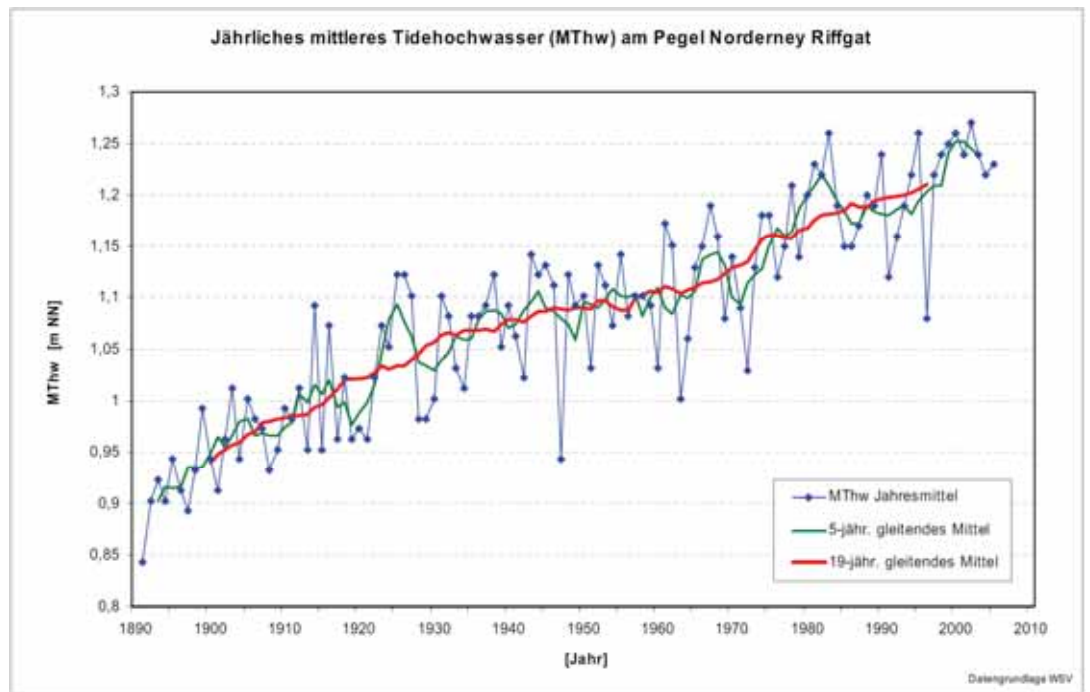
Überflutungsgefährdete Fläche in der südlichen Nordsee. Quelle: SafeCoast.

Aufgrund des flachen Reliefs ist die Höhe des Meeresspiegels für den Küstenschutz und die Entwässerung in der Wesermarsch von großer Bedeutung. Der Meeresspiegel ist seit Ende der letzten Eiszeit vor ca. 15 000 Jahren nahezu kontinuierlich um insgesamt mehr als 120 m angestiegen. Seit Beginn der Pegelaufzeichnungen an der Deutschen Nordseeküste Ende des 19. Jh. betrug der Anstieg im Mittel ca. 2,43 mm pro Jahr (siehe Abbildung oben rechts). Für die Planung von Küstenschutz und Wasserwirtschaft bis 2050 stellt die Veränderung des Meeresspiegels somit eine wichtige Randbedingung dar. In welchem Maße müssen bzw. können bestehende Küstenschutzsysteme verstärkt werden? Inwieweit wirkt sich der Meeresspiegelanstieg negativ auf die Freiflut und damit auf die Situation der Entwässerung aus? Wird die Versalzung von Grund- und Oberflächengewässern zunehmen? In der Abbildung oben links sind die Flächen dargestellt, die niedriger als 5 m unter dem Meeresspiegel liegen. Basierend auf

den Szenarien des Weltklimarates nimmt der 4. Sachstandsbericht zum Klimawandel auch Bezug auf globale Veränderungen des Meeresspiegels im 21. Jh. Entsprechend den verschiedenen Temperaturanstiegen der Szenarien ist mit einem Meeresspiegelanstieg bis 2100 um 18 - 59 cm zu rechnen. Dieser ergibt sich aus der Summe einer thermalen Ausdehnung des Meerwassers und des Abschmelzens von Eismassen auf dem Festland. Laut Rahmstorf (2007; siehe Bild A unten) ist bis 2050 mit einem mittleren Anstieg von 20 - 40 cm und bis 2100 sogar mit einem Anstieg von 50 - 120 cm zu rechnen. In der unteren Grafik (Bild B, aus WBGU 2006) sind die tatsächlich gemessenen Werte für einen Meeresspiegelanstieg (Satellitenmessung) den Szenarien des Weltklimarates von 2001 gegenübergestellt. Zu sehen ist, dass der gemessene Anstieg deutlich über den Annahmen von 2001 liegen. Nach dem Generalplan Küstenschutz von Niedersachsen und Bremen (2007) werden die Deiche derzeit unter Berücksichtigung



B – Ausschnitt aus einem längerem Messintervall



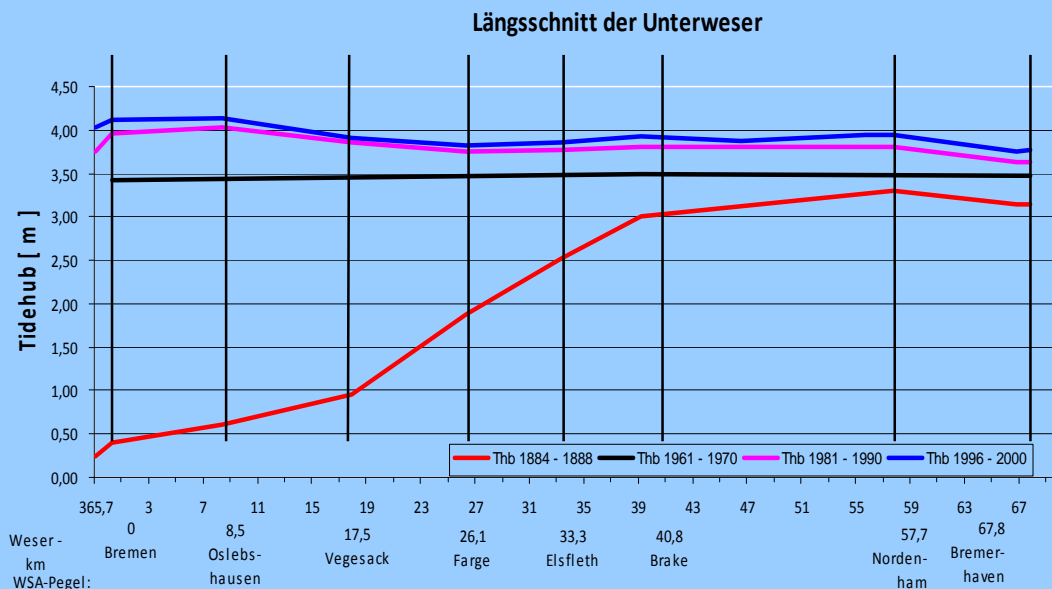
Veränderung des Mittleren Tidehochwassers (MThw) am Pegel Norderney Riffgat. Quelle: NLWKN (2007)

Meeresspiegelanstieg und Veränderung des Mittleren Tidehochwassers in der Weser

der Fortschreibung des im vergangenen Jahrhundert beobachteten Anstieg des Meeresspiegels (25 cm pro 100 Jahre) bemessen. Mehr noch als der Meeresspiegelanstieg hat in der Vergangenheit vor allem der Ausbau der Unterweser dazu geführt, dass das Mittlere Tidehochwasser im Bereich der Unterweser um ca. 40 - 60 cm angestiegen ist. Gleichzeitig ist das Mittlere Tideniedrigwasser durch den Weserausbau v.a. flussaufwärts von Brake abgesunken, so dass sich der Tidehub im Bereich der Unterweser erheblich vergrößert hat (siehe Grafik unten). Der Ausbau der Unterweser hat ebenfalls dazu geführt, dass salzhaltiges Wasser von der Nordsee bei Flut weiter flussaufwärts in die Weser fließt. Aus diesem Grunde wurde bereits in der Vergangenheit das Einlassbauwerk für die Zuwässerung in Butjadingen flussaufwärts verlegt.

Messungen der Salinität des Wasser- und Schifffahrtsamtes Bremerhaven haben gezeigt, dass seit Ende der 1990er Jahre die Spitzenwerte der Salzgehalte in den Sommermonaten an den Pegeln Nordenham, Strohauser Plate Ost und Rechtenfleth weiter angestiegen sind. Demzufolge wird aktuell intensiv über die Auswirkungen weiterer Ausbaumaßnahmen an der Unterweser und der Außenweser hinsichtlich der Wasserwirtschaft in der Wesermarsch diskutiert.

Für die Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Wasserstände an der Unterweser ist die Berücksichtigung weiterer Ausbaumaßnahmen damit von grundlegender Bedeutung.





Szenarienfamilien des Weltklimarates

Mögliche Folgen des Klimawandels für die Wesermarsch

Im Jahr 2007 wurde vom Weltklimarat der 4. Sachstandsbericht zum Klimawandel veröffentlicht. Aus ihm geht hervor, dass sich das Klima seit Mitte des 20. Jh. weltweit erheblich geändert hat (z.B. mittlerer globaler Temperaturanstieg von 0,74 °C in den letzten 100 Jahren). Im Bericht wird nachgewiesen, dass der Mensch aufgrund der Emission von Treibhausgasen einen erheblichen Anteil an diesen Veränderungen hat. Schließlich werden vom Weltklimarat basierend auf Klimamodellen Projektionen vorgestellt, die mögliche zukünftige Klimaverhältnisse beschreiben. Da aber niemand genau wissen kann, wie sich das Weltklima in Zukunft genau verändern wird, wurden von Seiten des Weltklimarates Szenarien definiert, die mögliche zukünftige Entwicklungspfade aufzeigen. Die Szenarien erzählen sozusagen „Geschichten“ (story lines), die die zukünftigen wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen beschreiben. Die vier wesentlichen Emissionsszenarien sind oben auf dieser Seite skizziert: während die A-Welten ökonomisch orientiert sind, wird für die B-Welten eher eine zukünftig ökologische Entwicklung angenommen. In den Szenarien A1 und B1 überwiegt schließlich die Globalisierung der Märkte und Politiken, während bei den Szenarien A2 und B2 regionale Wirtschaftssysteme und Politiken im Vordergrund stehen. Für diese vier Entwicklungspfade wurden vom Weltklimarat Emissionsszenarien erstellt. Aus den Emissionsszenarien ergeben sich unterschiedliche zukünftige Konzentrationen von Treibhausgasen in der Atmosphäre, die wiederum unterschiedliche Klimaszenarien zur Folge haben, die von Seiten des Weltklimarates quantifiziert wurden (z.B. globale Änderung der Temperatur).

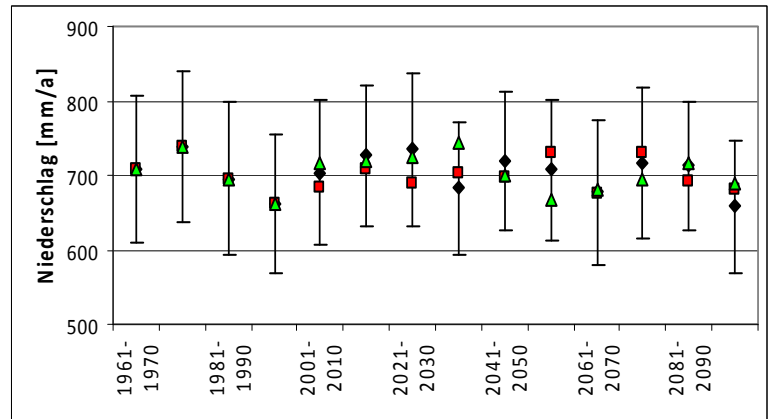
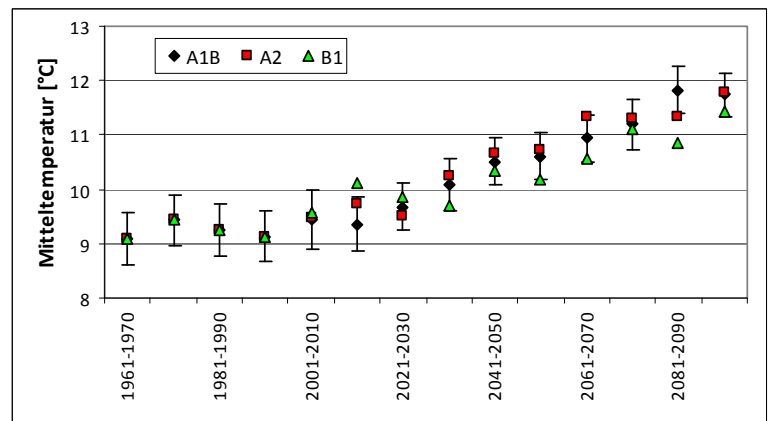
Der Bericht des Weltklimarates gibt eine Übersicht über die aktuellsten Modellrechnungen und Projektionen für mögliche zukünftige Klimabedingungen, basierend auf diesen Emissions-

szenarien. Die Kenntnis möglicher zukünftiger Veränderungen des regionalen Klimas ist notwendig, um Regionen darauf zu prüfen, ob sie „klimasicher“ sind. „Klimasicherheit“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Infrastruktureinrichtungen z.B. der Wasserwirtschaft, des Küstenschutzes oder der Energieversorgung auch unter veränderten Klimabedingungen uneingeschränkt funktionieren.

Unerlässlich ist für eine solche Analyse die Kenntnis möglicher Veränderungen des regionalen Klimas. Die Informationen des Weltklimarates reichen dafür nicht aus, da sie vor allem globale und kontinentale Trends enthalten. Das Umweltbundesamt hat dazu Analysen regionaler Klimamodelle in Auftrag gegeben, um mögliche Klimaveränderungen in verschiedenen Regionen Deutschlands analysieren zu können. Für die im Rahmen von „Climate Proof Areas“ durchgeführten Analysen wurden regionale Klimaszenarien des WETTREG-Modells (Wetterlagen-basierte Regionalisierungsmethode) verwendet, die sich laut verschiedener Studien gut für hydrologische Anwendungen eignen.

