



Management von Binnenhochwasserrisiken im Küstenraum

Roadmap für eine erfolgreiche Klimaanpassung im westlichen Ostfriesland

Diese Broschüre ist entstanden im Rahmen des im DAS-Programm vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) geförderten Projektes „Klimaanpassung und Extremwettervorsorge – Verbandsübergreifendes Management von Binnenhochwasserrisiken im westlichen Ostfriesland (KLEVER-Risk)“. An dem Projekt haben die unten aufgeführten Institutionen mitgewirkt.

Projektbearbeitung



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kooperationspartner



Autoren und Autorinnen

Jan Spiekermann
Helge Bormann
Jenny Kebschull
Nadine Kramer

Universität Oldenburg
Jade Hochschule
Jade Hochschule
Universität Oldenburg

Redaktion und Layout

Jan Spiekermann

Fotos

Jan Spiekermann und Nadine Kramer (sofern nicht anders angegeben)
Titelseite: © Europäische Union, enthält Copernicus Sentinel-2 Daten [2023],
verarbeitet durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG)
Rückseite: © Nds. Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

Druck

WIRMACHENDRUCK GmbH, Backnang
Auflage: 1.000

Oldenburg, April 2023

Kontakt

Dr. Peter Schaal
Universität Oldenburg
peter.schaal@uol.de
+49 (0) 441 / 798-4689

Dr. Helge Bormann
Jade Hochschule
helge.bormann@jade-hs.de
+49 (0) 441 / 7708-3775

Weitere Informationen

www.uol.de/klever-risk

Vorwort der Entwässerungsverbände

Der vom Weltklimarat auf globaler Ebene untersuchte Klimawandel ist seit vielen Jahren bekannt und rückt zunehmend stärker in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit. Zwar hat es in der Erdgeschichte fortwährend Veränderungen der klimatischen Bedingungen gegeben, die Geschwindigkeit des menschengemachten Klimawandels durch den Ausstoß von Treibhausgasen stellt jedoch eine völlig neue Dimension dar. Neben der primären Zielrichtung, den Prozess der Erderwärmung durch effektive Klimaschutzmaßnahmen noch so weit wie möglich zu verlangsamen und aufzuhalten, werden auch Anpassungsmaßnahmen an die nicht mehr vermeidbaren Folgen des Klimawandels erforderlich sein.

Mittlerweile spüren wir die Auswirkungen des Klimawandels auch in unserer Region schon deutlich in Form des Meeresspiegelanstiegs, der Zunahme von Starkregenereignissen und der Verschiebung der Niederschlagsverteilung vom Sommer in den Winter, zum Teil verbunden mit langanhaltenden Trockenphasen und Hitzeperioden in den Sommermonaten.

Diese Entwicklungen können wir als Unterhaltungsverbände nicht verhindern, jedoch sind wir uns der Herausforderung bewusst, mit den Folgen umgehen zu müssen. Für uns besteht die Aufgabe darin, die Auswirkungen des Klimawandels auf den Küsten- und Binnenhochwasserschutz möglichst detailliert zu analysieren, die entsprechenden Schlussfolgerungen daraus zu ziehen und unser verbandliches Handeln an die sich ändernden Gegebenheiten anzupassen. Die Anpassung an die Folgen des Klimawandels wird künftig eine bedeutende Aufgabe der Verbände sein, denn die Veränderungen werden mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit eintreten, und es wird sich dann die Frage stellen, wie gut wir vorbereitet sind.

Im Jahr 2015 begann der 1. Entwässerungsverband Emden mit Hilfe der Wissenschaft im Rahmen des vom Bundesumweltministerium geförderten KLEVER-Projektes den Ist-Zustand im Verbandsgebiet in puncto Entwässerung und Binnenhochwasserschutz detailliert zu analysieren und mittels Modellrechnungen die zu erwartenden Klimaveränderungen zu quantifizieren. Es stellte sich am Ende ein enormer Bedarf an Anpassungsnotwendigkeiten heraus, denen man nur mit gezielten Maßnahmenoptionen entgegenzutreten kann.

