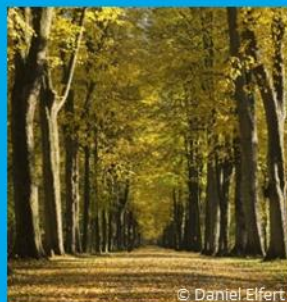


# Integriertes Klimaanpassungskonzept für den Landkreis Friesland

## Bericht



# Impressum

---

## Auftraggeber



Landkreis Friesland

Fachbereich 61 - Planung, Bauordnung und Klimaschutz

Lindenallee 1, 26441 Jever

klimaschutz@friesland.de

## Bearbeitung



4K | Kommunikation für Klimaschutz

Schierholzstraße 25, 30655 Hannover

www.4k-klimaschutz.de



GEO-NET Umweltconsulting GmbH

Große Pfahlstr. 5a, 30161 Hannover

www.geo-net.de



Planungsgruppe Umwelt GbR

Stiftstr. 12, 30159 Hannover

www.plagrum.de

## Fördermittelgeber

Die Erstellung des integrierten Klimaanpassungskonzeptes wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Förderkennzeichen 67DAA00061) gefördert. Projektträgerin ist die Zukunft - Umwelt - Gesellschaft (ZUG) gGmbH.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Laufzeit:** Dezember 2023 bis Juni 2025

**Datum:** Hannover, 16.04.2025

## Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Zusammenfassung</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Einleitung</b> .....	<b>14</b>
<b>3 Bestandsaufnahme: Klimaanpassung und Klimawandel im Landkreis Friesland</b> .....	<b>18</b>
3.1 Vorhandene Ziele und Pläne zur Klimaanpassung .....	18
3.2 Datengrundlage und Methodik.....	23
3.2.1 Gegenwärtiges Klima.....	23
3.2.2 Zukünftige Klimaveränderungen.....	24
3.3 Beobachtete Klimaveränderungen bis heute.....	29
3.3.1 Temperaturzunahmen und Hitze.....	29
3.3.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit.....	30
3.3.3 Starkregen .....	32
3.3.4 Sturm .....	33
3.3.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten.....	34
3.4 Projektion der Klimaveränderungen bis 2100.....	35
3.4.1 Temperaturzunahme und Hitze .....	35
3.4.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit.....	38
3.4.3 Starkregen .....	40
3.4.4 Sturm .....	41
3.4.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten.....	42
3.4.6 Binnenentwässerung.....	42
3.5 Zusammenfassung .....	43
<b>4 Betroffenheitsanalyse</b> .....	<b>45</b>
4.1 Klimarisikoanalyse .....	45
4.1.1 Grundlagen.....	45
4.1.2 Exkurs - Auswahl der Handlungsfelder.....	48
4.1.3 Ergebnisdarstellung.....	49
4.2 Räumliche Analyse: Betroffenheitskarten und Aufnahme der Hotspots.....	60
4.2.1 Betroffenheitskarten .....	61
4.2.2 Hotspotkarte .....	70

<b>5</b>	<b>Gesamtstrategie .....</b>	<b>72</b>
5.1	Leitbild.....	72
5.2	Gemeinsame Ziele im Landkreis und in den Kommunen in Bezug auf die Klimaanpassung und den Natürlichen Klimaschutz .....	74
5.3	Synergien zum Natürlichen Klimaschutz und zu Erhalt und Stärkung der Biodiversität.....	79
<b>6</b>	<b>Maßnahmenkatalog für den Landkreis Friesland .....</b>	<b>83</b>
6.1	Übersicht zu den erarbeiteten Maßnahmen für Klimaanpassung und Natürlicher Klimaschutz .....	84
6.2	Übergreifende Maßnahmen .....	91
6.3	Maßnahmen Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau.....	92
6.4	Maßnahmen Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur .....	93
6.5	Maßnahmen Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften .....	94
6.6	Maßnahmen Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes.....	94
6.7	Maßnahmen Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis.....	95
6.8	Maßnahmen Klimaresiliente Ökosysteme.....	97
6.9	Empfehlungen zur Maßnahmenpriorisierung und zeitlichen Einordnung .....	97
6.10	Finanz- und Personalbedarf.....	99
<b>7</b>	<b>Konzept für die Akteursbeteiligung .....</b>	<b>103</b>
7.1	Akteursanalyse .....	103
7.2	Beteiligungsformate für die Erarbeitung des Konzeptes .....	107
7.3	Akteursbeteiligung bei der Umsetzung des Konzeptes.....	113
<b>8</b>	<b>Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit.....</b>	<b>116</b>
<b>9</b>	<b>Verstetigung .....</b>	<b>122</b>
<b>10</b>	<b>Controlling-Konzept.....</b>	<b>126</b>
<b>11</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>134</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>136</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>140</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>146</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>148</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>153</b>

<b>Anhang .....</b>	<b>155</b>
Anhang A: Bestandsaufnahme .....	156
Anhang B: Klimawirkungsketten.....	161
Anhang C: Betroffenheitskarten .....	166
Anhang D: Hotspotkarte.....	172
Anhang E: Maßnahmenkatalog (Datei separat).....	173

## Vorwort

Moin, liebe Leserinnen und Leser unseres Klimaanpassungskonzeptes!

Der Landkreis Friesland hat eine Küstenlinie von rund 74 Kilometern und ist somit direkt von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Der steigende Meeresspiegel stellt eine Bedrohung für die Küstenregion dar, da er langfristig zu Überflutungen und Schäden an der Infrastruktur führen könnte. Darüber hinaus können die steigenden Temperaturen zu höheren Hitzebelastungen in Siedlungsgebieten führen. Dies kann die Lebensqualität der Bewohner beeinträchtigen und gesundheitliche Risiken mit sich bringen, besonders während heißer Sommermonate. Des Weiteren kann Friesland mit verstärkten Starkregenereignissen konfrontiert werden. Diese plötzlichen Regenfälle können die Entwässerungssysteme überlasten und Überschwemmungen verursachen, was zu Schäden an der Infrastruktur führen kann. Gleichzeitig besteht auch die Gefahr von Wassermangel, da sich die Niederschlagsmuster verändern. Dies kann insbesondere zu negativen Auswirkungen in der Landwirtschaft, den Wäldern und wassergebundenen Ökosystemen führen. Um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen, hat der Landkreis Friesland ein Klimaanpassungskonzept erarbeitet. Es soll dazu beitragen, die Auswirkungen des Klimawandels abzuschwächen, um die Lebensqualität im Landkreis zu erhalten.