An dieser Stelle werden ausgewählte Ergebnisse der Szenarien vorgestellt. Präsentiert werden Ergebnisse für das Szenario A1B (ausgewogene Nutzung aller Energiequellen), das ein moderates Szenario einer globalisierten, ökonomisch orientierten Welt darstellt. Es ist aber wichtig zu erwähnen, dass die Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Szenarien bis zum Jahr 2050 sehr gering sind. Die Projektionen laufen erst in der zweiten Hälfte des 21. Jh. auseinander. Die hier dargestellten Veränderungen können also nach derzeitigem Wissen als wahrscheinlich angenommen werden, obwohl sie mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sind, da die verwendeten Modelle sich der Realität nur annähern können. Im Folgenden werden die möglichen saisonalen Verän-

Jahresmittelwerte Bremerhaven, WETTREG



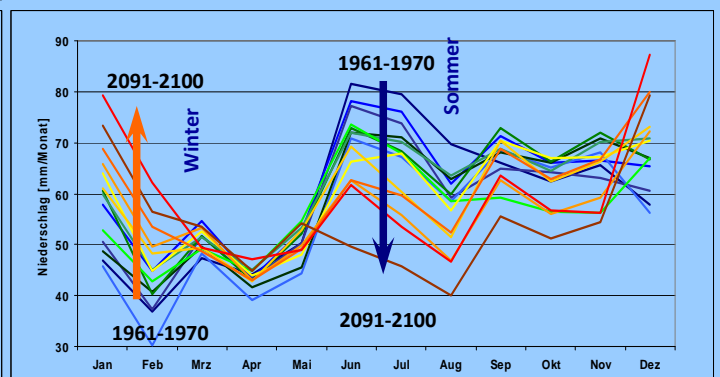
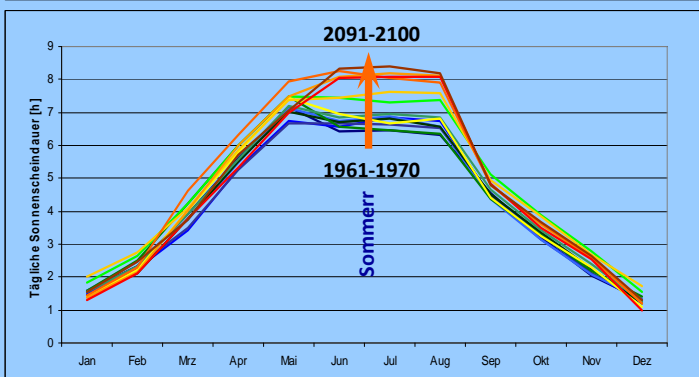
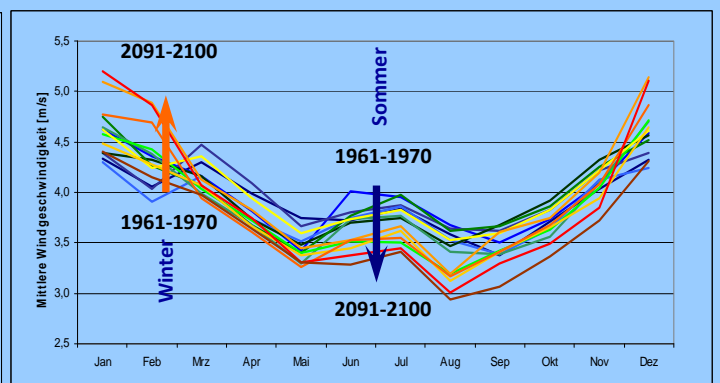
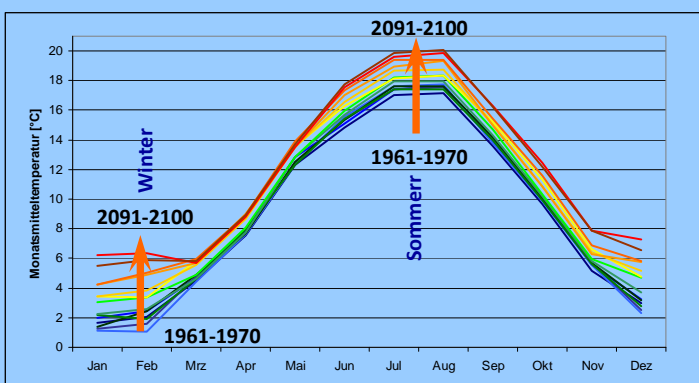
Legende für die Grafiken auf den folgenden Seiten:

- bläuliche Linien = Vergangenheit
- grünliche Linien = nahe Zukunft
- rötliche Linien = ferne Zukunft

Veränderungen des Klimas am Beispiel des A1B-Szenarios verdeutlicht. Bis 2050 sind in der Wesermarsch in etwa folgende Veränderungen zu erwarten:

- ☑ Zunahme der Jahresmitteltemperatur um 1 bis 1.5 °C
- ☑ Zunahme des Winterniederschlags um ca. 25%
- ☑ Abnahme des Sommerniederschlags um ca. 15%

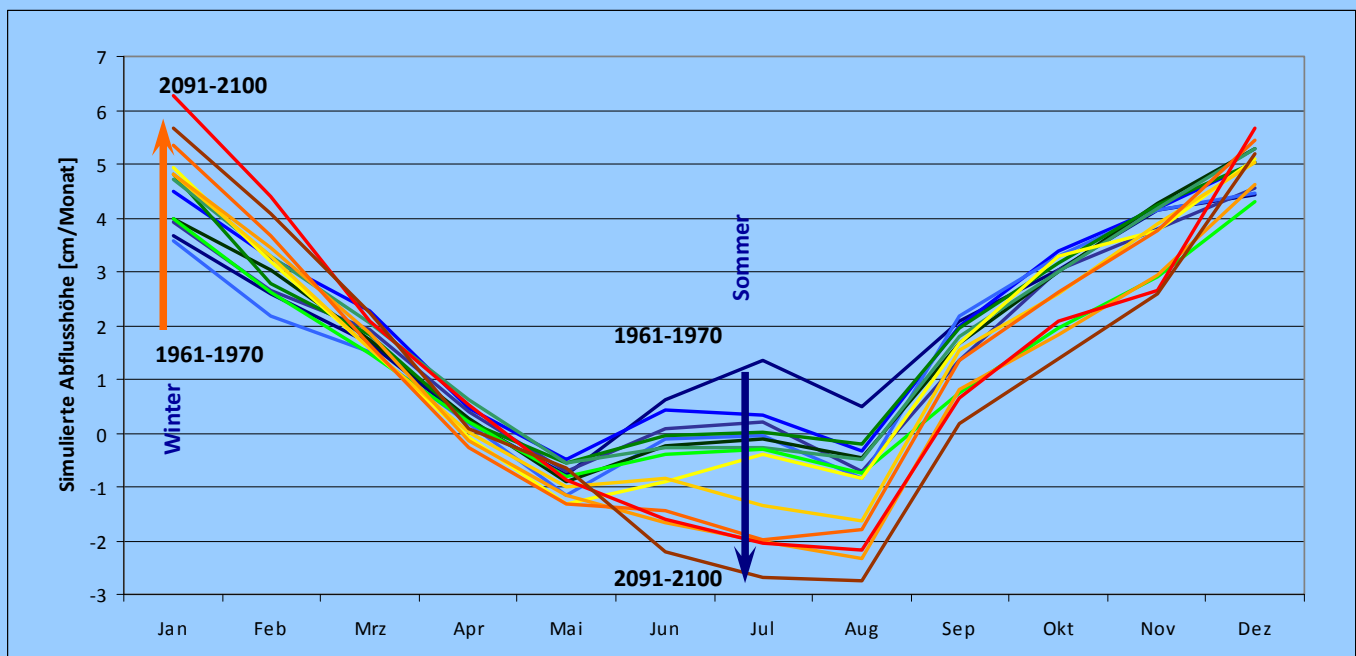
- ☑ Tendenzielle Zunahme der Windgeschwindigkeiten im Winter, Abnahme im Sommer
- ☑ Zunahme der Sonnenscheindauer um ca. 0,5-1 h pro Tag
- ☑ Zunahme der Verdunstung im Sommer wie im Winter um ca. 5-7% im Jahr





Hochwasser am Elsflether Sand (Ohr: Jahr 2009)

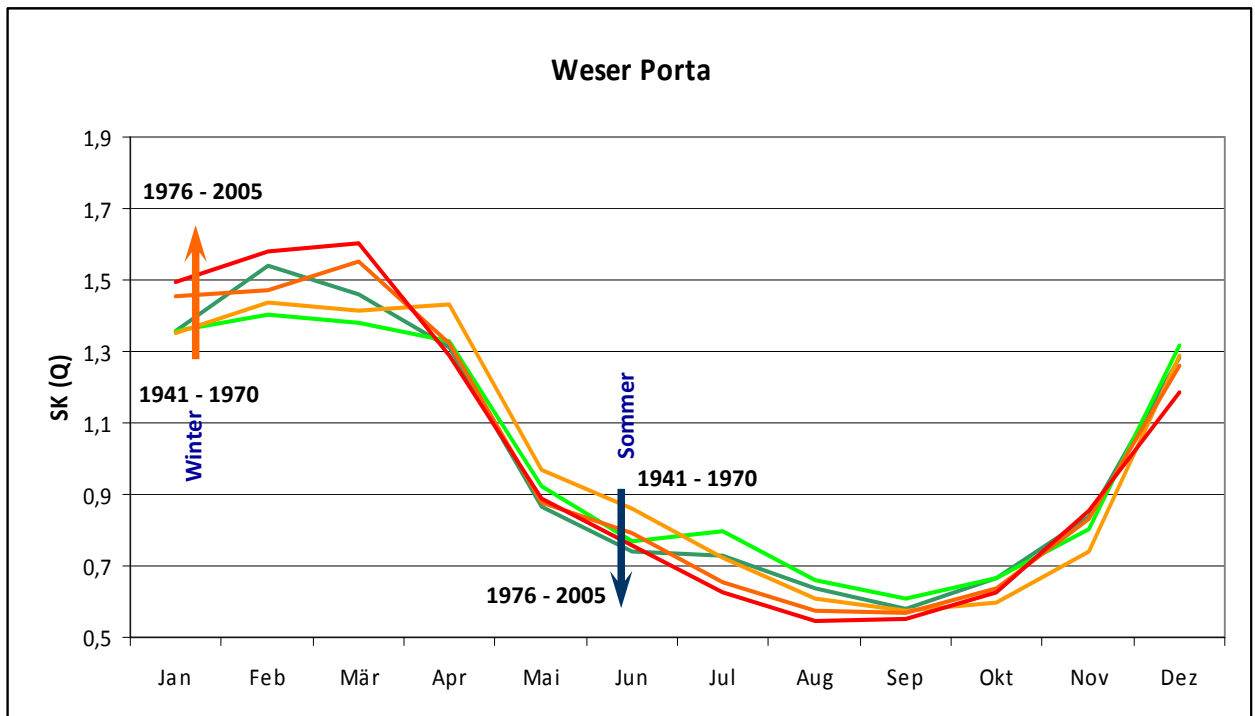
Mögliche Folgen des Klimawandels für die Wesermarsch



Neben den Einflüssen des Flussaushaus hat auch im Wesereinzugsgebiet der Klimawandel trotz Regulation des Abflusses in der Vergangenheit schon für Veränderungen gesorgt. Analysen des Abflussregimes (= typischer Jahresgang des Abflusses eines Flusses) haben gezeigt, dass der Schwankungskoeffizient $[SK(Q)]$ des Abflusses bereits seit Mitte des 20. Jh. im Winter zu- und im Sommer abgenommen hat. Der Schwankungskoeffizient setzt den monatlichen Abfluss eines Flusses in Beziehung zum mittleren jährlichen Abfluss und ist damit ein geeignetes Maß für die Einschätzung dessen saisonaler Variabilität.

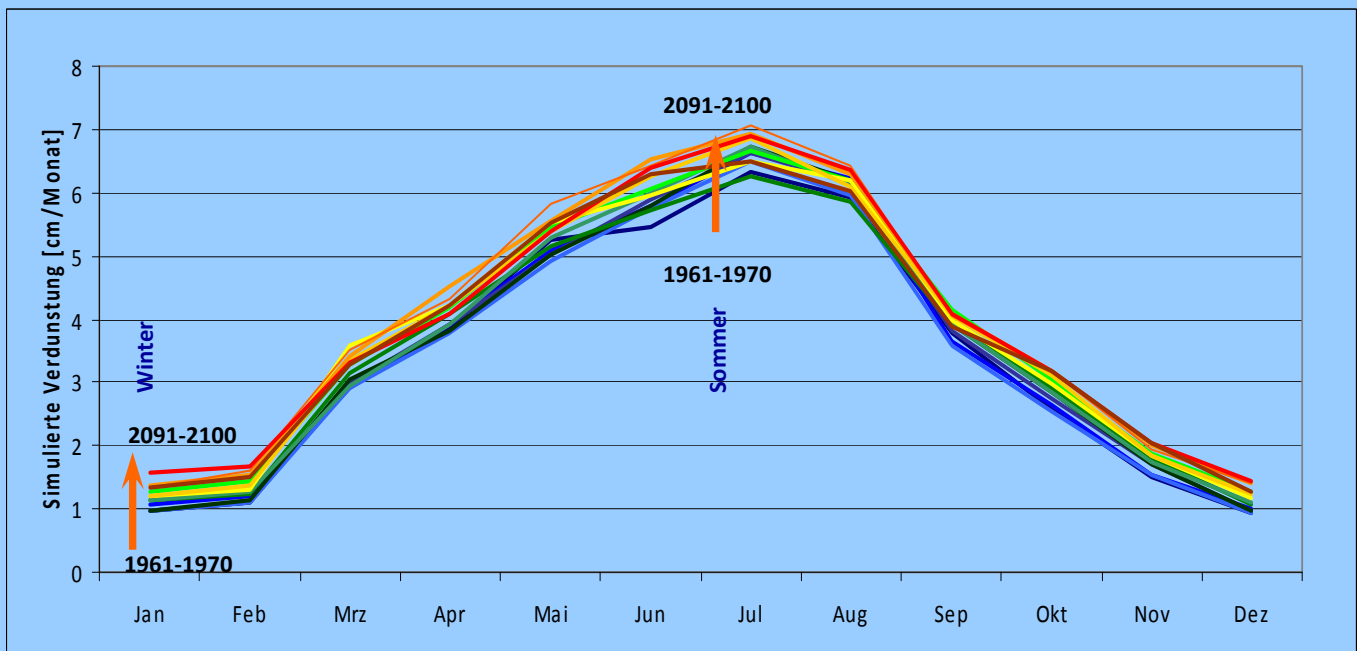
Es kann damit gerechnet werden, dass auch zukünftige Veränderungen des Klimas erheblichen Einfluss auf das hydrologische Geschehen der Wesermarsch haben.

Zur Quantifizierung des möglichen zukünftigen hydrologischen Wandels in der Wesermarsch wurde deswegen ein Wasserhaushaltsmodell ausgewählt und mit den Klimaszenarien des WETTREG-Modells angetrieben. Die Simulationsergebnisse (siehe oben) zeigen, dass aufgrund der veränderten atmosphärischen Bedingungen mit einem ganzjährigen Anstieg der



Veränderung des Abflussregimes der Weser am Pegel Porta (Bormann 2010).

Modellsimulation der Auswirkungen der WETTREG-Szenarien auf den Wasserhaushalt der Wesermarsch



Verdunstung zu rechnen ist. Aufgrund der veränderten Niederschlagsmuster wird der Abfluss, der in der Wesermarsch gebildet wird und entwässert werden muss, im Winter zunehmen. Das Wasserdefizit, das im Sommer durch Zuwässerung kompensiert werden muss, wird zunehmen. Die projizierten Veränderungen lassen demnach eine zukünftige Verstärkung der wasserwirtschaftlichen Probleme erwarten.