Im anschließenden Projekt KLEVER-Risk wurde systematisch auf den Ergebnissen aus KLEVER aufgebaut, der Betrachtungsraum vom Emdener Verbandsgebiet auf die benachbarten Entwässerungsverbände Norden, Oldersum und Aurich ausgedehnt und der Landkreis Aurich, die Stadt Emden sowie der NLWKN als Kooperationspartner mit einbezogen. Wissenschaftlich begleitet vom Projektteam der Universität Oldenburg und der Jade Hochschule sowie unter Mitwirkung des Büros „Küste und Raum“ konnten verbandsübergreifend Maßnahmenoptionen eruiert und letztendlich auch definiert werden.

KLEVER-Risk gibt somit eine Reihe von Antworten auf die zwingend notwendigen Klimaanpassungsmaßnahmen primär aus Sicht des Binnenhochwasserschutzes. Aber auch die Aspekte einer notwendigen Wasserhaltung in zukünftigen Trockenphasen werden beleuchtet. Mit dieser Broschüre möchten wir der Allgemeinheit die Ergebnisse des Projektes vorstellen, die zumindest teilweise sicherlich auch auf andere Verbände im norddeutschen Küstenraum übertragen werden können.

Die Ergebnisse des Projektes sollten jetzt einfließen in den niedersächsischen „Generalplan Stiel- und Schöpfungswerke“, der im aktuellen Koalitionsvertrag von 2022 (Seite 16) schon thematisiert wird und die Grundlage bildet für die dringend erforderlichen Planungen in puncto kurzfristige Erhöhung der aktuellen Schöpfkapazitäten an den Abschlagsbauwerken, Schaffung von Retentionsflächen bzw. Pumpspeicherpoldern zur Wasserhaltung und mittelfristigem Ersatz der gesamten, in die Jahre gekommenen Schöpfwerksinfrastruktur.

Wir Verbände haben mit den Ergebnissen aus den Projekten KLEVER und KLEVER-Risk unseren Teil zur Wissensfindung im Zuge der gebotenen Klimaanpassungsmaßnahmen beigetragen.

Jetzt ist es an der Zeit für konkrete Planungen, Finanzierungskonzepte und Umsetzungen. Die Zeit drängt, die Natur wartet nicht, wir müssen handeln.

I. Entwässerungsverband Emden	Entwässerungsverband Oldersum	Entwässerungsverband Norden	Entwässerungsverband Aurich
Oberstielrichter Reinhard Behrendts	Oberstielrichter Heiko Albers	Oberstielrichter Rainer Mellies	Verbandsvorsteher Werner Geyken

Inhalt

1	Hintergrund und Zielsetzung von KLEVER-Risk	1
2	Betrachtungsraum – Das westliche Ostfriesland	2
3	Auswirkungen von Klimawandel und Meeresspiegelanstieg auf die Entwässerung	12
4	Management von Binnenhochwasserrisiken im Küstenraum	26
5	Fokusthemen des Binnenhochwasserrisikomanagements im Rahmen von KLEVER-Risk	32
5.1	Ertüchtigung von Pumpkapazitäten	34
5.2	Schaffung von Retentionskapazitäten	38
5.3	Anpassung der Entwässerungsinfrastruktur im Bereich Leyhörn	46
5.4	Anpassung der Entwässerungsinfrastruktur im Bereich „Ender Wasserspiele“ & Ems-Jade-Kanal	56
5.5	Aufstellung verbandlicher Binnenhochwasser-Alarmpläne	72
5.6	Verbesserung der Binnenhochwasservorsorge seitens der Kommunen und Verbände	80
5.7	Erstellung von Binnenhochwassergefahren- und -risikokarten	82
5.8	Umgang mit Binnenhochwasser- und Starkregengefahren in der Raumplanung	94
5.9	Stärkung der Binnenhochwasser- und Starkregen-Eigenvorsorge der Bevölkerung	98
5.10	Sensibilisierung der Öffentlichkeit: Tag der offenen Tür am Schöpfwerk Leybuchtziel	102
6	Ausblick: Strategische Ausrichtung des Binnenhochwasserrisikomanagements im Küstenraum	104