Das Klimaanpassungskonzept enthält einen Maßnahmenkatalog zur Klimaanpassung von Städten und Gemeinden, kritischer Infrastruktur, kreiseigenen Liegenschaften, Küstenschutz, Landwirtschaft und Ökosystemen. Beispielsweise soll im Rahmen des klimagerechten Dorf- und Stadtumbaus die Bevölkerung auf Extremwetterereignisse vorbereitet und Schutzräume geschaffen werden. Darüber hinaus sollen Beratungs- und Förderangebote für klimaangepasstes Bauen geschaffen werden. Zur Stärkung kritischer Infrastrukturen sollen der Katastrophen- und Zivilschutz gestärkt, das Abwassermanagement verbessert und die Verkehrsinfrastruktur an Extremwetterereignisse angepasst werden.

Im Bereich des Küstenschutzes liegt der Fokus auf dem Bau und der Unterhaltung von Deichen sowie dem ökologischen Sedimentmanagement. Um der Herausforderung des Wassermangels in der Landwirtschaft zu begegnen, soll beispielsweise eine angepasste landwirtschaftliche Pflanzenproduktion unterstützt werden.

An der Erarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes waren Expertinnen und Experten, Fachbehörden und die Bevölkerung beteiligt. Ich danke allen, die an der Erarbeitung des Konzeptes mitgewirkt haben und lade alle ein, sich aktiv an der Umsetzung zu beteiligen - nur so können wir den Herausforderungen des Klimawandels erfolgreich begegnen. Auch Sie können aktiv werden, indem Sie beispielsweise ein Gründach anlegen, Flächen auf Ihrem Grundstück entsiegeln oder trockenheitsresistente Pflanzen in Ihren Garten integrieren, CO<sub>2</sub>-frei heizen und Strom verbrauchen. Greifen Sie gerne auf die Expertise der Fachleute und aus unserem Konzept zurück.

Das Klimaanpassungskonzept soll ein Beitrag dazu sein, dass unser schönes Friesland auch in Zukunft lebens- und liebenswert bleibt!

Ihr Sven Ambrosy

Landrat



# 1 Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden integrierten Klimaanpassungskonzept reagiert der Landkreis Friesland auf die Herausforderungen der zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft und stärkt mit dessen Umsetzung die Widerstandsfähigkeit im Landkreis.

## Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme liefert eine Übersicht über die beobachteten Klima-Veränderungen im Landkreis bis heute sowie zu den prognostizierten klimatischen Veränderungen bis 2100. Darüber hinaus werden mit der Bestandsaufnahme relevante Ziele und Pläne zur Klimaanpassung für das Vorhaben erfasst.

## Betroffenheitsanalyse

Im Rahmen der Betroffenheitsanalyse wurde untersucht, wie und wo der Landkreis Friesland besonders von den Klimaänderungen betroffen ist. Zur Ermittlung der klimatischen Betroffenheit wurden zwei Ebenen betrachtet:

- 1. Klimarisikoanalyse:** Die Klimarisikoanalyse stellt einen partizipativen Prozess dar, im Rahmen dessen die funktionale Betroffenheit von den Auswirkungen des Klimawandels auf der Ebene der Handlungsfelder des Landkreises Friesland untersucht wurde. Dabei wurden lokale Klimarisiken identifiziert und bewertet. Die Ergebnisse sind in Form von Wirkungsketten und zusammenfassend als Synthese der Klimarisikoanalyse (vgl. Abbildung 1) dargestellt. Im Weiteren sind die Klimarisiken für jedes betrachtete Cluster zusammengefasst und daraus besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess erfasst. Alle Ergebnisse summieren sich in der Synthese der Klimarisikoanalyse. Aus der Synthese der besonders relevanten Klimarisiken wurden Handlungserfordernisse abgeleitet, die für den Landkreis Friesland mit Blick auf die Mitte des Jahrhunderts prioritär bearbeitet werden sollten.

## KLIMARISIKOANALYSE - SYNTHESE

Die Abbildung zeigt die Verteilung von Klimarisiken des Landkreises Friesland innerhalb von definierten Handlungsfeldern. Die Ergebnisse basieren auf quantitativen Klimadaten und qualitativem Wissen von lokalen Fachakteuren.