Die Berücksichtigung der verschiedenen Szenarien des Weltklimates hat dabei bis Mitte des 21. Jahrhunderts nur geringen

Einfluss auf die Simulationsergebnisse, während sich in der 2. Hälfte des Jahrhunderts erhebliche Unterschiede zeigen (stärkere Veränderungen für die Szenarien der A-Familie). Insgesamt ist bis zum Jahr 2050 in etwa mit folgenden Veränderungen der Wasserbilanz in der Wesermarsch zu rechnen:

- Zunahme der jährlichen Verdunstung um ca. 5-7%,
- Zunahme der Abflussbildung im Winter um ca. 15%,
- Verstärkung des Wasserdefizits im Sommer.



Heutige Herausforderungen und zukünftige Entwicklung

Ein Entwicklungsbild für den Landkreis Wesermarsch

Das Wasser ist in der niedrig gelegenen Wesermarsch das bestimmende Element. Der Küstenverlauf wurde im Verlauf der letzten Jahrtausende wiederholt durch Sturmfluten und Eindeichungen verändert und geprägt. Die hydrologischen Verhältnisse werden vor allem durch die Gezeiten der Nordsee bestimmt. Erst der Küstenschutz hat die Küstenregion in ihrer flächenhaften Besiedlung und heutigen Nutzung möglich gemacht. Die Wesermarsch wird binnendeichs zu annähernd 95% landwirtschaftlich genutzt, mit einem Grünlandanteil von über 90% an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche. Mit einer Bevölkerung von 91.665 Einwohnern (30.06.2009) ist die Wesermarsch eher dünn besiedelt. Die Einwohnerdichte beträgt 111,5 Einwohner/km² und liegt damit deutlich unter dem niedersächsischen (166,8 Einwohner/km²)

und bundesweiten Schnitt (229 Einwohner/km²). Etwa zwei Drittel der Einwohner leben entlang der Weser in Nordenham, Brake, Elsfleth und Lemwerder. Siedlungsschwerpunkte bilden die beiden Hafenstädte Brake und Nordenham mit insgesamt fast 50% der Einwohner des Landkreises.

Für eine landwirtschaftliche Nutzung und die Besiedlung der Wesermarsch stellt die Wasserregulierung -nach dem Deichschutz- die wichtigste Voraussetzung dar. Das Wasser könnte ohne umfangreiche Bauwerke wie Siele, Sieltiefe und Schöpfwerke nicht in die Vorfluter bzw. die Nordsee abfließen. Insgesamt sechs Unterhaltungsverbände sind für die Zu- und Entwässerung im Landkreis verantwortlich. Dies sind die Sielachten Mooriem-Ohmstede, Brake, Stadland und die Entwässerungsverbände Stedingen, Jade und Butjadingen. Sie sorgen dafür, dass in der nassen Jahreszeit die Entwässerung und in der trockenen Jahreszeit die Zuwässerung gewährleistet sind.

Die Diskussionen im Regionalforum haben gezeigt, dass schon heute zuweilen wasserwirtschaftliche Probleme in der Wesermarsch auftreten. Diese betreffen sowohl die Entwässerung als auch die Zuwässerung, insbesondere die Versalzung des Wassers. Zwar können heute auftretende Probleme noch zum Teil auf technischem Weg gelöst werden, jedoch ist den regionalen Akteuren bewusst, dass über zukünftige Lösungen rechtzeitig nachgedacht werden muss.

In der Tabelle (links) sind die im Rahmen des Regionalforums genannten Problemlagen zusammengefasst. Die Probleme lassen sich teilweise je nach (hier

Problemlagen in verschiedenen Verbänden

Verband 1	Verband 2	Verband 3
Versiegelung und Ausgleichsflächen (Kompensation) Regenwasserrückhaltung	Stau- und Speicherraum Zuwässerung, Versalzung Abwasserentsorgung im ländlichen Raum Tourismusentwicklung	Stau- und Speicherraum Zuwässerung, Versalzung Abwasserentsorgung im ländlichen Raum Moorsackung
Zu- und Entwässerung; Zustand, Kapazität und Betriebskosten der Infrastruktur (Entwässerung, Wegesystem) Organisation, Zuständigkeit, Verwaltungspraxis; Katastrophenschutz EU-Richtlinien, Fischereiwirtschaft, Selbstreinigung der Gewässer, Kleisuchräume, Küstenschutz (1. Deichlinie), Deichvorland Kompensation, Ausgleich (A22/A20, Weservertiefung, Jade-Weser-Port)		

anonymisiertem) Verband unterscheiden. Es wurden aber auch eine Reihe überregionaler Probleme identifiziert.

Ein Entwicklungsbild für die Wesermarsch

Um Anpassungsstrategien entwickeln zu können, sind Überlegungen hinsichtlich einer zukünftigen Nutzung bzw. einer zukünftigen Darstellung der Region notwendig. Diese Funktion kann ein Leitbild übernehmen. Leitbilder definieren zum Beispiel das angestrebte Entwicklungsbild einer Landschaft in der Raumplanung. Von diesem Ordnungs- und Entwicklungsbild einer Region her will die Raumordnung unterschiedliche und konkurrierende Raumnutzungsansprüche gegeneinander abwägen und zu einer Gesamtnutzung vereinen, die für den Raum und die dort lebenden Menschen verträglich ist. Für einen Landkreis wird ein Regionales Raumordnungsprogramm aufgestellt. Dieses Programm nimmt die Aussagen und kartografischen Darstellungen aus dem Landesraumordnungsprogramm des Landes Niedersachsens auf, konkretisiert und verfeinert diese nach räumlichen und regionsspezifischen Bedürfnissen und Zielen und fügt sie zu einer regionalen Entwicklungskonzeption zusammen.

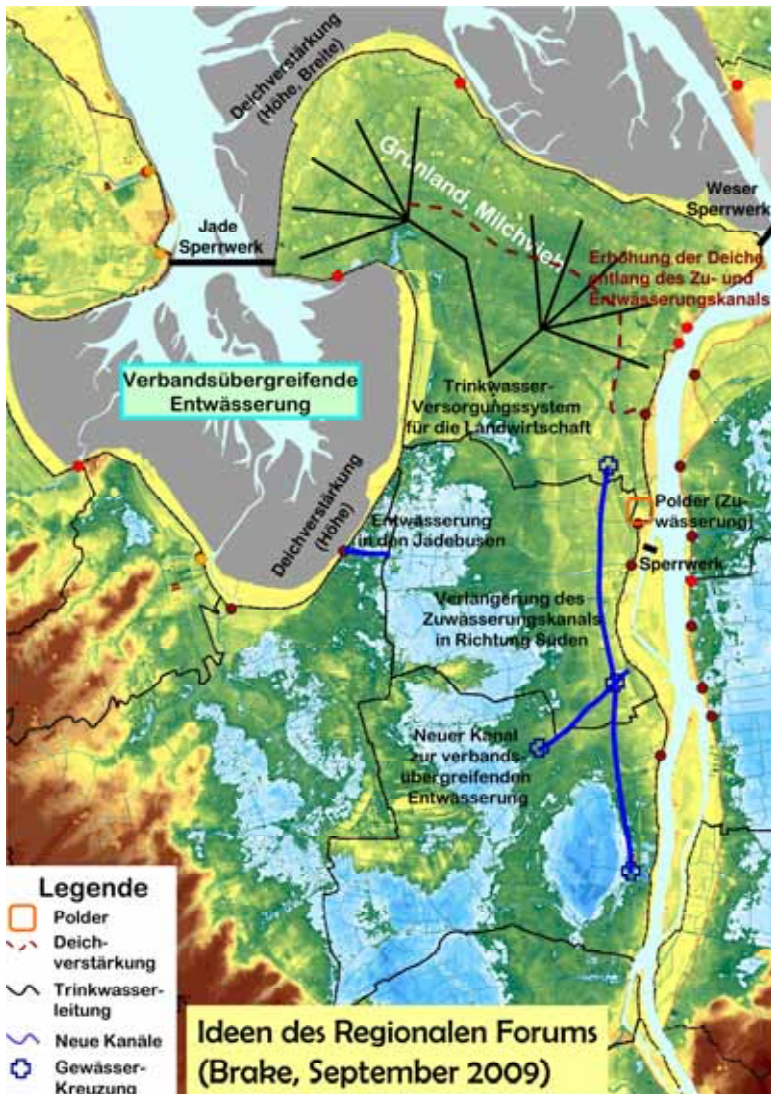
Was verstehen wir im Rahmen von „*Climate Proof Areas*“ unter einem Entwicklungsbild? Als Entwicklungsbild wird das gesamte vom Menschen wahrnehmbare Erscheinungsbild einer Landschaft und auch Stadtlandschaft verstanden. Es wird sowohl durch die Natur wie auch durch die Kultur geprägt. In unserem Fall soll das Entwicklungsbild als Vision der Menschen für den Landkreis Wesermarsch dienen. Im Rahmen des Regionalforums wurden aufgrund dessen unter den regionalen Beteiligten Vorstellungen zum Entwicklungsbild des Landkreises für das Jahr 2050 gesamt-

melt. Sie sollen die Wesermarsch im Jahr 2050 in Bezug auf verschiedenste Aspekte beschreiben: Landschaftsbild, Nutzung der Landschaft, Entwicklung der Wirtschaftszweige und des Naturschutz, usw. Zentrale Eckpunkte dieses Leitbildes aus Sicht des Regionalforums sind:

- 🌈 Die Erhaltung des Landschaftsbildes, wie es heute aussieht: Ebene, weite, grüne Landschaft, Weidewirtschaft und typische Marschengewässer wünschenswert.
- 🌈 Ein zukünftig sicheres Leben hinter dem Deich: Der Küstenschutz soll in Zukunft eine höhere Sicherheit als heute garantieren.
- 🌈 Die Möglichkeit einer nachhaltig wettbewerbsfähigen Landwirtschaft: Die Landwirtschaft soll auch in Zukunft ein wesentlicher Wirtschaftssektor sein.
- 🌈 Küstenschutz soll in Zukunft Priorität vor anderen baulichen Maßnahmen eingeräumt werden. So wird vorgeschlagen, zukünftig für Maßnahmen des Küstenschutzes keinen Ausgleich zu fordern.
- 🌈 Die nachhaltige Sicherung der Arbeitsplätze in der Wesermarsch soll in Zukunft gezielt gefördert werden. Dies kann durch eine regionale Entwicklung für ein zukünftiges Arbeiten, Leben und wettbewerbsfähiges Wirtschaften erzielt werden.

Dieses von den Beteiligten entwickelte Leitbild für das Jahr 2050 gibt die Rahmenbedingungen für mögliche Anpassungsoptionen hinsichtlich technischer Maßnahmen und alternativer Landnutzungskonzepte vor. Die regionalen Beteiligten sind also besonders am Erhalt des bestehenden Landschaftsbildes interessiert.

Chancen für eine zukünftige Entwicklung



**Die in den Regionalforen entworfenen Ideen wurden von den Teilnehmern, insbesondere hinsichtlich ihrer tatsächlichen Umsetzung und ihrer zukünftigen Auswirkungen auf die Nutzung, zum Teil kontrovers diskutiert. Eine Gemeinsamkeit ist bei den verschiedenen Ansätzen nicht in jedem Fall zu erwarten. Dennoch stellen die skizzierten Ideen und Anpassungsvorschläge ein gemeinsam entwickeltes Arbeitsergebnis dar und sind als Anregung zur Entwicklung zukünftiger Strategien zu verstehen.*

Die Legende zu dieser Karte ist auf S. 29 dargestellt.

Die Pilotflächen des ländlichen Raumes im Landkreis umfassen die Verbandsgebiete der Unterhaltungsverbände Butjadingen und Stadland. In beiden Verbänden geht es um Problemlagen, die sowohl mit der Zu- als auch der Entwässerung verknüpft sind. In der Karte sind die im Regionalforum gesammelten Ideen dargestellt, wie heutige Problemlagen angegangen und zukünftige Herausforderungen in die Lösungsfindung aufgenommen werden könnten. Auf den folgenden Seiten werden diese Ideen skizziert und einige mögliche Vor- und Nachteile angerissen.

In beiden Verbandsgebieten wird in den Sommermonaten zugewässert. Aus diesem Grund sind beide Verbände auf tränkwasserfähiges Frischwasser aus der Weser angewiesen. Der Entwässerungsverband Butjadingen musste seine Einlassbauwerke in der Vergangenheit immer weiter flussaufwärts verlagern. Mittlerweile befindet sich das Beckumer Siel am südlichen Ende des Entwässerungsverbandes.

Traditionelle Funktionen der Zuwässerung

Die sommerliche Zuwässerung in beiden Verbandsgebieten erfüllt heute zwei Funktionen:

- (i) Frischwasserzufuhr für die Tränke der Weidetiere
- (ii) Spülung der Gewässer für einen regelmäßigen Wasseraustausch

Die erst genannte Funktion war begründet in der Vermutung, dass die ersten Arbeiten an der Weser (im 19. Jh.) einen Einfluss auf die Salzkonzentration im Flusswasser haben würden und keine ausreichende Versorgung des Viehbestandes mit Frischwasser gewährleistet wäre. Die zweite Funktion der Zuwässerung beruht auf den Erfahrungen aus den Zeiten, als das „Marschenfieber“ die

Region erfasst hatte. Ein „positiver“ Nebeneffekt stellt die Viehkehrung über die Grabensysteme und damit der Verzicht auf Zäune dar. Die Trinkwasserversorgung der Menschen wurde über Trinkwasserleitungen und mit Wasser aus den südlich gelegenen Geestgebieten gewährleistet. Damit lässt sich jetzt die folgende Frage stellen: Wie stellt sich die heutige Situation dar? Beide Funktionen der Zuwässerung sollen von den Unterhaltungsverbänden weiterhin aufrechterhalten werden.

Der Ausbau der Weser ist fortgesetzt worden. Die möglichen Auswirkungen der letzten Weserausbauten (Ende des 20. Jh.) führten dazu, dass bestimmte Maßnahmen zur Verbesserung der Zuwässerungssituation planfestgestellt wurden. Mit dem aktuellen Ausbau der Weser (Stand 2010) sind die möglichen Auswirkungen auf die Verlagerung der Brackwassergrenze erneut Gegenstand der Diskussionen. Die Menschen in der Region stellen sich die Frage, welche möglichen zusätzlichen Konsequenzen durch den Klimawandel zu erwarten wären.

Auswirkungen klimatischer Veränderungen auf diese Funktionen

Die Zufuhr von tränkwasserfähigem Weserwasser wird, besonders in den Sommermonaten, erschwert werden. Die Funktion der Spülung der Gewässer und der Viehkehrung kann jedoch erhalten werden, da für den Erhalt dieser Funktionen kein Frischwasser notwendig wäre. Allerdings würde Wasser mit einem höheren Salzgehalt Veränderungen in der Grabenfauna und -flora zur Folge haben. D.h., dass für die Versorgung des Weidevieh mit Tränkwasser in Zukunft Lösungen gefunden werden müssten, sollte der Salzgehalt im Zuwässerungswasser zu hoch sein.

Ideensammlung*, den zukünftigen Herausforderungen zu begegnen

Ländlicher Raum



Ideen für die Zukunft – Lösungsoptionen für die Zuwässerung?