1 Hintergrund und Zielsetzung von KLEVER-Risk

Erkenntnisse aus dem Vorläufer-Projekt KLEVER

Die Untersuchungen des KLEVER-Projekts (Klimaoptimiertes Entwässerungsmanagement im Verbandsgebiet Emden, 2015 bis 2018) haben deutlich gemacht, dass sich in den Küstenniederungen Ostfrieslands unter Annahme des projizierten Klimawandels neben Sturmfluten auch die winterlichen Niederschlagsabflüsse aus dem Deichhinterland intensivieren werden und die Binnenentwässerung damit vor große Herausforderungen gestellt wird. Die Eintrittswahrscheinlichkeit von extremen Ereignissen, die zu Binnenhochwassersituationen führen können, wird künftig aller Voraussicht nach erheblich steigen. Soll das Hochwasserrisiko nicht in gleichem Maße zunehmen, müssen geeignete Maßnahmen des Risikomanagements konzipiert und umgesetzt werden, die zu einer Resilienzsteigerung der Küstenräume beitragen. Nicht zuletzt hat die mehrtägige Sturmtiefserie im Februar 2022 mit hohen Tidewasserständen und großen Niederschlagsmengen in Erinnerung gerufen, dass jederzeit Extremsituationen auftreten können, die die Systeme der Binnenentwässerung in der Küstenregion an ihre Grenzen bringen.



Die Ergebnisse aus KLEVER haben darüber hinaus gezeigt, dass technische Hochwasserschutzmaßnahmen allein die zukünftigen Herausforderungen nicht vollständig werden lösen können. Zusätzlich müssen ebenfalls Maßnahmen verfolgt werden, die auf eine signifikante Senkung und ein Management der Schadenspotenziale abzielen. Diese Aufgabe kann nur mit integrativen Ansätzen und im Verbund aller relevanten Akteure einschließlich der Bevölkerung gelöst werden. Dies steht im Einklang mit der „Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ der Bundesregierung aus dem Jahr 2008, die die Anpassung an die Folgen des Klimawandels als eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung darstellt, die ein querschnittsorientiertes Handeln und ein Zusammenwirken aller relevanten Akteure erfordert.

Vertiefende Betrachtungen im Projekt KLEVER-Risk

Das Projekt KLEVER-Risk hat sich in den Jahren 2019 bis 2023 dieser Fragestellung angenommen. In enger Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern wurden Konzept- und Maßnahmenvorschläge für eine Reduzierung des Binnenhochwasserrisikos unter Berücksichtigung künftiger klimatischer Veränderungen in den nordwestdeutschen Küstenniederungen entwickelt und die für die Umsetzung notwendigen Akteursnetzwerke gestärkt. Dabei konnte direkt an Aktivitäten angeknüpft werden, die sich bereits im Rahmen von KLEVER als sehr relevant für den Küstenraum herausgestellt haben.

Am Beispiel der Gebiete der vier benachbarten Entwässerungsverbände Emden, Norden, Oldersum und Aurich wurden die Potenziale der unterschiedlichen Handlungsbereiche des Binnenhochwasserrisikomanagements untersucht, Defizite identifiziert und Konzepte für Verbesserungsmöglichkeiten entwickelt. Ein besonderer Fokus lag dabei auf verbandsübergreifenden Lösungsansätzen. Insgesamt wurden folgende Themenfelder betrachtet:

- Ertüchtigung von Pumpkapazitäten,
- Schaffung von Retentionskapazitäten,
- Anpassung der verbandsübergreifenden Entwässerungsinfrastrukturen im Bereich Leyhörn sowie im Bereich der „Emder Wasserspiele“,
- Aufstellung von Binnenhochwasser-Alarmplänen,
- Verbesserung der Binnenhochwasservorsorge seitens der Kommunen und Verbände,
- Erstellung von Binnenhochwassergefahren- und -risikokarten,
- Umgang mit Binnenhochwasser- und Starkregenereignissen in der Raumplanung,
- Stärkung der Binnenhochwasser- und Starkregen-Eingenvorsorge der Bevölkerung,
- Sensibilisierung der Öffentlichkeit für das Thema Binnenhochwasserrisikomanagement

Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeiten im Rahmen von KLEVER-Risk sind in dieser Broschüre dokumentiert.