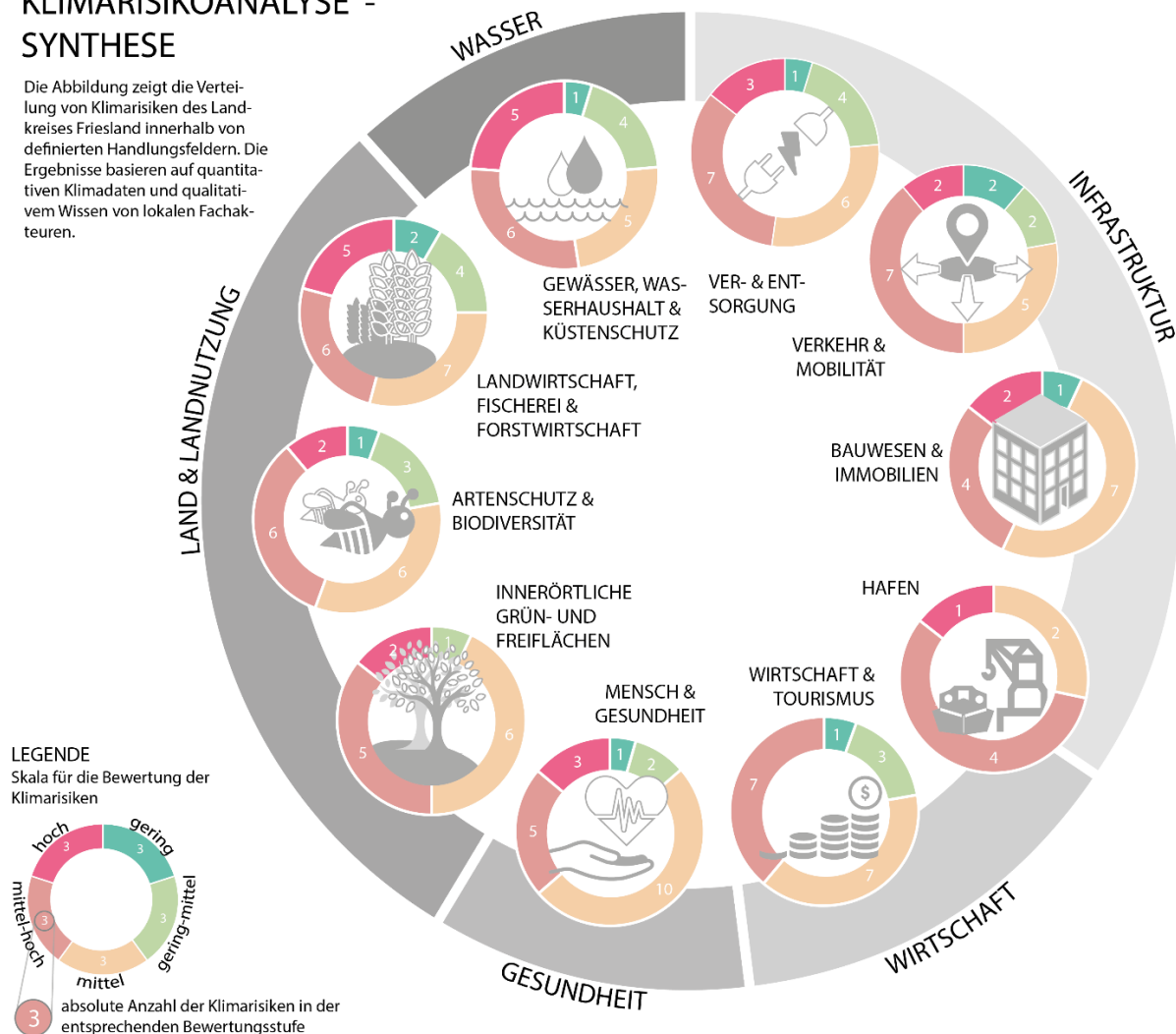


Abbildung 1: Synthese der Klimarisikooanalyse (eigene Darstellung)

**2. Räumliche Analyse:** Die räumliche Analyse zielt auf die Darstellung der Verteilung der klimatischen Einflüsse Hitze, Trockenheit und Starkregen im Kreisgebiet ab. Die Themen Regionalklima, Grundwasser, Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft, Bodenerosion auf Ackerflächen, Naturschutz und Biodiversität sowie Wald- und Forstwirtschaft wurden bearbeitet und die Ergebnisse in Betroffenheitskarten dargestellt. In einer Hotspotkarte wurden die am stärksten von einzelnen oder mehreren klimatischen Einflüssen betroffenen Bereiche zusammenfassend dargestellt.

### Gesamtstrategie

Die Gesamtstrategie liefert einen umsetzungsorientierten Handlungsrahmen mit strategischen Zielen als Grundlage für die darauf aufbauenden, spezifischen und zielkonformen Maßnahmen. Sie stellt einen Bezug zum natürlichen Klimaschutz und den Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen (UN) her.

Ziel für den Anpassungsprozess ist die strategische Ausrichtung am Leitbild eines klimaresilienten Landkreises.

Für das Vorhaben wurden folgende Projektziele definiert:

- **Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau**
- **Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur**
- **Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften**
- **Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes**
- **Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis**
- **Klimaresiliente Ökosysteme**

Für jedes Projektziel sind Handlungserfordernisse definiert. Die Handlungserfordernisse leiten sich aus der Klimarisikoanalyse und den dort identifizierten besonders relevanten Klimarisiken der einzelnen Cluster ab. Sie zeigen auf, wo für den Landkreis prioritärer Handlungsbedarf besteht.

### **Maßnahmenkatalog**

Basierend auf den vorhergehenden Analysen wurde ein umfangreicher Maßnahmenkatalog mit 23 Maßnahmen und 57 Bausteinen erarbeitet. Die Maßnahmen wurden entsprechend der Projektziele strukturiert. Aus dem Prozess wurde deutlich, dass es organisatorische und strukturelle Handlungsbedarfe gibt, die als übergreifende Maßnahmen zusammengestellt wurden.

Zur Sicherstellung der Umsetzbarkeit und Akzeptanz wurden relevante Akteurinnen und Akteure beteiligt, mit denen der Maßnahmenkatalog gemeinsam erarbeitet wurde. Ergänzt wird das Kapitel um eine Darstellung zu Finanz- und Personalbedarf, Priorisierung der Maßnahmen und einer Zeitplanung für die nächsten beiden Halbjahre. Der Maßnahmenkatalog mit den detaillierten Maßnahmensteckbriefen ist dem Bericht als Anlage beigefügt.

Übergreifende Maßnahmen	Klimagerechter Dorf- und Stadtbau	Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur	Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften	Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes	Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis	Klimaresiliente Ökosysteme
Organisationsstrukturen Klimaanpassung	Bevölkerung auf Extremwetterereignisse vorbereiten und Schutzräume schaffen	Stärkung des Katastrophenschutzes	Bauliche Maßnahmen zur Anpassung an Extremwetterereignisse	Deichbau und -pflege	Landkreisweites Wassermanagement	Entwicklung und Umsetzung eines leistungsfähigen Biotopverbunds
Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	Beratungs- und Förderangebote für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sowie Bauwillige	Verbesserung des kommunalen Abwassermanagements	Anpassung des vom Landkreis organisierten Arbeitens und Lernens an steigende Temperaturen	Ökologisches Sedimentmanagement	Angepasste landwirtschaftliche Pflanzenproduktion	Gezielter Bodenschutz
Querschnitt Klimaanpassung und Klimaschutz	Landkreisweite Standards für die Siedlungsgestaltung etablieren	Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Extremwetterereignisse			Erhalt der landwirtschaftlichen Produktivität von Grünland	Erhalt und Wiedervernässung von Feuchtgebieten
					Umgang mit Hitzestress bei Nutztieren	Eindämmung invasiver Arten
					Waldbrandschutz	
					Klimawandelangepasste Waldentwicklung	

Abbildung 2: Übersicht der Maßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

## Umsetzungsbegleitung

Die Beteiligung relevanter Akteurinnen und Akteure bildet eine zentrale Grundlage für die Entwicklung und den Erfolg des Klimaanpassungskonzepts. Daher fand eine breite und umfassende Beteiligung statt, um das Klimaanpassungskonzept nachhaltig zu verankern, verschiedene Interessen zu berücksichtigen und potenzielle Hemmnisse frühzeitig zu erkennen und abzubauen. Eine Akteursanalyse diente als Grundlage für die Identifikation der Beteiligten. Empfehlungen zur weiteren Einbindung in der Umsetzungsphase runden das Kapitel ab.