Die Karte zeigt Ideen für die Zuwässerung in der nördlichen Wesermarsch. Für deren Umsetzung europäische Richtlinien berücksichtigt werden müssen (z.B. Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)).

Kanalbau unter Ausnutzung bestehender Gewässer

Eine Idee wäre, den bestehenden Butjadinger Zu- und Entwässerungskanal in die südliche Wesermarsch durch die Ausnutzung bestehender Gewässer zu verlängern (blaue Linie). Ende des 19. Jh., vor Beginn der Weserkorrektur, wurden die bestehenden Sielachten im Landkreis zu größeren Einheiten zusammengefasst. Ein Grund für die Zusammenlegung kleinerer Sielachten war die erforderliche Versorgung mit ausreichend Süßwasser aus der Weser. Im Jahre 1889 entstand als Zwischenstadium die „Stadländer-Butjadinger Zuwässerungsgesellschaft“, die die vielen kleinen Sielachten aus Butjadingen und Stadland umfasste. Anfang der 1960er wurde diese Einteilung mit Einführung des Niedersächsischen Wassergesetzes wieder aufgehoben. Im Zuge der vorgestellten „Kanalidee“ zur Lösung der Zuwässerung für die beiden nördlichen Wasserverbände erscheint eine engere Kooperation über diese Grenzen hinaus sinnvoll. Auf den zweiten Blick scheinen sich die vorhergesagten Folgen des Weserausbaus heute (2010) einzustellen. Die zum damaligen Zeitpunkt umgesetzte Lösung, der Bau des Butjadinger Zu- und Entwässerungskanals, scheint eine Erweiterung nach Süden zu bedürfen. Positive Beispiele für eine vielseitige Kanalnutzung finden sich z.B. in den Niederlanden. Dort durchziehen viele Kanäle das Land und stellen eine wichtige Stütze des Entwässerungssystems dar. Viele von diesen Kanälen werden touristisch genutzt, hauptsächlich durch Freizeit-

boote. Die Anlage eines entsprechenden Kanals im Landkreis könnte bei entsprechender Auslegung eine Nutzungsoption für den Tourismus darstellen. Fahrradwege entlang eines wasserführenden Kanals, der in die Landschaft integriert ist, würde die Attraktivität der Region stärken.

Zusätzliche Trinkwasserleitung

Eine weitere Idee wäre, die vorhandenen Trinkwasserleitungen auf einen evtl. steigenden Bedarf landwirtschaftlicher Zwecke anzupassen. Dazu müsste nach Lösungen gesucht werden, wie die Versorgung des Weidevieh auf den Flächen gewährleistet werden könnte. In der Karte ist das durch die schwarzen „Finger“ im Norden des Landkreis angedeutet. In einem Planfeststellungsverfahren wurde die Idee entwickelt, einen Speicherpolder in der Nähe des Beckumer Sieles anzulegen, um dort eine ausreichende Menge Weserwasser (s. vorheriges Kapitel) zwischenzuspeichern. Für alle Ideen ist es wichtig zu berücksichtigen, dass die benötigten Mengen an Wasser und Durchleitungskapazität auch durch die genannten Ideen vorgehalten werden können.

Weitere bautechnische Lösungsmöglichkeiten stellen die mit schwarzen Balken eingezeichneten Sperrwerke im Jadebusen, in der Weser und im nördlichen Bereich der Schweiburg dar. Diese Ideen sollen verschiedene Problemlagen aufgreifen und einer Lösung zuführen.

Bau von Sperrwerken

Ein Sperrwerk in der Weser würde vielleicht die Notwendigkeit der Flussdeichanpassung mindern. Darüber hinaus könnte dieses Sperrwerk zur Aufstauung von Frischwasser eingesetzt werden, um die Funktion der Zuwässerung unter heutigen Bedingungen

Chancen für eine zukünftige Entwicklung



**Die in den Regionalforen entworfenen Ideen wurden von den Teilnehmern, insbesondere hinsichtlich ihrer tatsächlichen Umsetzung und ihrer zukünftigen Auswirkungen auf die Nutzung, zum Teil kontrovers diskutiert. Eine Gemeinsamkeit ist bei den verschiedenen Ansätzen nicht in jedem Fall zu erwarten. Dennoch stellen die skizzierten Ideen und Anpassungsvorschläge ein gemeinsam entwickeltes Arbeitsergebnis dar und sind als Anregung zur Entwicklung zukünftiger Strategien zu verstehen.*

Die Legende zu dieser Karte ist auf S. 29 dargestellt.

aufrecht zu erhalten. Trotz eines solchen Bauwerkes wäre die Schiffsdurchgängigkeit zu den Binnenhäfen zu gewährleisten. Erste Untersuchungen zu einem Sperrwerk in der Weser sind im Rahmen des Forschungsprojektes „Klimaänderung und Unterweserregion“ mit dem Schwerpunkt Küsten- und Hochwasserschutz durchgeführt worden. Eine grobe Kostenabschätzung verschiedener Optionen (Flussdeicherhöhung, Bau von Entlastungspolder, Sperrwerkbau) hat im Jahr 2000 keine dieser Varianten bevorzugt. Es wurden positive Effekte auf das Tideregime, die Strömung und die Sedimentation vermutet, aber nicht weitergehend untersucht. Negative Effekte dagegen werden durch den Sperrwerksbetrieb für die Gewässerökologie und die Vordeichländer vermutet. Erfahrungen diesbezüglich könnten vom Betrieb des Ems-Sperrwerkes gewonnen werden.

Der Gedanke, Flusswasser für die Zuwässerung auch im Verlauf der Ebbströmung zu nutzen, führte zu der Überlegung, ein Wehr in der Schweiburg zu bauen. Ein Wehr kann je nach Konstruktionsweise verschiedenartige Funktionen übernehmen. Ein Durchlassen des Flusswassers mit niedrigen Salzgehalten bei Flutströmung und der Aufstauung des Flusswassers im Verlauf der Ebbe sind denkbar. Eine tiefergehende Untersuchung dieser Option ist hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen und des Verschlechterungsverbots von Gewässern notwendig. Darüber hinaus würde der Betrieb eines entsprechenden Bauwerkes eine intelligente Steuerung der Technik erfordern, die die Salzkonzentration überwacht.

Ein Sperrwerk an der Mündung des Jadebusens zu errichten, könnte aus Gründen des Küstenschutzes (Minderung notwendiger Deichanpassung) und für die Speicherung von Süßwasser (Zuwässerungswasser für die nördlichen Wasserverbände) interessant

sein. Beispiele für die Umnutzung ehemals durch Salzwasser beeinflusste Buchten gibt es beispielsweise in den Niederlanden (Lauwersmeer, IJsselmeer). Auch an der niedersächsischen Küste sollte eine tidebeeinflusste Meeresbucht (Leybucht) abgedeicht werden, um die zum damaligen Zeitpunkt vorhandenen wasserwirtschaftlichen Probleme (Entwässerung) zu lösen. Verschiedene Lösungsoptionen wurden mit vorteilhaften Effekten für verschiedene Nutzer geplant (z.B. Freizeitschifffahrt). Die abschließend umgesetzte Maßnahme führte jedoch nicht zu einer kompletten Abdeichung der Leybucht. Die Abdeichungsidee in der Leybucht war der Auslöser für die zunehmende Berücksichtigung der naturschutzfachlichen und ökologischen Belange in technischen Planungen. Gegen die Verkürzung der Deichlinie um ca. 65 km (Deichlinienverkürzung war eine Strategie des Küstenschutzes nach der Sturmflut von 1962) sprechen die Unterschutzstellung des Jadebusens als Teil des Nationalparks „Niedersächsisches Wattenmeer“ und weitere europäische Schutzkategorien. Die Nutzung des Jadebusens als Süßwasserspeicher, aus dem dann in den Sommermonaten bei Bedarf Wasser für die Zuwässerung entnommen werden kann, hängt u.a. von der Abflussmenge der in den Jadebusen entwässernden Sielachten und Entwässerungsverbänden ab. Reicht die Wassermenge aus, um einen erforderlichen Wasserstand im Jadebusen zu gewährleisten? Welche Auswirkungen hat die Umstellung von Salz- auf Süßwasser auf den Naturhaushalt? Wie ist mit dem Umstand umzugehen, dass eine Abdeichung möglicherweise negative Auswirkungen auf das Jade-Weser-Port haben würde? Dies sind nur einige Fragen, die einer weitergehenden Untersuchung bedürfen. Darüber hinaus muss der Frage nachgegangen werden, wie langfristig diese angedachte Idee funktionsfähig gehalten werden kann, insbesondere vor dem

Ideensammlung*, den zukünftigen Herausforderungen zu begegnen

Ländlicher Raum



Hintergrund des Meeresspiegelanstiegs. [Hinweis: Oosterschelde-Sperrwerke in den Niederlanden (S. 31 und www.deltacommissie.com). Letztgenannter Punkt, der langfristigen Funktionsfähigkeit und die Möglichkeit der flexiblen Anpassung an sich ändernde Randbedingungen müssen bei allen genannten Ideen Berücksichtigung in der Planung finden.

Ideen für die Entwässerung niedrig liegender Flächen

Die Unterhaltungsverbände im Landkreis sind aus vielen kleinen Sielachten entstanden, deren Aufgabe es war, eine effiziente und effektive Entwässerung der landwirtschaftlich genutzten Flächen zu gewährleisten. Der Entwässerungsverband Butjadingen besitzt in seinem Verbandsgebiet sechs Auslassbauwerke, die hauptsächlich als Siele über Freiflut das Wasser abführen. Ein Schöpfwerk wird an der Weserseite betrieben, mit dem auch in Zeiten eines höheren Außenwasserstandes (Sturmflut, Flusshochwasser) abgepumpt werden kann. Für die Stadlander Sielacht gilt gleiches, nur wird die Zu- **und** die Entwässerung über einen Hauptkanal durchgeführt. Der Zusammenschluss der kleinen Sielachten zu wenigen großen Verbänden hat sich weitestgehend an den Einzugsgebieten orientiert. Nichtsdestotrotz bestand die Notwendigkeit, die bestehenden Gewässer anzupassen bzw. neue zu erstellen. Eine verbandsübergreifende Entwässerung kann zur einer weiteren Optimierung beitragen. Es gibt jedoch Gebiete im südlichen Verbandsgebiet des Unterhaltungsverbandes Butjadingen, die in Relation zu umliegenden Flächen sehr niedrig liegen und nur durch Pumpen entwässert werden können. Diese Gebiete könnten über einen benachbarten Verband gemeinsam in den Jadebusen abgeführt werden (farbig umrahmter Kasten in der

Karte). Mit der Schweiburger Pumpstation (Fertigstellung 2006) stünde ein Bauwerk zur Verfügung, das möglicherweise durch eine geeignete Anpassung und/oder Erweiterung diese Funktion übernehmen könnte. Dazu wäre es jedoch notwendig, die in die entgegengesetzte Richtung verlaufende Entwässerung der westlichen Teilflächen der Stadlander Sielacht umzukehren. Der im Zuge der Baumaßnahme verkleinerte Mahlbusen vor der Pumpstation müsste evtl. vergrößert werden und könnte seine Funktion als Zwischenspeicher wieder aufnehmen. Damit könnte der Entwässerungsdruck von den westlichen und damit tief liegenden Flächen der Stadlander Sielacht genommen werden. Die landwirtschaftliche Nutzbarkeit der Flächen auch nach Starkregenereignissen könnte verbessert werden.

Landnutzung in der Zukunft – Business-as-usual oder Anpassung?

Das Landschaftsbild des Landkreises ist stark durch die landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Dieses Erscheinungsbild strahlt eine hohe Attraktivität für Erholungssuchende und Touristen aus. Der Erhalt dieses Landschaftsbildes ist als ein Ziel innerhalb des Entwicklungsbildes des Regionalforums genannt worden. Doch, wie wirken sich die zuvor beschriebenen Ideen auf das bestehende Landschaftsbild aus? Einige Ideen werden das Erscheinungsbild nachhaltig beeinträchtigen, andere Ideen werden es verändern, ob positiv oder negativ, ist z.T. schwer zu beurteilen. Die Entwicklung der zukünftigen Nutzung des ländlichen Raumes ist u.a. eng mit möglichen wasserwirtschaftlichen Lösungen verbunden. Sowohl Binnenhochwasserschutz von Siedlungsflächen als auch die landwirtschaftliche Nutzung beruhen auf einer effektiven und effizienten Wasserwirtschaft.



**Die in den Regionalforen entworfenen Ideen wurden von den Teilnehmern, insbesondere hinsichtlich ihrer tatsächlichen Umsetzung und ihrer zukünftigen Auswirkungen auf die Nutzung, zum Teil kontrovers diskutiert. Eine Gemeinsamkeit ist bei den verschiedenen Ansätzen nicht in jedem Fall zu erwarten. Dennoch stellen die skizzierten Ideen und Anpassungsvorschläge ein gemeinsam entwickeltes Arbeitsergebnis dar und sind als Anregung zur Entwicklung zukünftiger Strategien zu verstehen.*

Entwässerung in der Stadt und auf dem Land

Die Zusammenstellung der Ideensammlung für den städtischen Raum umfasst das gesamte Verbandsgebiets der Braker Sielacht liegt. Im Verbandsgebiet gibt es zwei Hauptentwässerungskanäle, das Braker Sieltief im Norden und das Käseburger Sieltief im Süden. Über das Braker Sieltief wird sowohl die Entwässerung des ländlichen Raumes als auch die des nördlichen Stadtgebietes durchgeführt. Das im Weserdeich befindliche Braker Sielbauwerk liegt direkt im Hafengebiet und ist durch Getreidesilos überbaut. Mit der kontinuierlichen Fortentwicklung der Stadt Brake ist der Versiegelungsgrad und damit der Oberflächenwasserabfluss gestiegen. Die eigentliche Aufgabe des Braker Sieltiefs, die ländlichen Gebiete zu entwässern, kann zeitweise nur verzögert durchgeführt werden, da sich das Sielbauwerk an seiner Kapazitätsgrenze befindet. Eine Anpassung dieses Bauwerkes an die heute schon bestehenden und zukünftig zu entwässernden Wassermengen ist kaum möglich.

Die in den letzten Jahren durchgeführten Erweiterungen des Hafengebietes im Stadtnorden und die geplante Entwicklung weiterer Gewerbegebiete im Stadtgebiet werden den Versiegelungsgrad und damit den Oberflächenwasserabfluss zusätzlich erhöhen.

Diese Ideen fokussieren hinsichtlich des Wassermanagements und der Stadtentwicklung insbesondere auf das Stadtgebiet Brake. Die Stadt Brake liegt direkt an der Weser und ist von tief gelegenen landwirtschaftlich genutzten Flächen umgeben (teilweise bis zu 3 m unter NN).

Aus diesem Grund sind sowohl der Küsten- als auch der Binnenhochwasserschutz elementare Aspekte dieser Ideensammlung.

Folgende Ziele wurden deshalb beim Erarbeiten der Ideen für ein Wassermanagementkonzept in der Braker Sielacht berücksichtigt:

- 🌧️ Sicherung vor Sturmflut-Hochwasser, dabei sind sowohl die Außen- als auch Binnendeichbereiche zu berücksichtigen (bei Außendeichbereichen z.B. Objektschutz) und
- 🌧️ Sicherung vor Binnenhochwasser, was insbesondere durch Starkregenereignisse verursacht werden kann.