2 Betrachtungsraum – Das westliche Ostfriesland

Das Projektgebiet von KLEVER-Risk liegt im westlichen Ostfriesland und erstreckt sich über die Verbandsgebiete der vier benachbarten Entwässerungsverbände Norden, Emden, Oldersum und Aurich. Es umfasst die kreisfreie Stadt Emden, einen Großteil des Landkreises Aurich sowie Teilebene der Landkreise Leer und Wittmund. Innerhalb des ca. 1.330 km² großen Betrachtungsraums befindet sich zudem eine zweistellige Zahl an kreisangehörigen Städten und Gemeinden, die vollständig oder anteilig in den vier Verbandsgebieten liegen (s. Karte auf Seite 4).

Flächennutzung

Der Betrachtungsraum ist überwiegend ländlich geprägt. Mit einem Anteil von 73 % wird der Großteil der Flächen landwirtschaftlich genutzt, knapp 17 % entfallen auf Siedlungs- und Verkehrsflächen. Gewässerflächen nehmen rund 3 % des Gebietes ein, während der Anteil an Wald-, Gehölz- und Sumpfflächen bei etwa 7 % liegt.

Auch wenn Ostfriesland im niedersächsischen Vergleich eher geringe Versiegelungsraten aufweist, zeigt sich seit Ende der 1970er-Jahre ein steter Trend der Flächeninanspruchnahme. In diesem Zeitraum wurden über 5 % der Gesamtfläche des Betrachtungsraumes zusätzlich als Siedlungs- oder Verkehrsfläche genutzt (s. Abb. 1). Neben klimatischen Veränderungen stellt auch die Zunahme der Flächenversiegelung eine Herausforderung für die Binnenentwässerung dar, da das Wasser auf versiegelten Flächen nicht mehr in den Boden infiltrieren kann, sondern direkt über die Kanalisation und das engmaschige Grabensystem in die Verbandsgewässer abgeführt werden muss.

Topographie

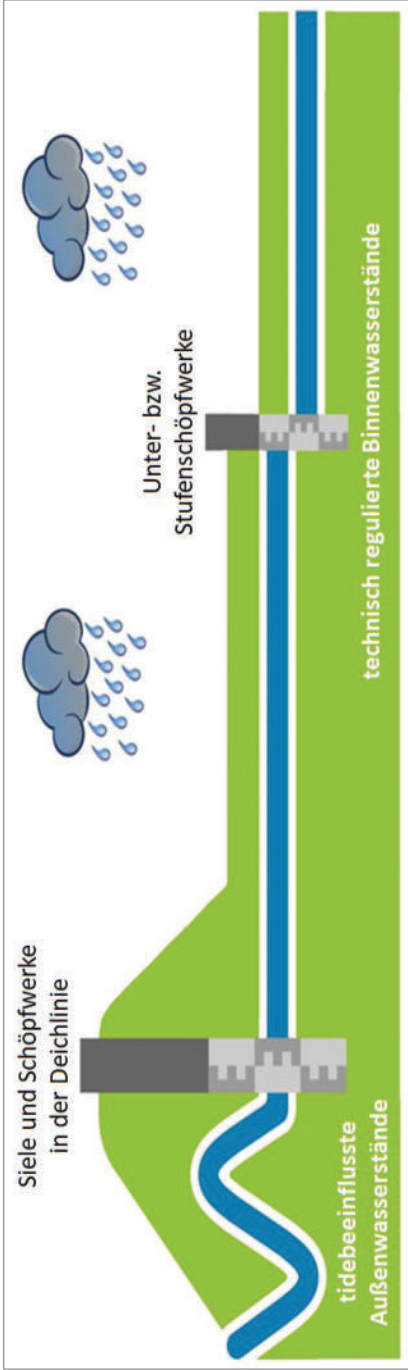
Das Gebiet der vier Entwässerungsverbände umfasst sowohl die tief gelegenen Marschenbereiche im Deichhinterland als auch höher liegende Geestbereiche (s. Karte auf Seite 5). In großen Teilen der deichgeschützten Niederungsgebiete liegen die Geländeoberflächen unterhalb von Normalhöhen-Null (NHN), der tiefste Punkt befindet sich bei rund -2,5 m NHN. In den östlich gelegenen Geestgebieten erreichen die Geländehöhen hingegen Werte von bis zu +12 m NHN. Um die Entwässerungslast in den Niederungsgebieten zu reduzieren, wurden die Geestgebiete – wo es möglich war – als separate Einzugsgebiete von den Marschengebieten getrennt. Ein Beispiel dafür ist die Aufteilung des EV Oldersum in ein Ober- und ein Untergebiet.