Eine zielgruppenspezifische Ansprache und Information der Öffentlichkeit über die Maßnahmen und Ziele der Klimaanpassung wurde mit dem Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit entwickelt.

Die Verstetigungsstrategie legt die organisatorischen Rahmenbedingungen fest, die erforderlich sind, um die nachhaltige Umsetzung der Strategie zu gewährleisten. Dabei wurden passende Strukturen und Prozesse ermittelt.

Auf Basis des Controlling-Konzeptes soll die Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen zukünftig überprüft werden. Es sieht eine regelmäßige Prüfung des Umsetzungsstandes durch das Klimaanpassungsmanagement und Weiterentwicklung der Aktivitäten vor.

Abschließend zum Klimaanpassungskonzept werden Empfehlungen im Fazit und Ausblick zusammengestellt:

- Für Klimaanpassung gibt es dringenden Handlungsbedarf: Es besteht eine Notwendigkeit, sich an die klimatischen Veränderungen anzupassen, um die Lebensqualität im Landkreis zu sichern.
- Mit den Maßnahmen werden konkrete Handlungsansätze definiert. Gleichzeitig ist es wichtig, frühzeitig die notwendigen Ressourcen sicherzustellen und die Umsetzungsaufgaben in bestehende Prozesse und Strukturen zu integrieren.
- Die Einbindung und aktive Beteiligung der Akteurinnen und Akteure stellt einen entscheidenden Erfolgsfaktor dar. Kooperation, Zusammenarbeit und Netzwerke sind von zentraler Bedeutung. Der Landkreis nimmt dabei vor allem eine koordinierende und unterstützende Rolle für die Kommunen ein.
- Klimaanpassung ist ein fortlaufender und langfristiger Prozess. Neue Erkenntnisse sind regelmäßig zu bewerten und in die Weiterentwicklung der Aktivitäten einzubinden.
- Die Aktivitäten des Landkreises sind in rechtliche und politische Rahmenbedingungen eingebettet und sollten regelmäßig darauf aktualisiert und abgestimmt werden.

- Für einen lebenswerten Landkreis braucht es die Zukunftsorientierung an einem klimaresilienten Landkreis mit klimagerechten Dörfern und Städten, optimierten kritischen Infrastrukturen, klimaangepassten kreiseigenen Liegenschaften, einem nachhaltigen Küstenschutz, einer klimaangepassten Landwirtschaft und klimaresilienten Ökosystemen.

## 2 Einleitung

### **Motivation und Hintergrund**

Der Klimawandel ist längst kein abstraktes Zukunftsszenario mehr. Seine Folgen wie höhere Temperaturen und Niederschlagsmengen sowie der Meeresspiegelanstieg sind im Landkreis Friesland bereits spürbar. Diese stellen eine Herausforderung für die Lebensqualität der Menschen, die Natur und die Infrastruktur dar. Angesichts der prognostizierten Entwicklungen ist es von entscheidender Bedeutung, dass sich der Landkreis aktiv und langfristig auf die Folgen des Klimawandels einstellt. Ein umfassendes Klimaanpassungskonzept bietet die Grundlage, um die Resilienz gegenüber klimatischen Veränderungen zu stärken und eine nachhaltige und lebenswerte Zukunft für alle Bürgerinnen und Bürger zu sichern.

### **Rahmenbedingungen**

Die Bundesregierung hat mit dem zum 01. Juli 2024 in Kraft getretenen ersten bundesweiten Klimaanpassungsgesetz wichtige Rahmenbedingungen und verbindliche Grundlagen für Klimaanpassung geschaffen. Ende 2024 wurde die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2024 - kurz DAS 2024 - vom Bundeskabinett beschlossen und damit eine vorsorgende Strategie mit konkreten messbaren Zielen und über 180 Klimaanpassungsmaßnahmen veröffentlicht.

Auch Niedersachsen setzt sich intensiv mit Klimafolgenanpassung auseinander. Die Niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels von 2021 stellt dafür ein wichtiges Instrument dar und bietet einen umfassenden Handlungsrahmen. Als Einrichtung, um die Klimafolgenanpassung in Niedersachsen zu unterstützen, wurde das Niedersächsisches Kompetenzzentrum Klimawandel (NIKO) eingerichtet.

### **Projektziele und -ablauf**

Die konkrete Klimaanpassung findet jedoch auf der lokalen Ebene statt. Vor diesem Hintergrund hat der Landkreis Friesland im Dezember 2023 mit der Erarbeitung des integrierten Klimaanpassungskonzepts die Fachbüros GEO-NET, Planungsgruppe Umwelt sowie 4K | Kommunikation für Klimaschutz beauftragt.

Der gesamte Prozess wurde vom Klimaanpassungsmanagement im Fachbereich 61 - Planung, Bauordnung und Klimaschutz koordiniert und bis Juni 2025 abgeschlossen. Das Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz gefördert. Projektträgerin ist die Zukunft - Umwelt - Gesellschaft (ZUG) gGmbH.

Mit dem vorliegenden Klimaanpassungskonzept wurde das Ziel verfolgt, eine strategische Handlungsgrundlage für den Landkreis Friesland zur Klimawandelfolgenanpassung zu schaffen, geeignete Klimaanpassungsmaßnahmen zu entwickeln sowie den Transformationsprozess im Landkreis zu stärken.

Dafür knüpft das Klimaanpassungskonzept an die bisherigen Klimaschutz- und Klimaanpassungsaktivitäten des Landkreises an und baut diese auf sinnvolle Weise aus. Fokus für das Konzept wurde auf den Zuständigkeitsbereich des Landkreises gelegt und somit auf Handlungsbereiche, auf die der Landkreis Friesland als kommunale Gebietskörperschaft direkt oder indirekt Einfluss nehmen kann.