Wichtig ist es, diese Ziele in Einklang mit der zukünftigen Braker Stadtentwicklung zu bringen. Angesichts des demografischen und soziokulturellen Wandels und rückläufiger Bevölkerungszahlen kann eine Änderung der Nutzung von Siedlungsräumen zu einer weiteren Steigerung der Attraktivität führen.

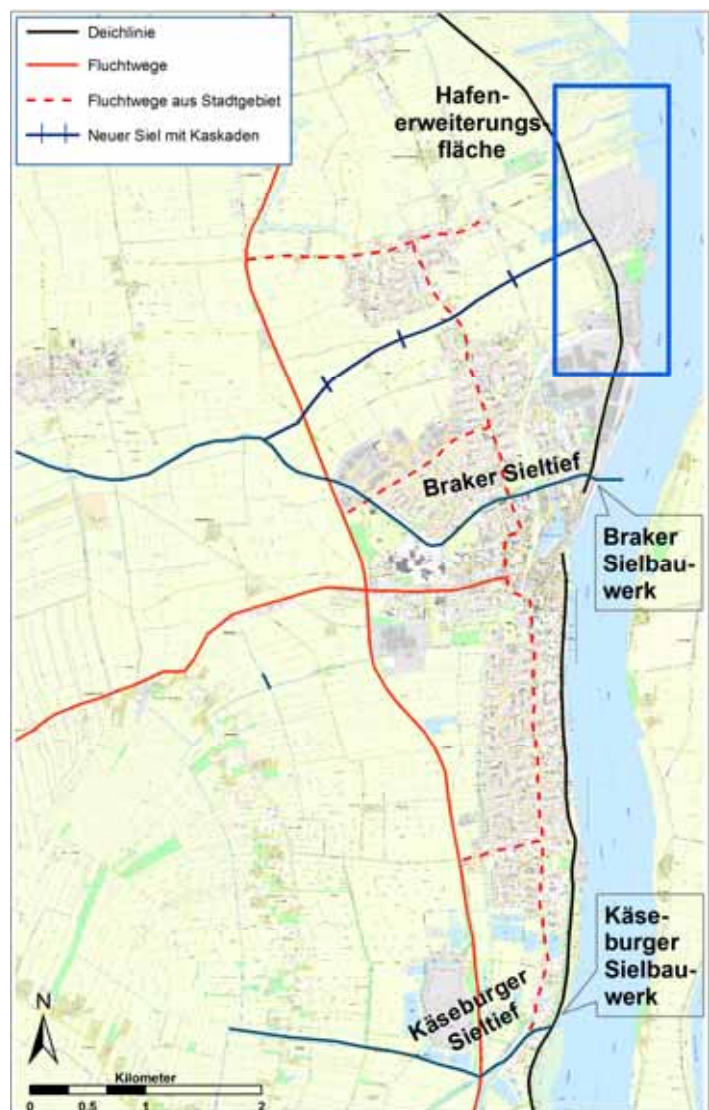
Ideen für ein Gesamtkonzept der Entwässerung

Das Stadtgebiet Brakes kann in städtische (besiedelt) und ländliche (überwiegend von Landwirtschaft geprägte) Bereiche unterteilt werden, wohingegen die ländlichen Bereiche einen großen Teil des Gesamtgebiets ausmachen. Die Ideensammlung für die Entwässerung (siehe Karte) basiert auf zwei Strategien: „Stadt als Schwamm“ und „Rückhaltungsmöglichkeiten im ländlichen Raum“.

Chancen für eine zukünftige Entwicklung

Ideensammlung*,
den zukünftigen Herausforderungen zu begegnen

Städtischer Raum



Strategie - Stadt als Schwamm

Mit der Strategie „Stadt als Schwamm“ ist gemeint, dass, gerade im Hinblick auf den Binnenhochwasserschutz, die Speicherkapazität im städtischen Raum zu erhöhen ist.

Gleichzeitig sollen multifunktionale, dynamische Nutzungskonzepte angestrebt werden, die eine Überflutung temporär zulassen und unter dem Slogan „Leben mit mehr Wasser“ stehen könnten. Diese Idee basiert auf zwei möglichen Maßnahmen, die im (besiedelten) Stadtgebiet durchgeführt werden könnten:

Dachbegrünung

Eine denkbare Maßnahme wäre beispielsweise die Begrünung von Dächern (Beispiele siehe Fotos). Extensiv genutzte Gründächer können ca. 50-70% des Jahresniederschlags verdunsten und Spitzenabflüsse um die Hälfte reduzieren. Für diese Maßnahmen lassen sich bereits einige Beispiele in anderen Städten finden, in dem die begrünte Dachfläche nicht nur dazu genutzt wird, den Abfluss bei Extremereignissen zu verzögern, sondern in dem das anfallende Niederschlagswasser in Zisternen aufgefangen wird. Teilweise wird das aufgefangene Regenwasser zur Bewässerung eines Garten-Centers genutzt. Identifizierte Flächen, die im Braker Stadtgebiet dafür denkbar wären, umfassen eine Größe von ca. 280 000 m² und befinden sich hauptsächlich auf öffentlichen oder gewerblichen Immobilien, so dass im Rahmen von Sanierungs- oder Umbauarbeiten eine Dachbegrünung angedacht werden könnte.

Zur Zeit werden vorrangig Ideen oder Maßnahmen für den Klimaschutz, z.B. Erzeugung regenerativer Energien mit Solarzellen auf Dachflächen, gefördert. Sollten Anreize für die Klimaanpassung beispielsweise eine Dachbegrünung empfehlen, stünden diese mit Maßnahmen zum Klimaschutz in Konkurrenz. Darüber hinaus sind auch nur bestimmte Dachflächen mit einer bestimmten Neigung für die Begrünung geeignet.

Zwischenspeicher im Stadtgebiet

„Teiche auf Grünflächen“ und primär anders genutzte Flächen wie Parkplätze und Sportplätze können zwischenzeitlich als Rückhaltebecken genutzt werden, um Hochwasserspitzen extremer Ereignisse zu verringern. Für diese Maßnahmen sind mögliche Flächen im Stadtgebiet Brake identifiziert worden. Für die Maßnahme „Teiche auf Grünflächen“ wurde für zwei Beispiele die mögliche Aufnahmekapazität abgeschätzt. Darüber hinaus wurde das Speichervolumen in Beziehung gesetzt zu der die Teiche umgebenden bebauten Fläche. Für einen möglichen Teich A könnte die Kapazität bei entsprechendem Ausbau bis zu 12 mm Niederschlag für eine Referenzfläche von ca. 400 000 m² ausreichen. Für einen möglichen Teich B wäre eine Zwischenspeicherung von ca. 22 mm Niederschlag bei einer Referenzfläche von 245 000 m² denkbar. Für diese Berechnungen ist eine mittlere Tiefe von 0,5 m angenommen worden. Die Zwischenspeicherung hätte den Vorteil, dass Spitzen bei Extremereignissen gemindert werden könnten. Darüber hinaus sollte die Nutzung des Speicherteiches in trockeneren Zeiten überdacht werden.



**Die in den Regionalforen entworfenen Ideen wurden von den Teilnehmern, insbesondere hinsichtlich ihrer tatsächlichen Umsetzung und ihrer zukünftigen Auswirkungen auf die Nutzung, zum Teil kontrovers diskutiert. Eine Gemeinsamkeit ist bei den verschiedenen Ansätzen nicht in jedem Fall zu erwarten. Dennoch stellen die skizzierten Ideen und Anpassungsvorschläge ein gemeinsam entwickeltes Arbeitsergebnis dar und sind als Anregung zur Entwicklung zukünftiger Strategien zu verstehen.*

Soll der Teich ganzjährig Wasser führen? Dann würde die Aufnahmekapazität gemindert. Wie ist der Zustand des Teiches nach einem Überflutungsereignis? Welches Sediment oder welche Schadstoffe lagern sich im Teich ab?

Ähnliche Berechnungen sind auch für die zwischenzeitliche Nutzung öffentlicher oder privater Anlagen (Sportplatz, Parkplatz) durchgeführt worden. Für die Umsetzung solcher Maßnahmen gibt es in anderen deutschen Städten bereits Beispiele. Nichtsdestotrotz muss die Planung einer multifunktionalen Nutzung solcher Anlagen, die eventuell entstehenden Nachteile (Zeitpunkt und Dauer der Überflutung sowie Zustand nach einem Ereignis) berücksichtigen.

Eine weitere Maßnahme im Stadtgebiet Brake zur Abführung höherer Abflussmengen aus dem Stadtnorden (bei weiterer Flächenversiegelung durch Hafengebietserweiterungen) und zur direkten Ableitung in das Braker Sieltief wäre der Neubau eines Kanals.

Neue Bauwerke im Stadtnorden und regenerative Energien

Ein neu zu bauender Kanal im Stadtnorden, der südlich von Golzwarden verläuft und zur Entwässerung der neuen Hafen- und Gewerbegebietsflächen dient, würde die Entwässerung über den natürlichen Höhenunterschied gewährleisten. Für den Bau dieses Kanals würden die bestehenden Gewässerstrukturen genutzt. Darüber hinaus wäre eine Verbindung zwischen dem nördlichen Braker Sieltief und dem südlicher gelegenen Käseburger Sieltief anzudenken, um Hochwasserspitzen über das jeweils andere Sieltief abzuführen.

Eine weitere Option wäre der Neubau eines Sielbauwerkes als Ersatz für das bestehende alte Sielbauwerk an einer noch zu bestimmenden Stelle im Weserdeich. Dieses neue Bauwerk könnte mit einer vergrößerten Pumpleistung auf die zukünftigen Anforderungen ausgestattet werden. In diesem Zusammenhang wäre zu überlegen, ob eine Nutzung regenerativer Energien zur Bereitstellung des benötigten Stromes möglich wäre. Auf Grund der steigenden Energiepreise wäre die Installation und der Betrieb z.B. von Windkraft- und Solaranlagen für alle Unterhaltungsverbände wünschenswert. Dies ist derzeit rechtlich nicht gestattet.

Strategie – Rückhaltungsmöglichkeiten im ländlichen Raum

Selbst wenn die Speicherkapazität im städtischen Bereich erhöht wird, muss damit gerechnet werden, dass gehäuft auftretende Starkregenereignisse die Speicherkapazität dieser Flächen überschreiten könnte. Dann ist es wichtig, das Wasser möglichst kontrolliert in Gebiete ohne Schadenspotenzial zu leiten.

In der Nähe von Entwässerungskanälen gibt es bereits ehemalige Bodenabbaufächen, die in einem geordneten Verfahren als Polder ausgewiesen werden könnten. Während derzeit diese Flächen in der Regel für die Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen genutzt werden, wäre eine zukünftige zusätzliche Nutzung im Sinne des Hochwasserschutzes denkbar.

Chancen für eine zukünftige Entwicklung

Ideensammlung*,
den zukünftigen Herausforderungen zu begegnen

Städtischer Raum

Alternativ bestünde die Möglichkeit, nach einem geordneten Flurbereinungsverfahren, geeignete Flächen aufzukaufen und darauf einen Polder auszuweisen. Das Rückhaltevolumen dieses Polders kann durch Bodenentnahme und Eindeichung an die notwendigen Kapazitäten angepasst werden.

Eine Nutzung dieser Polder wäre auch weiterhin gegeben. Zum Beispiel müsste eine landwirtschaftliche Nutzung in diesen Bereichen den neuen Randbedingungen sporadischer Überflutungen angepasst werden. Denkbar ist auch das Anpflanzen von Röhricht, das mit Hilfe von Blockheizkraftwerken zu Bioenergie umgewandelt werden kann. Darüber hinaus kann das gespeicherte Wasser in den Poldern zur Bewässerung der umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen im Sommer verwendet werden (siehe Auswirkungen des Klimawandels).

Die neu geschaffenen Polder könnten als Naherholungsgebiet (Bsp. Thülsfelder Talsperre) weiterentwickelt werden, was die Attraktivität der Region für Erholungssuchende erhöhen könnte. Auch wenn diese Polder in den niedrig gelegenen Gebieten angelegt werden, so ist eine Umgrenzung dieser Polder unablässig, d.h. sie müssten mit einer Verwallung umgeben werden. Das Ein- bzw. Ausströmen des aufzufangenden Wassers muss je nach Höhe der Polder geregelt werden. So kann es sein, dass bei Extremereignissen das anfallende Wasser in den entsprechenden Polder gepumpt werden muss, es jedoch nach dem Ereignis mit dem vorhandenen Gefälle ohne weiteres Pumpen abfließen kann.



Bild oben: Moorhauser Polder. Quelle: NLWKN
Bild unten: Einlassbauwerk Polder Kruibeke (Belgien).



Liegen die Polder dagegen tief genug, ist das Einströmen des Wassers ohne zusätzliche technische Maßnahmen möglich. Dagegen muss dann das Wasser nach dem Regenereignis aus dem Polder in den entsprechenden Vorfluter gepumpt werden. Mit der Nutzung solcher Polder ist zu klären, wie viel Sediment und Schadstoffe während eines Extremereignisses eingetragen werden. Das wäre ein Aspekt, der für die Abschätzung des Unterhaltungsaufwandes solcher Polder heranzuziehen wäre. Darüber hinaus ist abzuschätzen, welche negativen und positiven Auswirkungen auf die Flora und Fauna zu erwarten wären. Zudem ist es notwendig, verschiedene Alternativen mit der aktuellen Nutzung dieser Flächen zu vergleichen und aus unterschiedlichen Blickwinkeln heraus zu bewerten.

Gleichzeitig bestünde mit der Einrichtung von Poldern die Möglichkeit, diese miteinander zu verbinden. Diese Möglichkeit bedarf ebenfalls einer tiefer gehenden Untersuchung, die im Rahmen des „*Climate Proof Areas*“ Vorhabens nicht stattgefunden hat. Eine solche Maßnahme könnte die Abflusskapazität für Binnenwasser erhöhen und eine zusätzliche Entlastung für vorhandene Entwässerungskanäle bieten. Hierbei ist der Bedarf an vorzuhaltender Entwässerungskapazität für den ländlichen Bereich zu beachten.

Chancen für eine zukünftige Entwicklung



Prozess zur Deutschen Anpassungsstrategie (Kurzform)

Das Bundesministerium für Umweltschutz und Reaktorsicherheit und das Umweltbundesamt haben im Jahre 2006 mit den ersten Schritten zu einer bundesweiten Klimaanpassungsstrategie begonnen. Im Jahre 2009 wurde eine Dialogreihe zur Entwicklung der Deutschen Anpassungsstrategie gestartet. Die durchgeführten Dialoge waren auf einzelne Sektoren ausgerichtet. So fand beispielsweise im Frühjahr 2009 der Dialog zum Thema *Küstenschutz* in Hamburg statt. Andere Veranstaltungen wurden mit Stakeholdern aus der Versicherungs- und der Energiewirtschaft oder der Verkehrsinfrastruktur durchgeführt. Ein vorläufiger Zwischenstand in dieser Dialogreihe wurde auf einem fachübergreifenden Treffen im Mai 2010 präsentiert.