Entwässerung

Die Entwässerung stellt eine Grundvoraussetzung für die Besiedlung sowie die landwirtschaftliche und gewerbliche Nutzung des Betrachtungsraumes dar. Ohne ein zuverlässiges Entwässerungsmanagement würde es bei ergiebigen Niederschlägen vor allem in den eingedeichten Küstenniederungen regelmäßig zu großflächigen Überschwemmungen kommen. Nur mit Hilfe der historisch gewachsenen Entwässerungssysteme, bestehend aus überwiegend künstlich angelegten Gewässern mit regulierten Wasserständen und technischen Anlagen wie Sielen und Schöpfwerken, können überschüssige Niederschlagsmengen abgeführt und kritische Hochwassersituationen weitestgehend vermieden werden.

In den vier Verbandsgebieten, die jeweils voneinander abgegrenzte Einzugsgebiete darstellen, haben sich basierend auf den topographischen Gegebenheiten unterschiedliche Entwässerungsstrukturen entwickelt:

- Im **I. Entwässerungsverband Emden** und im **Untergebiet des Entwässerungsverbands Oldersum** befindet sich ein Großteil der Flächen unterhalb von NHN (s. Tab. 1). Die Geländehöhen liegen hier nur knapp oberhalb bzw. teilweise sogar unterhalb der Sollwasserstände der Hauptentwässerungssysteme, weshalb in diesen Bereichen eine Vielzahl an Unter- bzw. Stufenschöpfwerken entstanden sind, in denen vom Hauptentwässerungsnetz getrennte, niedrigere Sollwasserstände gehalten werden.
- Der **Entwässerungsverband Norden** weist hingegen kaum Flächen unterhalb von NHN auf und kommt daher ohne Unterschöpfwerksgebiete aus. Der Abfluss aus den Gewässern am Geesthang im südöstlichen Teil des Verbandsgebietes wird – wie auch bei den anderen Entwässerungsverbänden mit Geestanteil – über Stauwehre geregelt.
- Der **Entwässerungsverband Aurich** und das **Obergebiet des Entwässerungsverbands Oldersum** sind durch ihre Geestlage charakterisiert. Hier ist ein freier Abfluss, reguliert durch Stauwehre, möglich. Aus dem EV Aurich wird das Wasser in den Ems-Jade-Kanal geleitet und zu ca. zwei Dritteln in Richtung Emden und zu ca. einem Drittel in Richtung Wilhelmshaven entwässert. Der nach Emden entwässernde Anteil wird im Regelfall über den Emdener Hafen und im Ausnahmefall über das Schöpf-



werk Borssum in die Ems abgeführt. Das Wasser aus dem Obergerbiet des EV Oldersum wird über den Sauteler Kanal durch das benachbarte Verbandsgebiet der Sielacht Moormerland zum Siel- und Schöpfwerk Sautel geleitet und dort in die Ems entwässert.

Tabelle 1 enthält eine Übersicht zu den Eckdaten der vier Entwässerungsverbände.

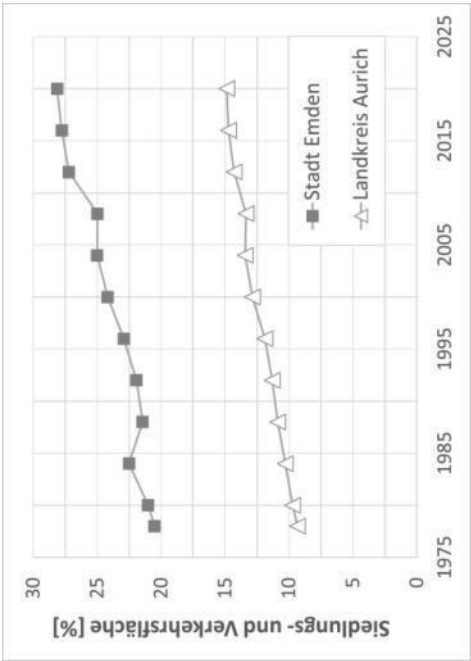
Zwischen den betrachteten Verbandsgebieten existieren zwei **verbandsübergreifende Schnittstellen der Entwässerungsinfrastrukturen**, die im Rahmen von KLEVER-Risk besonders in den Blick genommen wurden. Dabei handelt es sich zum einen um das Speicherbecken Leyhörn mit dem vom NLWKN betriebenen Sperrwerk Leysiel (s. Kap. 5.3) und zum anderen um die sogenannten „Emder Wasserspiele“ (s. Kap. 5.4), zu denen u. a. das ebenfalls vom NLWKN betriebene Schöpfwerk Borssum zählt.