Die Kommunen der Küstenregion stehen beim Thema Klimafolgenanpassung vor ähnlichen Fragestellungen und Herausforderungen. Daher hat der Landkreis Friesland den Austausch zur Stadt Wilhelmshaven mit dem parallel in Erarbeitung befindlichen Klimaanpassungskonzept hergestellt.

Im ersten Schritt zum Klimaanpassungskonzept wurden die klimatischen Veränderungen im Landkreis betrachtet sowie die bisherigen Ziele und Pläne zur Klimaanpassung im Rahmen einer **Bestandsaufnahme** erfasst. Darauf aufbauend erfolgte eine **Betroffenheitsanalyse** zu den funktionalen und räumlichen Auswirkungen des Klimawandels im Landkreis. Für die Erfassung der funktionalen Betroffenheiten wurden im Rahmen des Beteiligungsprozesses die lokal bestehenden Klimarisiken identifiziert sowie bewertet und damit das lokale Know-How der Stakeholder einbezogen. Die räumlichen Auswirkungen bilden sich in Betroffenheitskarten und der Hotspotkarte ab.

Ausgehend von den Ergebnissen wurde die **Gesamtstrategie** erstellt und die strategischen Ziele der Projektziele definiert sowie ein Bezug zum natürlichen Klimaschutz hergestellt. Die umfassenden Analysen bildeten die Grundlage für die **Maßnahmen**, die durch den Beteiligungsprozess in Abstimmung mit Fachakteurinnen und -akteuren erarbeitet wurden.

Der Beteiligungsprozess und das Vorgehen zur weiteren Einbindung der Akteurinnen und Akteure über die Konzepterstellung hinaus ist im **Konzept für die Akteursbeteiligung** zusammengestellt. Um das Maßnahmenpaket in die Umsetzung zu bringen und den Erfolg langfristig zu überwachen, schließt das Konzept inhaltlich mit einer **Verstetigungsstrategie** und dem **Controllingkonzept**.

Über die Konzepterstellung hinaus ist es wichtig, dass auch die Öffentlichkeit und alle Stakeholder mitgenommen werden. Der strategische Ansatz dafür befindet sich im **Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit**.

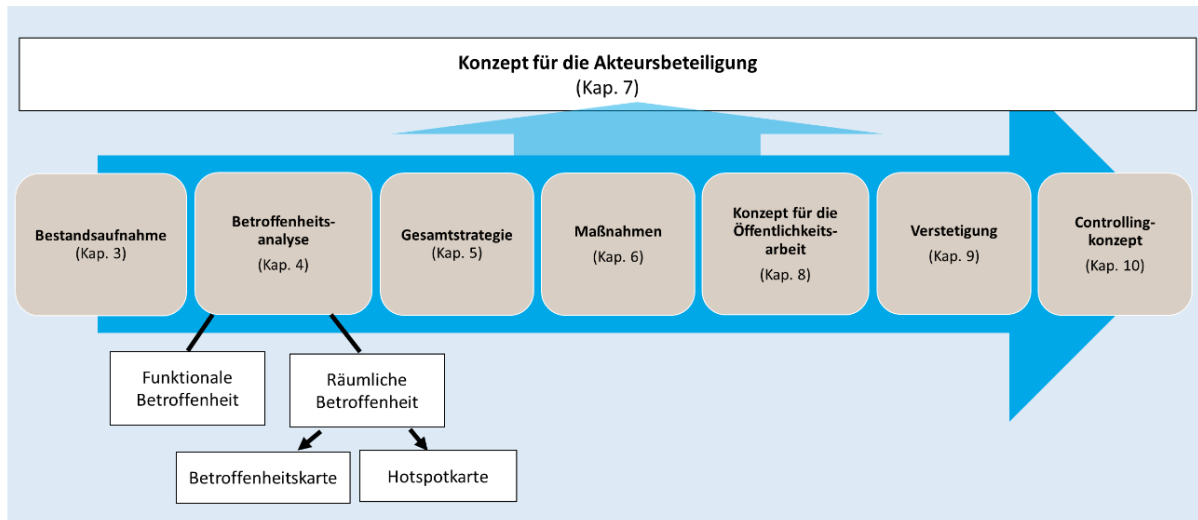


Abbildung 3: Prozessablauf zum Klimaanpassungskonzept für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

**Der Landkreis Friesland** liegt im Nordwesten Niedersachsens, gehört zur Metropolregion Bremen–Oldenburg und liegt im logistischen Dreieck Wilhelmshaven - Bremerhaven - Bremen. Die Entwicklung der räumlichen Struktur im Landkreis Friesland ist geprägt durch die periphere Lage an der Nordseeküste, eine landwirtschaftliche- und tourismusorientierte Wirtschaft sowie einer ländlichen Siedlungsstruktur. Der Anteil der Landwirtschaftsfläche dominiert gegenüber den Gebäude- und Frei- sowie den Waldflächen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der landschaftsbezogenen Erholung, die in weiten Teilen des Landkreises praktiziert wird und mit den touristischen Schwerpunkten übereinstimmt.

Auf den rund 608 km<sup>2</sup> Kreisfläche leben aktuell rund 100.630 Menschen, die sich auf acht Städte und Gemeinden verteilen. Die Städte Jever und Varel übernehmen dabei in ihrer zentralörtlichen Funktion die Rolle als Mittelzentren. Mit einer Bevölkerungsdichte von rund 165,1 EW/km<sup>2</sup> liegt der Landkreis Friesland knapp unter dem Landesdurchschnitt von 168 EW/ km<sup>2</sup>.

Der Landkreis Friesland verfügt über eine wirtschaftliche Vielfalt. Als besondere Schwerpunkte sind neben der maritimen Verbund- und Logistikwirtschaft die Luftfahrt, der Tourismus, die Landwirtschaft, das Gesundheits- und Sozialwesen sowie der Themenkomplex regenerative Energien als Haupterwerbsbranchen zu nennen. Die maritime Verbunds- und Logistikwirtschaft ist regionsspezifisch vorrangig in Form des Gewerbeflächenpools JadeWeserPark sowie im Tiefseewasserhafen JadeWeser-Port zu berücksichtigen. Insgesamt sind 2023 rund 30.874 Personen als sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort innerhalb des Landkreises zu verzeichnen - in 2023 verzeichnete der Landkreis Friesland eine Arbeitslosenzahl von rund 2409 Personen, d.h. eine Arbeitslosenquote von 4,7%. Verkehrsmäßig wird der Landkreis durch die Autobahn A 29, durch ein Netz gut ausgebauter Bundes-, Landes- und Kreisstraßen sowie die elektrifizierte Eisenbahnstrecke Oldenburg – Wilhelmshaven erschlossen. Die Inselgemeinde Wangerooge wird durch die Fährstrecke Harlesiel – Wangerooge sowie auf dem gleichnamigen Flugweg angebunden.