Beispiel: Stakeholder-Dialog - Küstenschutz

Die erarbeiteten Ansätze in den jeweiligen Dialogen, wie auf möglichen Folgen des Klimawandels bundesweit und/oder branchenbezogen reagiert werden kann, sind bisher theoretische Überlegungen. Während der Dialogsitzung zum Küstenschutz wurden verschiedene Ideen für neue oder alternative Küstenschutzkonzepte in den nördlichen Bundesländern entworfen. Unter anderem wurde empfohlen, dass die Raumplanung die Bedürfnisse des Küstenschutzes mehr berücksichtigen soll. Das ist mit der Benennung des zukünftigen Bedarfs an benötigter Fläche und Baumaterial für den Deichbau verbunden. Im niedersächsischen Landesraumordnungsprogramm (Stand 2008) sind erste Ansätze für einen raumbezogenen Küstenschutz enthalten. Die Umsetzung in der entsprechenden Fachplanung hat bisher noch nicht stattgefunden, es wird aber empfohlen diese unter Berücksichtigung eines Integrierten Küstenzonenmanagements anzugehen.

Klimaanpassung - Wasserwirtschaft

Die Auseinandersetzung mit heutigen Problemlagen der Wasserwirtschaft in tief gelegenen Küstengebieten führt zu der Notwendigkeit, sich auch mit den zukünftigen Veränderungen zu beschäftigen. Dazu zählen nicht nur die Veränderungen der meteorologischen Parameter und deren Auswirkung auf den Wasserhaushalt, dazu gehört die gesamte Entwicklung einer Region mit allen darin enthaltenen Nutzungsformen. Zahlreiche Kampagnen und Veranstaltungen zum Thema Klimawandel und Klimaanpassung werden auf verschiedenen Verwaltungsebenen durchgeführt. Das reicht von europäischen über bundesweite hin zu landesweiten Fachgruppen und Kommissionen. Mit dem „*Climate Proof Areas*“ Vorhaben in der Wesermarsch sind die ersten Schritte ausgeführt worden, auf lokaler Ebene einen Diskussionsprozess hinsichtlich einer Klimaanpassung zu starten. Die daran beteiligten Stakeholder waren Vertreter aus verschiedenen Sektoren und Branchen; aus der Verwaltung, aus Verbänden und von öffentlichen Versorgern. Die gemeinsame Identifikation von heutigen und zukünftigen Problemen sowie die Erarbeitung von möglichst langfristigen Lösungsideen stand im Mittelpunkt dieses Projektes.

In diesem Prozess ist die Vielfalt der möglichen Verknüpfungen und Querbezüge zu anderen Forschungsvorhaben oder Nutzungsformen nur ansatzweise durchgeführt worden. Im Vordergrund stand die Arbeit mit dem Regionalforum „*Climate Proof Areas*“ der Wesermarsch sowie der internationale Austausch mit den Kollegen und Teilnehmern des europäischen Teils des „*Climate Proof Areas*“ Projektes. In den Pilotgebieten der europäischen Partnerländer England, Niederlande und Schweden, sind ebenfalls Dialoge auf unterschiedliche Art

Beteiligung erwünscht – Bringen Sie sich mit Ihren Ideen für eine klimasichere Region ein.



und Weise zum Thema Klimaanpassung mit dem Schwerpunkt Wasser durchgeführt worden. Die Ansätze waren von Land zu Land und in der jeweiligen Bearbeitungstiefe unterschiedlich. Am Ende dieser Broschüre wird auf die Probleme in den europäischen Partnerländern kurz eingegangen.

Wie kann es weitergehen?

Aus den Reihen der in diesem Diskussionsprozess Beteiligten ist mehrmals geäußert worden, dass ein fachübergreifender Dialog regelmäßig stattfinden sollte. In einem solchen Rahmen, könnten die verschiedensten Themen und aktuellen Problemen angesprochen und gemeinsam diskutiert werden. Schon lange ist den meisten Teilnehmern klar, dass sektorale Entscheidungen einen Einfluss auf andere Nutzungsformen haben und diese eine unmittelbare Wirkung erzielen können. Die Weserausbauten haben wahrscheinlich über die Jahrhunderte eine Verschiebung der Brackwasserzone flussaufwärts verursacht und somit unmittelbar die Zuwässerung der beiden nördlichen Unterhaltungsverbände (Butjadingen und Stadland) im Landkreis beeinflusst. Die Überlegungen, eine Lösung für das Tränkewasserproblem zu finden, wird auch Auswirkungen auf die Gewässerökologie haben. Hier deutet sich das Wirkungsgeflecht heutiger Entscheidungen an, wobei noch nicht auf alle relevanten Gesetze, Verordnungen und Richtlinien eingegangen worden ist.

Die Kenntnis lokaler Probleme, den darunter liegenden Interessen und Zusammenhängen sowie die Abschätzung der Auswirkungen von Maßnahmen sind wichtige Bausteine auf dem Weg, langfristige und gemeinsam tragfähige Lösungen zu finden. Mit dem Inhalt dieses Dokuments ist das Regionalforum „*Climate Proof Areas*“ in der Wesermarsch die ersten Schritte gegangen. Der Weg zu einer

Lösung für die genannten wasserwirtschaftlichen Problemen ist noch weit. Der Diskussionsprozess hat gezeigt, dass Interesse, Motivation und die Einsicht vorhanden sind, an einer gemeinsamen Zukunft für den klimasicheren Landkreis zu arbeiten.

Regionalforum – Freiwillig und flexibel

Die Teilnahme am Regionalforum war freiwillig und aus der eigenen Motivation eines jeden Vertreters der jeweiligen Organisation oder Institution getragen. Die dargestellten Lösungsmöglichkeiten sind Ergebnisse einer intensiven und konstruktiven Mitarbeit der jeweiligen Teilnehmer der im Rahmen des Regionalforums gebildeten Arbeitsgruppen zu den beiden Pilotgebieten „*Ländlicher Raum*“ und „*Städtischer Raum*“. Jeder Teilnehmer hat sein Wissen, seine Bedenken und seine Erfahrungen in den Prozess eingebracht oder einbringen können, so dass ein vielfältiges Bild des entsprechenden Themas erzeugt werden konnte. Im Rahmen des Diskussionsprozesses sind viele Themen aus zeitlichen Gründen nur kurz angerissen worden, womit deutlich geworden ist, dass Diskussions-, Entscheidungs- und Planungsprozesse einen ausreichenden Zeithorizont benötigen, um belastbare Ergebnisse zu erzielen.

Zum Schluss

Die Teilnehmer des Regionalforums „*Climate Proof Areas*“ Wesermarsch werden für die Zukunft daran arbeiten, dass der hier begonnene Dialog zwischen den Vertretern der unterschiedlichen Sektoren nicht mit dem Ende des EU Interreg IVB Vorhabens abgebrochen wird, sondern dass der hiermit gestartete Prozess und die hier vorgestellten Ideen Anlass für weitere konkrete Überlegungen sein werden.

Anhang

Böden und Boden- funktionsbewertung in der Wesermarsch

Bodenübersichtskarte der Wesermarsch (BÜK 50).

Unter dem Einfluss der Nordsee und ihren Gezeitenströmen haben sich in der Wesermarsch vorrangig Marschböden entwickelt. Mit einem Flächenanteil von etwa 75% prägen sie neben den Moorböden, welche ca. 15% der Landkreisfläche umfassen, die Bodenlandschaft im LK. Nur 0,5% werden von den schluffigen oder lehmigen Sandböden der Geest eingenommen.

Durch den Wechsel von steigendem und sinkendem Meeresspiegel entstand im Laufe der letzten 10 000 Jahre eine Küstenregion, die insbesondere durch die Ablagerung mariner Sedimente und der Bildung von Torfen geprägt ist. In Phasen eines ansteigenden Meeresspiegels wurden Meeressedimente abgelagert (Sortierung entsprechend der Strömungsbedingungen), während der Rückgang des Meeresspiegels zu einem Ausfüllen von Wattflächen und zu einer verstärkten Bodenbildung führte. Eine langsame Absenkung des Meeresspiegels begünstigte bei hohen Grundwasserständen das Anwachsen von Torfkörpern und damit die Entwicklung von Mooren. Doch auch in Anstiegsperioden war ein Moorwachstum aufgrund des Anhebens von Grund- und Oberflächenwasserspiegel bei langsam steigendem Meeresspiegel oder durch Meereseinbrüche in das Binnenland und anschließender Verlandung und Vermoorung möglich. So entstanden nicht nur im Grenzgebiet zwischen Marsch und Geest Nieder- und Hochmoorgebiete, sondern waren auch innerhalb der Marschgebiete inselartig eingeschaltet. Die natürliche Entwicklung des Küstenraumes führte somit zu einer charakteristischen Abfolge des Naturraums von Meer – Watt – Marsch – Moor – Geest.

Die semiterrestrischen Marschböden sind grundwasserbeeinflusst und weisen grundlegend eine charakteristische Horizontabfolge von einem humosen oberen Horizont über einem oxidiertem mittleren Horizont bis zu einem Reduktionshorizont im Grundwas-

serbereich auf. Die natürlichen Marschböden werden unterschieden in Roh-, Kalk-, Klei-, Haftnässe-, Dwog-, Knick- und Organomarsch. Insbesondere im Norden der Wesermarsch ist die Kalkmarsch weit verbreitet. Nach Sedimentablagerung und nachfolgender Entwässerung und Entsalzung entwickelt sich aus einer kalkreichen Rohmarsch die Kalkmarsch. In ihrer weiteren Entwicklung wird Kalk ausgewaschen und es entsteht eine Kleimarsch. Beschleunigt wird der Entkalkungsprozess durch Schwefelsäureproduktion (Oxidation reduzierter Schwefelverbindungen) sowie durch den Abbau organischer Substanz und der damit verbundenen Herabsetzung des pH-Wertes. In ihrer Entwicklung können die Marschböden durch synsedimentäre Entkalkung auch im bereits entkalkten Zustand aus der Rohmarsch in die Kleimarschphase übergehen. Knickmarschen zeichnen sich durch besonders dicht gelagerte Horizonte (Knick) aus. Deren Entstehung wird kontrovers diskutiert und ist vermutlich auf den Bodenchemismus während der Sedimentation zurückzuführen.

In Bereichen mit Sedimenten überlagerten Niedermooren oder in Verlandungsbereichen treten die humusreichen Organomarschen auf. Als Dwogmarschen werden Marschböden bezeichnet, die einen überlagerten älteren, meist humusreichen Bodenhorizont aufweisen. Besonders schluffreiche Böden werden zu Haftnässemarschen zusammengefasst.

Viele der ursprünglich in der Wesermarsch vorhandenen Hoch- und Niedermoorbereiche sind insbesondere durch menschliche Nutzungen, wie Torfabbau oder landwirtschaftliche Bewirtschaftung, verändert. Eine weltweite Besonderheit ist das am südöstlichen Jadebusen gelegene Sehestedter Außendeichsmoor. Das als „schwimmendes Moor“ bezeichnete Außendeichs-Hochmoor ist

Thematische Karten



Kleischießen, Quelle: Schütte, H. (1939): Sinkendes Land an der Nordsee? Zur Küstengeschichte Nordwestdeutschlands; Schriften des Deutschen Naturkundevereins / Neue Folge; Band 9.

einzigartig auf der Erde und stellt den Rest einer ehemals weit ausgedehnten Hochmoorfläche dar. Nur dort sind Organomarschen in ihrer Entwicklung zu potenziell sulfatsauren Böden vorzufinden.

Neben natürlich entwickelten Böden finden sich in der Wesermarsch weitere menschlich überprägte Bereiche, die den Kulturböden zugeordnet werden. Bei den in der Regel als Spittmarschen bezeichneten Böden wurde der ursprüngliche Bodentyp durch Verfahren zur Bodenverbesserung verändert. Regional typische Meliorationsverfahren waren das Kleischießen, das Kleispitten, Kühlen und der Auftrag von Klei. Die Bodenentwicklung wurde somit, neben dem Einfluss von Hochwasserschutz- und Landgewinnungsmaßnahmen, durch die landwirtschaftliche Nutzung und den damit einhergehenden Meliorationsverfahren, einschließlich Entwässerung, beeinflusst. Die Wesermarsch ist ein durch Landwirtschaft geprägtes Gebiet. Mit einem Anteil an Grünlandwirtschaft von über 90% stellt die Wesermarsch das größte zusammenhängende Grünlandareal Deutschlands dar. Ackerbaulich genutzte Böden sind zumeist Kalkmarschen. Nahezu die Hälfte der geschätzten Böden in der Wesermarsch weisen hohe bis sehr hohe landwirtschaftliche Ertragspotenziale auf. Viele Bereiche der Wesermarsch sind auch aus bodenkundlich-ökologischer Sicht wertvoll. Neben der Nutzungsfunktion erfüllt ein Boden natürliche Funktionen als Lebensgrundlage und Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen, als Bestandteil des Naturhaushaltes und als Regelungsgröße zur Vermeidung von Grundwasserverunreinigungen.

Bodenfunktionsbewertung

Der Boden erfüllt eine Vielzahl an unterschiedlichen Funktionen

im Naturhaushalt. Ziel des Bodenschutzes, und daran gekoppelt der Schutz von Wasser und Luft sowie der Pflanzen- und Tierwelt, ist der Erhalt dieser Multifunktionalität. Basierend auf den die Bodenfunktionen beschreibenden Kriterien und Parametern kann der Grad der Funktionserfüllung auf unterschiedlichen Ebenen (Maßstab, Schwerpunkt) mit Hilfe von Bewertungsmethoden erfasst werden. Aufbauend auf der Bewertung der Einzelfunktionen ermöglicht die Gesamtbewertung eine zusammenfassende Aussage über die Bedeutung bzw. die Schutzwürdigkeit des Bodens an einem Standort. Neben einer ökonomischen Bewertung von Böden, z.B. zur Besteuerung der landwirtschaftlichen Flächen nach Bodenfruchtbarkeit, gewinnt in den letzten Jahrzehnten die ökologische Funktionsbewertung, insbesondere in Planungs- und Genehmigungsverfahren, immer mehr an Bedeutung. Die Konkurrenz von langfristiger Funktionserhaltung und den Nutzungszielen, aber auch die Konkurrenz zwischen den Funktionen (z.B. „landwirtschaftliche Nutzung“ gegen „natürlicher Lebensraum für Pflanzen“) bedürfen jedoch einer situations- und standortbezogener Berücksichtigung von Bewertungsergebnissen.

Im Rahmen des Projektes „*Climate Proof Areas*“ wurden die Funktionen des Bodens hinsichtlich ihres heutigen Schutzstatus und unter dem Aspekt möglicher Veränderungen durch den Klimawandel mit Hilfe des Bewertungsverfahrens TUSEC (Methode zur Bewertung natürlicher und anthropogener Böden [Lehmann et al. 2008]) bewertet. Dieses Verfahren ermöglicht eine orientierende Bewertung ausgewählter Bodenfunktionen von Böden unter gemäßigtem Klima. Zur Anwendung kam das auf der Auswertung von Karten und Literaturdaten beruhende B-Verfahren, welches insbesondere auf eine kleinmaßstäbliche Bewertung ausgelegt und somit für größere Gebiete geeignet ist.