Verbandsgebiet	EV Norden	I. EV Emden	EV Oldersum		EV Aurich
Gebietsgröße	245 km²	465 km²	Untergebiet	Obergerbiet	186 km²
Einwohner	41.000	87.000	246 km²	68.000	34.000
mittlere Geländehöhe	Median	0,38 m NHN	0,05 m NHN	5,91 m NHN	8,51 m NHN
	Mittelwert	1,71 m NHN	0,73 m NHN	5,98 m NHN	8,19 m NHN
Anteil unterhalb von Normalhöhen-Null	2,4 %	35 %	48 %	0,3 %	0,0 %
Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen	16,9 %	16,8 %	13,2 %	17,7 %	19,3 %
Anteil der Gewässerflächen	2,0 %	4,0 %	3,7 %	1,4 %	2,7 %
mittlerer Jahresniederschlag (2006-2019)	858 mm	852 mm	822 mm	868 mm	894 mm
Entwässerungsinfrastruktur					
Mündungsbauwerke	Siele	Knock, Greetsiel	Petkum, Oldersum	Sautel	Einlaufbauwerke zum Ems-Jade-Kanal
	Schöpfwerke	Knock, Greetsiel	Moormerland (in Oldersum)	Sautel	
Binnenpegel	Sommer	-0,80 m NHN	-1,05 m NHN	±0,00 m NHN	-
	Winter	-1,00 m NHN	-1,20 m NHN		
Unter-/Stufenschöpfwerksgebiete		-	22	17	3
Verbandsgewässer	II. Ordnung	320 km	949 km	260 km	158 km
	III. Ordnung	-	160 km	28 km	-

Abb. 1: Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen an der Gesamtfläche im Landkreis Aurich und in der Stadt Emden