Neben der Insel Wangerooge profitieren insbesondere die Küstenbadeorte im Wangerland sowie in Varel von den steigenden Tourismuszahlen der letzten Jahre.

Mit 4.385 ha Wald und damit rund 7,2% der Kreisfläche gehört der Landkreis Friesland zu den waldarmen Gebieten Niedersachsens. In waldarmen Teilräumen – der Waldanteil liegt gemäß Landeswaldprogramm 1999 unter 15 % - ist eine Waldvermehrung gemäß Landeswaldprogramm vordringlich und soll angestrebt werden.

Grundsätzlich ist der Landkreis Friesland als Küstenlandkreis durchaus vom Klimawandel sowie der -anpassung betroffen. Neben Hitzeperioden, Überflutungen, sowohl durch die Binnenentwässerung bei Starkregen- als auch bei Sturmflutereignissen, sind zunehmend Konflikte bezüglich der Raumannsprüche Gewässerschutz oder Rohstoffgewinnung (z. B. für den Deichbau) mit konkurrierenden Nutzungen, wie Tourismus, Siedlungsentwicklung oder Naturschutz ersichtlich.

## 3 Bestandsaufnahme: Klimaanpassung und Klimawandel im Landkreis Friesland

### 3.1 Vorhandene Ziele und Pläne zur Klimaanpassung

Sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene gibt es bereits Ziele und Pläne zum Thema Klimaanpassung (vgl. Tabelle 1 und Tabelle 2). Die in den verschiedenen Dokumenten enthaltenen Daten können als Grundlage für eine Klimaanpassung auf kommunaler Ebene genutzt werden. Ausgewiesene Priorisierung spezieller Sektoren und Maßnahmenempfehlungen können so nach Bedarf regional konkretisiert werden.

Auch der Landkreis Friesland und die kreisangehörigen Kommunen verfügt bereits über eine Reihe von bestehenden Konzepten, Strategien und Handlungsansätzen zum Klimaschutz und zur -anpassung, welche genutzt und ausgebaut werden können (vgl. Tabelle 3 und Tabelle 4).

Im Grundsatzbeschluss des Kreistags vom 18.12.2019 hat sich der Landkreis Friesland unter anderem zum Ziel gesetzt, alle wesentlichen Handlungen und Vorlagen hinsichtlich Klimaschutz und Klimaanpassung zu prüfen. Diese Themen sollen als Querschnittsthemen bei allen mittelfristigen Entwicklungszielen und Handlungsschwerpunkten des Landkreises Friesland berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf Bundesebene (eigene Darstellung).

<b>Bundesebene</b>			
<b>Titel</b>	<b>Jahr</b>	<b>Autor/Hrsg.</b>	<b>Inhalt</b>
DAS 2024 – Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel („Klimaanpassungsstrategie“)	2024	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	Politisches Konzept, mit Maßnahmen und Handlungsempfehlungen zur Klimaanpassung für Bund, Länder und Kommunen. Enthält messbare Ziele für die Klimaanpassung in Deutschland, denen Indikatoren zugeordnet sind, um die Zielerreichung messen zu können.
KAnG – Bundes-Klimaanpassungsgesetz	22. Dezember 2023	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	Verbindlicher Rahmen zur Umsetzung der Anpassungsstrategie an den Klimawandel in die Praxis. Es legt spezifische Vorgaben und Verantwortlichkeiten fest, um die Anpassung an den Klimawandel auf nationaler Ebene zu fördern.
KLiVO – Deutsches Klimavorsorgeportal	o.J.	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz	Online-Plattform, die Informationen/Ressourcen zur Klimaanpassung bereitstellt, mit dem Ziel, Auswirkungen des Klimawandels besser zu verstehen und geeignete Maßnahmen zur Risikominderung zu entwickeln.

Tabelle 2: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf Landesebene (eigene Darstellung).

<b>Landesebene</b>			
<b>Titel</b>	<b>Jahr</b>	<b>Autor/Hrsg.</b>	<b>Inhalt</b>
Niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	2021	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU)	Konzept zur Festlegung von Maßnahmen zur Erhöhung der Resilienz gegenüber klimatischen Veränderungen in Niedersachsen. Sie umfasst verschiedene Handlungsfelder (z.B. Wasser-, Landwirtschaft, Naturschutz und Infrastruktur), und orientiert sich dabei an der nationalen Klimaanpassungsstrategie.
Klimawirkungsstudie für Niedersachsen	2019	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)	Umfassende Untersuchung, die sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Bereiche in Niedersachsen beschäftigt und als Grundlage für politische Entscheidungen und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel dient.
NKlimaG – Niedersächsisches Klimagesetz (Novelle)	12. Dezember 2023	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU)	Verbindlicher Rahmen zur Umsetzung der Klimaziele auf Landesebene, der Vorgaben zur Förderung erneuerbarer Energien, Energieeffizienz sowie zur Anpassung an den Klimawandel umfasst.
NIKO – Niedersächsisches Kompetenzzentrum Klimawandel	Seit 2021	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU)	Beratung und Information zu Klimawandel und Klimafolgenanpassung. Klimadaten (Vergangenheit und projizierte Zukunft) werden kostenfrei zur Verfügung gestellt.
Hinweiskarte Starkregengefahren für Niedersachsen	2024	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)	Stellt Gebiete dar, die potenziell von Starkregenereignissen betroffen sein könnten. Diese Informationen können von Gemeinden, Planerinnen und Planer sowie Bürgerinnen und Bürger für eine bessere Vorbereitung auf extreme Wetterereignisse genutzt werden. Das Verständnis der Risiken von Starkregen kann dazu beitragen, geeignete Anpassungsmaßnahmen zur Schadensminimierung zu ergreifen.