Anhang

Böden und Boden- funktionsbewertung in der Wesermarsch

Bodenfunktionsbewertung – Heute.

Basierend auf den Flächeneinheiten der Bodenübersichtskarte (1:50 000) und den vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie sowie vom Niedersächsische Landesamt für Denkmalpflege zur Verfügung gestellten Daten wurden die Böden der ländlichen Projektgebiete hinsichtlich der Schutzwürdigkeit verschiedener Bodenteilfunktionen, z.B. Boden als Lebensgrundlage und Lebensraum für den Menschen, der natürlichen Flora und Fauna sowie als Bestandteil des Wasserhaushalts, bewertet. Um eine zusammenfassende Aussage zur Schutzwürdigkeit der Böden in Butjadingen und Stadland treffen zu können, wurden die Einzelbewertungen in einer Gesamtbewertung nach dem Maximalwertprinzip zusammengeführt. Jeweils der höchste Wert für die einzeln bewertete Bodenfunktion bestimmt den Gesamtwert der bewerteten Fläche; niedrigere Wertstufen werden somit nicht berücksichtigt. Vorteilhaft ist, dass sich eine hohe Schutzwürdigkeit einer Einzelbewertung nicht, wie bei einer Mittelwertbildung, aufheben kann. Es ist bei Anwendung des Maximalwertprinzips jedoch möglich, dass ein sehr hoher Flächenanteil als schutzwürdig eingestuft wird. Ursache dafür ist, dass Flächen, die z.B. aufgrund ihrer hohen ackerbaulichen Ertragsfähigkeit als schutzwürdig betrachtet werden, hinsichtlich ihrer Funktion als natürlicher Lebensraum für Pflanzen und Tiere als weniger schutzwürdig zu bewerten sind.

Bodenfunktionen und Klimawandel

Viele Bodenprozesse und damit auch die Entwicklung von Böden, die Bodeneigenschaften und Bodenfunktionen werden durch das Klima beeinflusst. Änderungen im Klima, insbesondere Änderungen von Temperatur und Niederschlag, wirken sich auf den Wasser- und Stoffkreislauf, die bodenbildenden Prozesse und Erosionsprozesse aus. So kann der projizierte Temperaturanstieg

bei ausreichender Wasserversorgung u. a. zu einer Erhöhung der biologischen Aktivität im Boden und damit zu einem verstärkten Humusabbau führen. Gleichzeitig können pflanzenphysiologische Prozesse gefördert und Biomasse produziert werden. Überwiegt der Abbau organischer Substanz hat dieses jedoch negative Folgen für den globalen Kohlenstoffkreislauf (verstärkte CO₂-Freisetzung), die Fruchtbarkeit und das Wasserspeichervermögen der Böden. Auch die Abbauleistung von Nährstoffen in Böden würde sich verringern und damit möglicherweise zu einem verstärkten Schadstoffeintrag in Oberflächengewässer und in das Grundwasser führen.

Geringere Niederschläge im Sommer verbunden mit einem Anstieg der Temperatur und erhöhter Verdunstung bewirken u.a. Trockenstress im Boden und damit Wasserstress bei Pflanzen, Abnahme der Grundwasserneubildung, Änderungen in der Bodenorganismenpopulation (veränderte Abbaubedingungen für Humus) und eine Zunahme der Winderosion. In tonig-lehmigen Böden, wie sie in der Wesermarsch weit verbreitet sind, können sich Trockenrisse ausbilden und zu einer Erhöhung der Nähr- und Schadstoffausträge führen.

Bodenfunktionsbewertung in der Wesermarsch Heute

Die Bewertung der Bodenfunktionen auf Basis heutiger Zustandsparameter zeigt, dass weite Bereiche der untersuchten Gebiete Butjadingen und Stadland aus Sicht des Bodenschutzes insgesamt als sehr hoch bis hoch schutzwürdig einzustufen sind (Karte links). Je nach Standort und Fragestellung sollte jedoch auf die Bewertungsergebnisse der Einzelbewertungen zurückgegriffen werden. So zeigt sich bei der Bewertung der Böden hinsichtlich

Thematische Karten

Bodenfunktionsbewertung – 2050.

des Wasserspeicher- bzw. Wasserleitvermögens (Bestandteil des Wasserhaushaltes) ein etwas anderes Bild. Die Kalkmarschbereiche im nördlichen Butjadingen weisen aufgrund ihrer vergleichsweise höheren Wasserleitfähigkeit und -speicherkapazität einen hohen Schutzstatus auf. Alle anderen Gebiete sind aus Sicht des Bodenschutzes von mittlerer bis geringer (sehr gering= Gley-Regosol) Bedeutung.

Für die weiteren Bodenteilfunktionen ergeben sich folgende Einstufungen (Bedeutung für den Bodenschutz):

- Lebensgrundlage und Lebensraum für den Menschen: i.d.R. sehr hoch
- Lebensgrundlage und Lebensraum der natürlichen Flora und Fauna: vorrangig sehr hoch bis hoch
- Filter, Puffer für Schwermetalle: hoch (Kalk-, Rohmarsch) bis sehr gering (i.d.R. Moore und Klei-, Knick, Spittmarschen)
- Stoffumwandlungsmedium: sehr hoch/hoch (v. a. Moore), sehr gering (z.B. Kalk-, Klei-, Knickmarschen)
- Stätte der Nahrungsmittelproduktion: sehr hoch (v.a. Kalkmarsch) bis mittel (z.B. Knick- und Spittmarschen)
- Archiv der Naturgeschichte: sehr hoch (Roh- und Organomarsch, Niedermoor, Gley-Regosol), sehr gering (übrige Gebiete)
- Archiv der Kulturgeschichte: vorrangig mittel (von sehr hoch bis sehr gering).

In 2050

Für die Bewertung der Bodenfunktionen hinsichtlich möglicher Veränderungen bis 2050 wurden die Eingangsparameter unter Berücksichtigung der projizierten Klimaänderungen (ab S. 9) variiert. Folgende Annahmen wurden basierend auf Literatur-

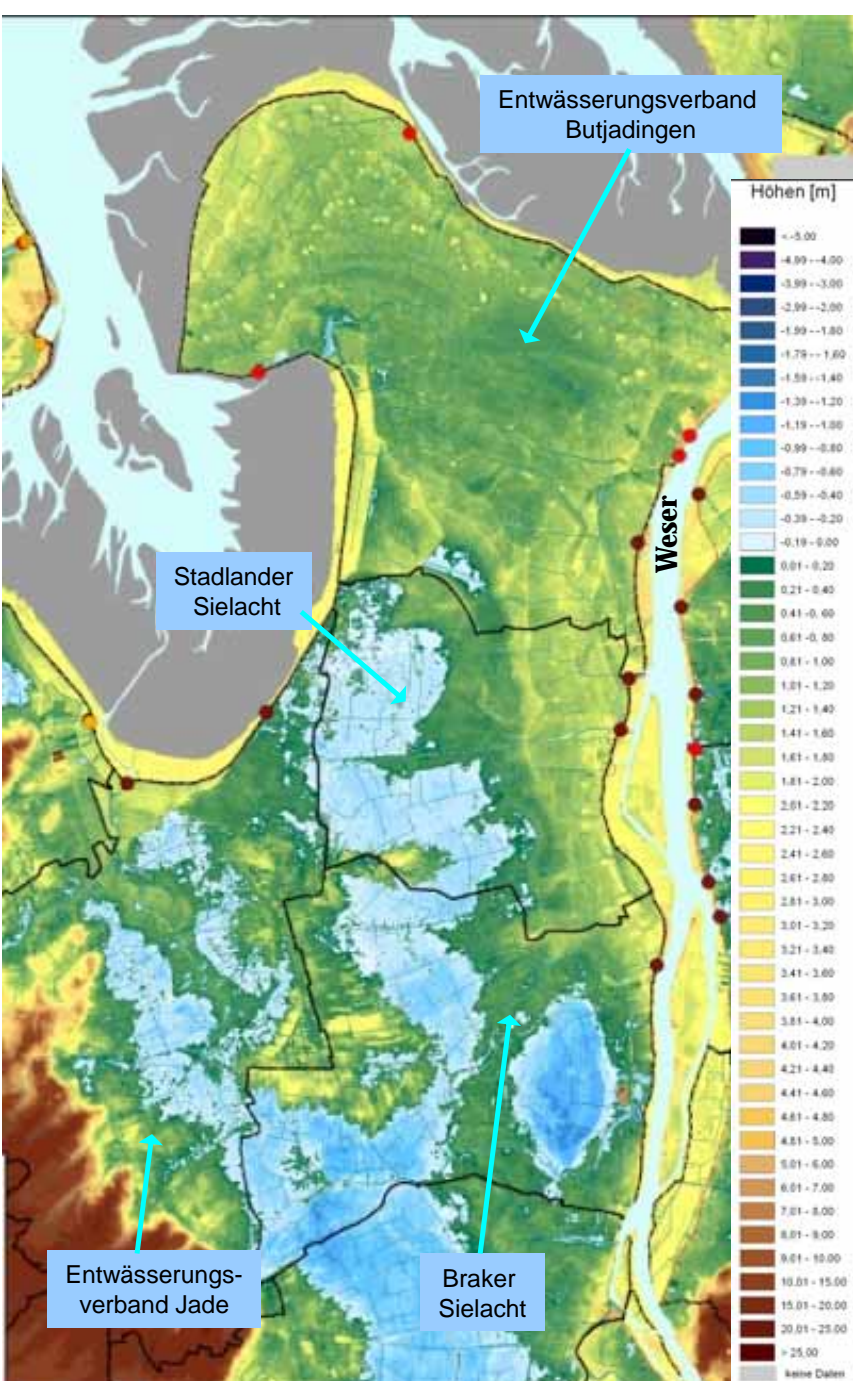
recherchen getroffen: Zunahme der Sickerwasserrate (+ 4%), Abnahme des Humusgehaltes (- 15%), Anstieg des Grundwasserspiegels (+ 5 cm; ohne Berücksichtigung der Grundwasserregulierung). Die Bewertung der Bodenfunktionen (2050, Karte rechts) im Vergleich zum Status Quo weist sowohl eine leichte Verschiebung der sehr hohen und hohen Bedeutung für den Bodenschutz zu einer mittleren Bedeutung als auch eine Verschiebung in die entgegengesetzte Richtung auf. Insbesondere die Spittmarschen sind durch eine Erhöhung der Schutzwürdigkeit gekennzeichnet. Für die Bodenteilfunktionen „Lebensgrundlage und Lebensraum für den Menschen“ und „Archiv der Natur- sowie Kulturgeschichte“ ergeben sich keine Veränderungen. Für die weiteren Bodenteilfunktionen können folgende Änderungen (Bewertungsstufen; Flächenanteil [%]) abgeleitet werden:

- Lebensgrundlage und Lebensraum der natürlichen Flora und Fauna: Zunahme um 1 (52,5%), Abnahme um 1 (0,1%)
- Bestandteil des Wasserhaushaltes: Zunahme um 1 (4,2%), Abnahme um 1 (0,5%)
- Filter, Puffer für Schwermetalle: Zunahme um 1 (9,8%), Abnahme um 1 (6,6%)
- Stoffumwandlungsmedium: Zunahme um 4 (2%), Abnahme um 1 (0,2%)
- Stätte der Nahrungsmittelproduktion: Abnahme um 1 (36,6%)

Die der Bewertung zugrundegelegten Klimaveränderungen bewirken -je nach betrachteter Bodenteilfunktion- sowohl positive als auch negative Veränderungen hinsichtlich der Bedeutung einer untersuchten Fläche für den Bodenschutz. Zukünftige Planungen sollten somit die Veränderung von Bodeneigenschaften und damit von Bodenfunktionen aufgrund klimatischer Veränderungen berücksichtigen.

Anhang

Höhenkarte des Landkreises Wesermarsch



Höhenkarte des nördlichen Bereiches des Landkreises Wesermarsch. Quelle: Bundesamt für Naturschutz (BfN) und die Nationalpark- und Biosphärenreservatsverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“ (Hrsg.) (2010): Die Karte wurde erstellt im Rahmen des Projektes „Speichern statt pumpen“; Datenbasis NLKWN und LGN Niedersachsen.

Die Höhenkarte des Landkreises Wesermarsch zeigt sehr deutlich den hohen Anteil an tief liegenden Bereichen. Die hellblauen Flächen weisen Geländehöhen unter Normalnull (NN) auf. Während die grün und hellgelb eingefärbten Bereiche durch Höhen mit wenigen Zentimetern über NN gekennzeichnet sind, stellen die Geestränder, mit über +5 m NN, die höchsten Gebiete dar.

In der Höhenkarte sind die Grenzen ausgewählter Wasser- und Bodenverbände des Landkreises Wesermarsch dargestellt. Im Gegensatz zu den angrenzenden Sielachten entwässern die Sielachten Stadland und Brake in ihren Verbandsgebieten ausschließlich in die Weser über Siel- und/oder Mündungsschöpfwerke. Zum Teil sind dafür Höhenunterschiede von bis zu 5 m zu überwinden.

Der Anteil besonders niedrig gelegener Flächen ist in den Sielachten Brake und Stadland besonders hoch. Mit Niederort liegt das tiefste Gebiet mit ca. -3 m NN im Verbandsgebiet der Braker Sielacht. Die niedrigsten Flächen in der Stadlander Sielacht liegen im westlichen Verbandsgebiet. Die Zu- und die Entwässerung für die Stadlander Sielacht werden über einen Kanal und ein Bauwerk, das Strohhauser Siel, durchgeführt, wobei die Feinabstimmung

über Unterschöpfwerke erfolgt. Auf Grund der z.T. sehr tiefen Lage und der in trockenen Perioden oftmals notwendigen Zu- wässerung im Gebiet der Stadlander Sielacht führen plötzlich auftretende Starkregenereignisse zu einem Wasserüberschuss, da eine Umkehrung der Fließrichtung nicht sofort erfolgen kann.