Abb. 2 (re. oben): Entwässerungsprinzip in Küstenniederungen

Tab. 1: Eckdaten zu den Entwässerungsverbänden



Betrachtungsraum von KLEVER-Risk

Verwaltungsgrenzen

Landkreisgrenze

Stadt-/Gemeindegrenze

Verbandsgrenze

Flächennutzung

Siedlungsfläche

Verkehrsfläche

landwirtschaftl. Fläche

sonstige Vegetation

Gewässerfläche

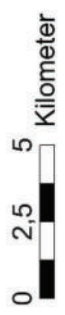
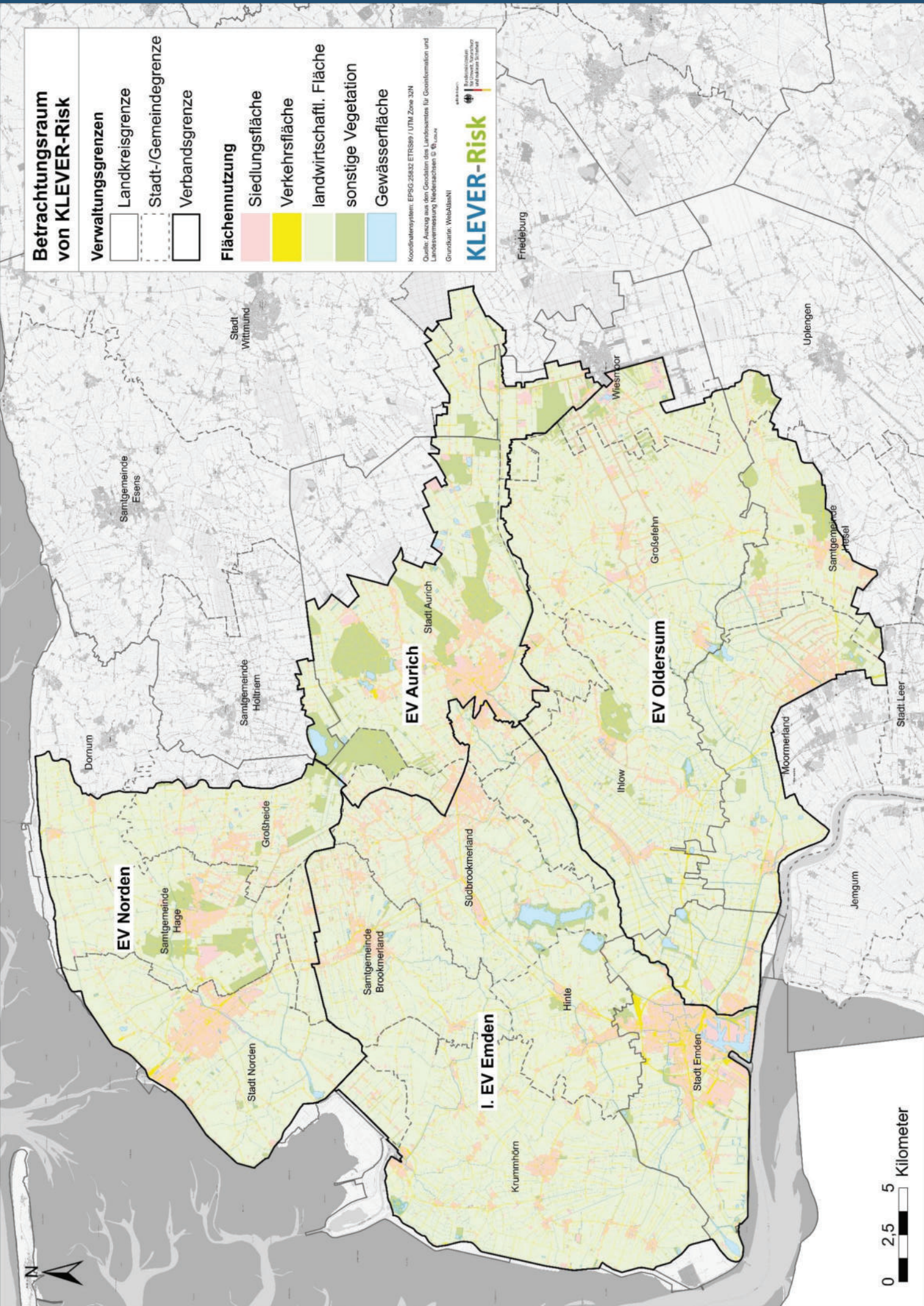
Koordinatensystem: EPSG:25832 ETRS89 / UTM Zone 32N

Quelle: Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © LfLg

Grundkarte: WebAtlasNI

KLEVER-Risk

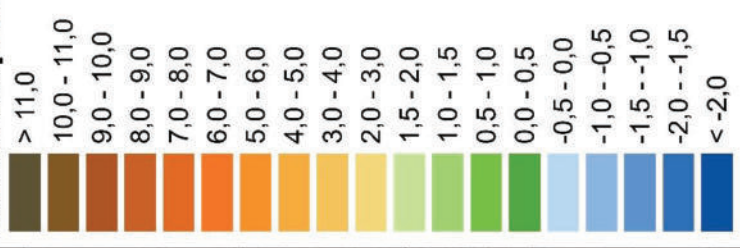
Niedersächsisches Institut für Raumforschung und Entwicklung (NIRE)