Praxisleitfaden „Kommunale Starkregenvorsorge in Niedersachsen“	2024	Der Leitfaden enthält Hilfestellungen/ Empfehlungen zur Erarbeitung eines kommunalen Handlungskonzepts zur Starkregenvorsorge (Arbeitshilfe für kommunale Fachplanerinnen/Fachplaner und Entscheidungs- trägerinnen/Entscheidungsträger).
--	------	---

Tabelle 3: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf Landkreisebene (eigene Darstellung).

**Landkreis**

<b>Titel</b>	<b>Jahr</b>	<b>Autor/Hrsg.</b>	<b>Inhalt</b>
Regionales Raum- ordnungsprogramm (RROP)	2020	LK Friesland	Im RROP finden sich diverse Ziel- und Grundsatzfestlegungen sowie Aussagen zu den Themen Klimaschutz und Klima- anpassung, wie z.B. zu: Torferhaltung, Grünlandbewirtschaftung, - pflege und -entwicklung, Entsiegelung/ Versiegelung / Wasserdurchlässigkeit, klimagerechten Siedlungsentwicklungs- ansätzen, Schutz bzw. Aufforstung von Wäldern, Wassermanagement und Wasser-versorgung, Küsten- und Hochwasserschutz
Integriertes Klimaschutzkonzept Landkreis Friesland	2010, z.Zt. in Neu- aufstellung	LK Friesland	Umfassende Grundlage zur Reduzierung der CO <sub>2</sub> -Emissionen und des Energie- verbrauchs, zur Steigerung der Energieeffizienz sowie zur verstärkten Nutzung regenerativer Energieträger sowie Handlungsrahmen für ein systematisches Vorgehen des Landkreises und aller beteiligten Akteurinnen und Akteure beim Klimaschutz.
Teilnahme an „Grüne Hausnummer“ (KEAN)	o.J.	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN)	Auszeichnung der KEAN und ihrer regionalen und kommunalen Partnerinnen und Partner, die Gebäudeeigentümerinnen und - eigentümer für besonders energie- effizientes Sanieren oder Bauen auszeichnet.
Kommunale Wärmeplanung und Teilkonzept Erneuerbare Energien	2022	LK Friesland, LK Wittmund	Gemeinsames Pilotprojekt „Kommunale Wärmeplanung und Teilkonzept Erneuerbare Energien“ der Landkreise Friesland und Wittmund.

Solar-, Gründach- und Geothermiekataster	o.J.	LK Friesland, LK Wittmund	Im Zuge der kommunalen Wärmeplanung entstandenes Kataster, mit dessen Hilfe sich die Bürgerinnen und Bürger kostenlos die Potenziale von Photovoltaik, Solarthermie und Dachbegrünung auf ihren Hausdächern anzeigen sowie das Potential von Erdwärmesonden und Flächenkollektoren auf dem eigenen Grundstück darstellen lassen können.
Ladeinfrastrukturkonzept für den Landkreis Friesland und die kreisangehörigen Kommunen	2024	LK Friesland, kreisangehörige Kommunen, Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV)	Umfasst Ausbaustrategien für die öffentliche Ladeinfrastruktur elektrisch betriebener Fahrzeuge (Darstellung Standorte für eine potentielle Errichtung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge).
Veranstaltungsreihe „Bauen und Energie (-sparen)“	2025	LK Friesland, die Städte Jever, Varel, Wilhelmshaven sowie die Gemeinde Zetel	Gemeinsame Veranstaltungsreihe, die Bürgerinnen und Bürgern umfassende Informationen zu energetischem Bauen, Energiesparen, Wärmeerzeugung und Klimaschutz bieten soll.
Baumpflanzaktion für den Klimaschutz	2025	LK Friesland, EWE Netz, IGS Friesland Nord	Die Baumpflanzaktion wurde im März 2025 vom 30 Schülerinnen und Schülern des 8. Jahrgangs der IGS Friesland Nord durchgeführt. Dabei wurden 1.700 Jungbäume an der Jeverschen Straße in Schortens gepflanzt. Die Baumpflanzaktion gehört zu einem nachhaltigen Klimaschutz-projekt, das artenreiche und widerstands-fähige Wälder unterstützt. Weitere Baum-pflanzaktionen in der Region werden geplant (Stand März 2025).
„Klimaschutz und Klimaanpassung unsere Strategie!“	2019	LK Friesland	Informations-Broschüre zu bereits bestehenden Klimaaktivitäten im Landkreis Friesland
Deicherhöhung		LK Friesland Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN)	Seit 2019 läuft die Planung des LK zur Deichverstärkung. Die erforderlichen Deichabmessungen (Besticke) nimmt der NLWKN vor (Forschungsstelle Küste). Für die Deiche wird mit Sicherheitsmargen geplant. Ein Kleisuchprogramm ermöglicht seit 2005 eine naturschutzkonforme Suche und Förderung des Hauptmaterials Klei im Landkreis.

Projekt zur Moor-entwicklung	2016 (lfd.)	LK Friesland	<p>Ziel ist die Erhaltung, Regeneration und Entwicklung des Moorgebietes von Moorhausen.</p> <p>Mit entsprechenden Maßnahmen wird ein optimiertes Wassermanagement erprobt. Langfristig soll die Treibhausgas-Emission vermindert werden, bei gleichzeitiger Ermöglichung einer landwirtschaftlichen Nutzung. Moore speichern in Trockenzeiten Wasser, bei Starkregen dienen sie als Puffer- und Speicherraum.</p>
Engagement im Arbeitskreis Energie und Klima der Metropolregion Nordwest	o.J.		<p>Die Metropolregion Nordwest setzt sich zusammen aus den Bundesländern Niedersachsen und Bremen, darin angesiedelten Landkreisen und kreisfreien Städten sowie Industrie- und Handelskammern aus der Metropolregion. Der Arbeitskreis Energie und Klima kümmert sich um die Weiterentwicklung des Klimaschutzes in der Metropolregion.</p> <p>Themen sind unter anderem ein klimafreundliches Flächenmanagement inklusive Förderung der Biodiversität, Ressourceneffizienz sowie Klimaanpassung.</p>

Tabelle 4: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf kommunaler Ebene (eigene Darstellung).