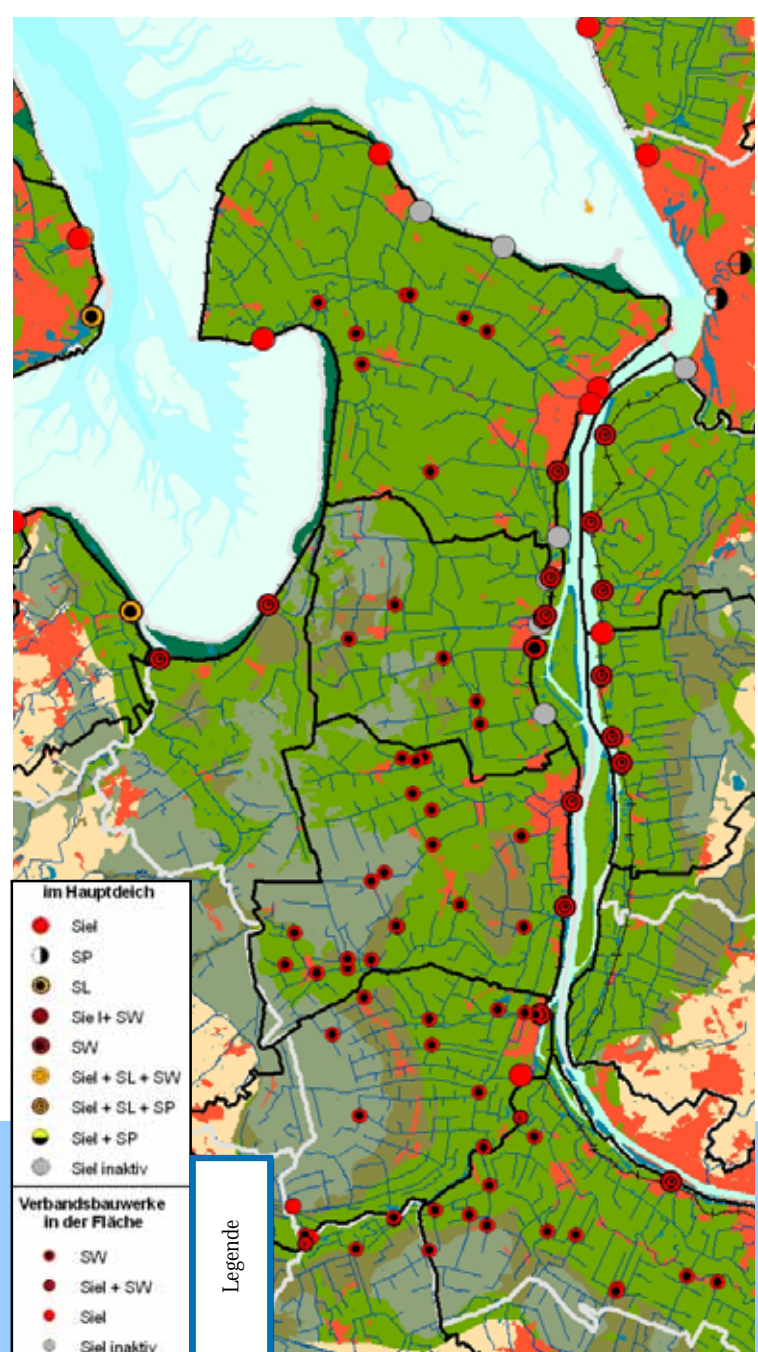
Der Entwässerungsverband Jade hat sowohl Anteile an niedrig gelegenen Flächen (unter NN) als auch Geestbereiche, deren Oberflächenwasser über das Verbandsgebiet in den Jadebusen abgeführt werden. Die großen Höhenunterschiede zwischen der Geest und den Marschgebieten (z.T. über 10 m) führen zu einem schnellen Abfluss in die tiefer gelegenen Bereiche, von denen das Wasser bis zum Wapeler Siel geführt werden muss.

Der Entwässerungsverband Butjadingen verfügt über sechs verschiedene Entwässerungsbauwerke (Siele). Das Abführen von Wasser in den Wintermonaten oder bei Starkregenereignissen stellt kein Problem dar, solange Freiflut besteht. Dagegen ist die Versorgung des Verbandsgebietes mit Frischwasser aus der Weser auf Grund der Versalzungsproblematik zu bestimmten Zeiten nicht oder nur eingeschränkt möglich. Als Einlassbauwerk steht ausschließlich das Beckumer Siel zur Verfügung.

Thematische Karten

Bauwerke der Wasserwirtschaft in der Wesermarsch

Bauwerke der Wasserwirtschaft im nördlichen Bereich des Landkreises Wesermarsch. Quelle: Bundesamt für Naturschutz (BfN) und die Nationalpark- und Biosphärenreservatsverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“ (Hrsg.) (2010): Die Karte wurde erstellt im Rahmen des Projektes „Speichern statt pumpen“; Datenbasis NLKWN und LGN Niedersachsen. Abkürzungen Legende: SL = Schleuse, SW = Schöpfwerk, SP = Sperrwerk



Die rechte Karte zeigt eine Auswahl der wasserwirtschaftlichen Bauwerke im nördlichen Bereich des Landkreises Wesermarsch. Die hier eingezeichneten Bauwerke konnten im Projekt „Speichern statt pumpen“, das für 1 Jahr im Auftrag der Nationalpark- und Biosphärenreservatsverwaltung „Niedersächsisches Wattenmeer“ gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Naturschutz durchgeführt wurde, digital erfasst (basierend auf handgezeichneten Karten) und graphisch dargestellt werden.

Zu erkennen ist die unterschiedliche Dichte wasserwirtschaftlicher Bauwerke in den Verbandsflächen. Neben den Bauwerken in den Verbandsgebieten selbst existieren unterschiedliche Entwässerungsbauwerke im Hauptdeich.

Der Entwässerungsverband Butjadingen verfügt über sechs Auslassbauwerke im Hauptdeich. Zwei ehemalige Entwässerungssiele (graue Kreise, Burhaver und Waddenser Siel) sind nicht mehr im Betrieb. Die roten Kreise symbolisieren ausschließlich Sielbauwerke, deren Sieltore sich selbsttätig bei niedrigem Außenwasserstand öffnen. Butjadingen verfügt in Beckum nur über ein Einlassbauwerk und mit Großensiel über ein Schöpfwerk in Richtung Weser. Die Pumpstationen in der Verbandsfläche dienen dazu, die aus den Sieltiefen kommenden Wassermengen auf den Butjadin-

ger Zu- und Entwässerungskanal sowie andere Sieltiefs (Fedderwarder, Utergader und Hayenschlooter Sieltief) zu pumpen.

Im Verbandsgebiet der Sielacht Stadland gibt es nur ein Bauwerk im Hauptdeich, das Strohauser Siel mit Schöpfwerk. Aus den niedrig gelegenen westlichen Flächen müssen die abzuführenden Wassermengen auf das Strohauser Sieltief gepumpt werden.

Ähnliches gilt für das Gebiet der Braker Sielacht, in dem der westlich gelegene Bereich vorrangig landwirtschaftlich genutzt wird und zu den am tiefsten gelegenen Flächen im Verbandsgebiet gehören. Zwei Sieltiefe entwässern das Gebiet der Braker Sielacht, das Braker Tief im Norden und das Käseburger Tief im Süden. Mit dem Braker Siel und dem Käseburger Siel hat die Braker Sielacht zwei Bauwerke im Hauptdeich.

Im Entwässerungsverband Jade ist nur noch ein Bauwerk im Hauptdeich vorhanden, das Wapeler Siel mit Schöpfwerk, welches den südlichen Bereich des Verbandes entwässert. Das ehemalige Schweiburger Siel wurde durch eine Pumpstation durch den Hauptdeich ersetzt. Diese entwässert ein ca. 2 000 ha großes Gebiet im nord-östlichen Bereich dieses Verbandes.

Partner der Wesermarsch



1 2 3

Oosterschelde Sperrwerk (Niederlande)



4

Schouwen-Duiveland (Niederlande)

Im EU Interreg IVB Vorhaben „*Climate Proof Areas*“ bearbeiten vier Nationen gemeinsam ein Thema: Eine Klimaanpassungsstrategie für das Wassermanagement im südlichen Nordseeraum. Die Bilder auf dieser Seite zeigen beispielhaft ausgewählte Pilotgebiete, die in den Partnerländern bearbeitet werden.

1 2 3

Das vor ca. 20 Jahren fertig gestellte Oosterschelde Sperrwerk schützt die Inseln Schouwen-Duiveland und Walcheren vor schweren Sturmfluten. Negative Auswirkungen dieses Sperrwerkes, u.a mit der Bildung eines Sedimentungleichgewicht innerhalb der Oosterschelde, werden in heutiger Zeit sichtbar. Im Rahmen des CPA Projektes werden Versuche durchgeführt, um eine nachhaltige und langfristige Lösung zur Verhinderung ungünstiger Sedimentumlagerungen zu finden.

4

Die Provinz Zeeland legt den Fokus zur Erarbeitung einer Klimaanpassungsstrategie auf die Gemeinde Schouwen-Duiveland. Die Provinz versteht sich als Laboratorium für die Klimaanpassung in den Niederlanden.

5 6

Die deutschen Pilotgebiete im Landkreis Wesermarsch.

8

Erosionsprozesse führen zu starken Abbrüchen und Rückgängen an den englischen Küsten, so auch im Norden Norfolks. Titchwell Marsh ist ein Süßwasserbiotop für verschiedene Tier- und Vogelarten, durch die Erosionen droht es vom Salzwasser überspült zu werden. Im Rahmen des CPA Vorhabens sollen Maßnahmen ergriffen werden, die den erosiven Tendenzen entgegenwirken und so das Süßwasserbiotop erhalten.

7 9

Nördlich von Cambridge befinden sich vereinzelte Moorflächen, die durch intensive landwirtschaftliche Nutzung und der damit verbunden Entwässerung in ihrer natürlichen Entwicklung beeinträchtigt und degradiert wurden (u.a. Moorsackung durch Mineralisierung der organischen Substanz). Naturschutzorganisationen haben große Flächen erworben, um eine naturnahe Entwicklung dieser Flächen zu ermöglichen. Im Pilotgebiet Wicken Fen geht es um die Verbesserung der Erreichbarkeit dieser Naturareale und die Verdeutlichung, wie durch alternative Landnutzungsformen eine Win-Win-Situation für verschiedene Nutzergruppen (Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Tourismus) erlangt werden kann. Durch Wiedervernässung und Zusammenlegung zweier Moorgebiete soll das Projektgebiet Great Fen zum Schutz der umliegenden landwirtschaftlichen Flächen vor Überschwemmungen und zur Reduzierung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre beitragen. Im Pilotgebiet Greater Fen sollen neben den zuvor genannten Aspekten zwei voneinander getrennt liegende Naturschutzgebiete mit einander verbunden werden. Darüber hinaus sollen die Flächen zur Zwischenspeicherung von Niederschlagswasser im Fall von Extremereignissen dienen.

10

In der Stadt Arvika geht es um den nachhaltigen und langfristigen Hochwasserschutz nach Starkregenereignissen und der Schneeschmelze in den Frühjahrsmonaten. Im Jahr 2000 hat ein Hochwasser zu dem bisher höchsten Wasserstand mit entsprechenden Schäden im Stadtgebiet geführt. Bisher ist noch kein Hochwasserschutzsystem vorhanden.

in „Climate Proof Areas“



8 Titchwell Marsh (Norfolk, England)



9 Greater & Wicken Fen (Cambridgeshire, England)



10 Arvika (Värmland, Schweden)

Wie geht es in Zukunft weiter ?



1910

1 m

2010

Unterschied der Geländehöhen im Greater Fen (Cambridgeshire); Veränderung nach 100 Jahren intensiver Nutzung.

Die in dieser Broschüre zusammengestellten Ideen können eine Grundlage für weitere gemeinsame Diskussionen über die zukünftige Entwicklung im Landkreis Wesermarsch bilden.

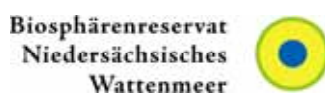
Teilnehmende Institutionen/Organisationen des Regionalforums „Climate Proof Areas“



Regierungsvertretung Oldenburg



Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung



Gemeinde Butjadingen



Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Betriebsstelle Oldenburg-Nord



Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, NLWKN Küsten- und Naturschutz

Betriebsstelle Brake-Oldenburg



Quellenhinweise:

- Die Abbildung der überflutungsgefährdeten Fläche in der südlichen Nordsee (S. 11) ist aus *Safecoast* (2008): Coastal Flood Risk and Trends for the Future in the North Sea Region, Synthesis Report. Safecoast Project Team.
- Die Meeresspiegelanstiegskurve auf S. 12 ist aus *NLWKN* (2007): Generalplan Küstenschutz Festland. Bremen-Niedersachsen.
- Die Abbildungen der Seiten 11 und 12 zum Meeresspiegelanstieg sind dem *Rahmstorf, S. (2007): A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise. Science Vol. 315. no. 5810, S. 368 – 370 (Bild A)* und *WBGU [Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung] (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten (Bild B)* entnommen.
- Die Grafiken (S. 14, 15) zu möglichen klimatischen Veränderungen in der Wesermarsch sind der Veröffentlichung *Bormann, H., Ahlhorn, F., Giani, L. und Klenke, T. (2009): Climate Proof Areas - Konzeption von an den Klimawandel angepassten Wassermanagementstrategien im Norddeutschen Küstenraum. Korrespondenz Wasserwirtschaft Nr. 7, (2. Jg), S. 363-369, DOI: 10.3243/kwe.2009.07.002* entnommen.
- Die Abbildung auf S. 16 SK(Q) ist folgender Veröffentlichung entnommen: *Bormann, H. (2010): Runoff regime changes in German rivers due to climate change. Erschienen in der Zeitschrift: Erdkunde.*
- Die GIS-Karten (S. 9, 19, 21, 33, 34) sind entnommen aus: *Ahlhorn, F., Meyerdirks, J. und Umlauf, I. (2010): Speichern statt pumpen. Abschlussbericht. F+E-Vorhaben gefördert mit Mitteln des Bundesamtes für Naturschutz. Nationalpark- und Biosphärenreservatsverwaltung (Hrsg.).*
- Die Abbildungen auf den S. 23-26 sind entstanden im Rahmen eines Praktikums von Frau B.Sc. Britta Restemeyer im Projekt „Climate Proof Areas“.
- Lehmann, A., David, S. & Stahr, K. (2008): TUSEC – Bilingual-Edition: Eine Methode zur Bewertung natürlicher und anthropogener Böden (Deutsche Fassung) / Technique for Soil Evaluation and Categorization for Natural and Anthropogenic Soils (English version); Hohenheimer Bodenkundliche Hefte 86, Universität Hohenheim, Stuttgart.

Text:

Dr. Frank Ahlhorn
Apl.Prof. Dr. Helge Bormann
Apl.Prof. Dr. Luise Giani
Dr. Kirsten Klaassen
Dr. Thomas Klenke
Dipl.-Landschaftsökol. Marcus Malsy
B.Sc. Britta Restemeyer

Layout:

Frank Ahlhorn

Fotos:

Frank Ahlhorn oder
Helge Bormann
(wenn nicht anders vermerkt)

Universität Oldenburg
COAST – Zentrum für Umwelt- und
Nachhaltigkeitsforschung
AG Hydrologie
AG Bodenkunde

Postfach 2503
D - 26111 Oldenburg

Druck: Willers Druck, Oldenburg
Auflage: 1 000

Kontakt:

Dr. Frank Ahlhorn
E-Mail: frank.ahlhorn@uni-oldenburg.de

Dr. Thomas Klenke
E-Mail: thomas.klenke@uni-oldenburg.de

Informationen ...

... zum EU Interreg IVB Vorhaben
„Climate Proof Areas“:
www.climateproofareas.com

... zu COAST:
www.coast.uni-oldenburg.de

... zur Bodenkunde:
www.bodenkunde.uni-oldenburg.de

... zur Hydrologie:
www.hydrologie.uni-oldenburg.de