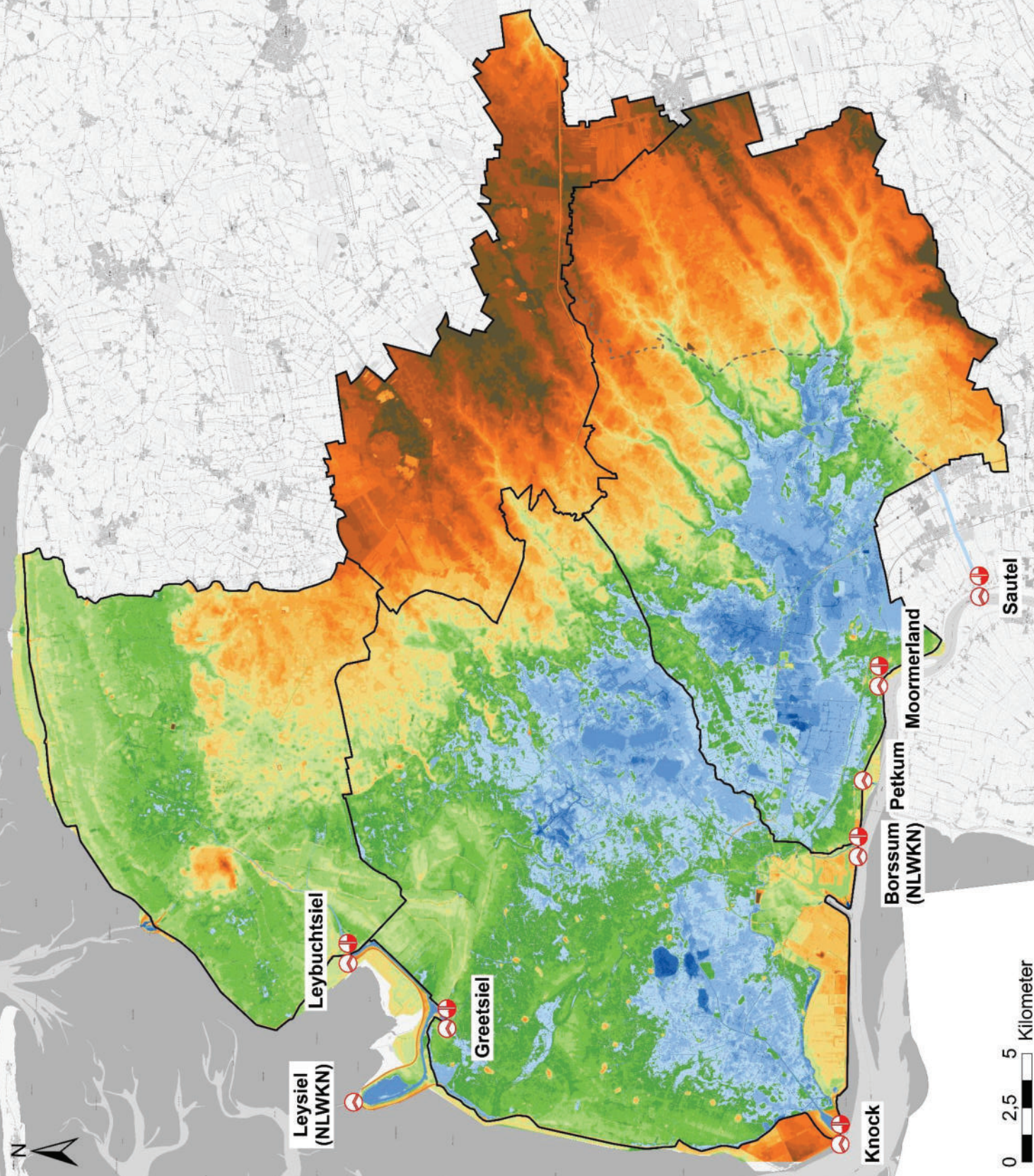
Betrachtungsraum von KLEVER-Risk

- Verbandsgrenze
- Mündungsbauwerke
 - Schöpfwerk
 - Siel

Geländehöhe [m NHN]



Koordinatensystem: EPSG:25832 ETRS89 / UTM Zone 32N
 Quelle: Auszug aus dem Geländehöhen-Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen © 1998
 Grundkarte: WebAtlasKI
KLEVER-Risk



Leysiel (NLWKN)

Leybucht

Greetsiel

Knock

Borssum Petkum (NLWKN)

Moormerland



Sautel

2 Betrachtungsraum – Das westliche Ostfriesland



Schöpfwerk Leybuchtziel



Siel und Schöpfwerk Knock



Pumpen im Schöpfwerk Leybuchtziel



Wehr am Leybuchtziel