### Städte/Kommunen

Titel	Jahr	Autor/Hrsg.	Inhalt
Klimaspaziergang Jever Altstadt	2024	Landkreis Friesland, Stadt Jever, Schlosspark Jever	Im Rahmen des Klimaspaziergangs durch die Jeveraner Altstadt werden elf Stationen besucht, an denen Möglichkeiten der Klimaanpassung thematisiert werden. Der Klimaspaziergang wurde im Rahmen der Woche der Klimaanpassung 2024 durchgeführt. Die Informationen zum Klimaspaziergang stehen online zur Verfügung (Stand März 2025).
Tiny Forest in Jever	Pflanzung 2024	TANO Tourismus-Agentur Nordsee GmbH	Im März 2024 wurde ein 285 m <sup>2</sup> großer Tiny Forest bzw. Bruchwald in Jever gepflanzt.
Integriertes Klimaschutzkonzept der Stadt Jever	Veröffentlichung für 2025 geplant	Stadt Jever, Jasmin Eilers (Klimaschutzmanagerin)	Das integrierte Klimaschutzkonzept für die Stadt Jever hat zum Ziel Klimaschutzmaßnahmen zu entwickeln.

Projekt „Schlosspark Jever – Landschaftsgärten im Friesland im Klimawandel“	Seit 2022	Zweckverband Schloss- und Heimatmuseum Jever, Leitung: Andreas Folkers	Der Schlosspark soll nachhaltig an den Klimawandel angepasst werden. In Rahmen des Projekt es soll ein Leitfaden erarbeitet werden, der für die Klima-anpassung weiterer historischer Parkanlagen verwendet werden soll.
Schulwaldpflanz- aktion	2000 bis 2019, 2024, 2025	Stadt Schortens	Schulkinder der VGS Oestringfelde, der VGS Heidmühle, der VGS Schortens und der GPS aus Upjeve pflanzen die Bäume des Jahres.
Integriertes Klimaschutz- konzept Zetel	2024	Gemeinde Zetel	Die Gemeinde Zetel hat ein integriertes Klimaschutzkonzept erstellt. Darauf aufbauend werden Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt.
Integriertes Klimaschutz- konzept Varel	2024	Stadt Varel	Die Stadt Varel hat ein integriertes Klimaschutzkonzept erstellt. Dieses Konzept und die 33 erarbeiteten Maßnahmen werden nun umgesetzt.

## 3.2 Datengrundlage und Methodik

### 3.2.1 Gegenwärtiges Klima

Die Beschreibung des gegenwärtigen Klimas im Landkreis Friesland basiert auf interpolierten Stationsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD; Kaspar et al., 2013). Die Daten weisen eine räumliche Auflösung von 1 x 1 km und eine zeitliche Auflösung von jährlichen Mittelwerten auf. Teilweise reichen die Beobachtungsdaten bis in das Jahr 1881 zurück (Jahresmitteltemperatur und Niederschlagssumme). Minimum- bzw. Maximumtemperaturen sind seit 1901 verfügbar und Daten zu thermischen Kenntagen sowie Niederschlägen seit 1951.

Anhand der Grenze des Landkreises Friesland wurden die entsprechenden Punkte aus dem regelmäßigen 1 x 1 km-Gitter extrahiert, räumlich aggregiert und zu repräsentativen Zeitreihen zusammengestellt. Diese jährlichen Zeitreihen wurden direkt ausgewertet. Zudem wurden daraus Mittelwerte über 30-jährige Perioden gebildet, um Aussagen zur langfristigen klimatischen Entwicklung treffen zu können. Unterstützend wurden Daten von einzelnen Messstationen im Umfeld vom Landkreis Friesland ausgewertet.

Die aus Stationsdaten erzeugten Gitterdaten weisen gewisse Unsicherheiten auf, die aus einer über die Zeit veränderten Stationsdichte und der Lage der für die Interpolation verwendeten Stationen resultieren können. Ferner hat sich die Messtechnik im betrachteten Zeithorizont weiterentwickelt, sodass bei älteren Zeitreihen höhere Messgenauigkeiten zu erwarten sind als bei Zeitreihen jüngerer Datums. Für die vorliegenden Auswertungen ist die Genauigkeit der Daten als vollkommen ausreichend anzusehen.

### 3.2.2 Zukünftige Klimaveränderungen

Die Auswertung des erwarteten Klimawandels bezieht sich auf die Fläche des Landkreises Friesland sowie der angrenzenden Stadt Wilhelmshaven, in dem parallel zum vorliegenden Projekt ebenfalls ein Klimaanpassungskonzept erstellt wurde. Die räumliche Ausdehnung der jeweils für den Landkreis Friesland und die Stadt Wilhelmshaven betrachteten Klimamodelle weist eine große Überschneidung auf, sodass bei einer getrennten Auswertung der beiden Gebiete keine signifikanten Unterschiede zu erwarten gewesen wären (vgl. Abbildung 4).

Die Analyse zukünftiger klimatischer Änderungen stützt sich auf Daten numerischer, regionaler Klimamodelle der *EURO-CORDEX*-Initiative. *EURO-CORDEX* ist der europäische Zweig der CORDEX-Initiative, die regionale Projektionen des Klimawandels für alle terrestrischen Gebiete der Erde im Rahmen des Zeitplanes des fünften *IPCC Assessment Reports (AR5)* und darüber hinaus erstellt (Giorgi et al., 2008). Durch den DWD wurde aus diesem übergeordneten Prozess ein für Deutschland repräsentatives Referenzensemble ausgewiesen (DWD, 2024b). Zudem wurden diese Daten einer Bias-Adjustierung unterzogen und auf eine höhere Auflösung regionalisiert.

Mit numerischen Klimamodellen kann das zukünftige Klima unter der Annahme verschiedener Emissionsszenarien simuliert und analysiert werden. Wie alle Modelle sind auch Klimamodelle Abbilder der Wirklichkeit und somit nicht „perfekt“. Die Ergebnisse von Klimamodellen beinhalten daher einen gewissen Anteil an Modellunsicherheit, der aus der Struktur des Modells, den verwendeten Techniken zur Modellierung der Atmosphärenphysik und der Parametrisierung bestimmter Prozesse resultiert. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, nicht nur die Simulationsergebnisse eines Modells, sondern mehrerer Modelle zu verwenden, ein sogenanntes Modellensemble.

Diesem Ansatz folgend, wurde für die Analyse der zukünftigen klimatischen Entwicklung im Landkreis Friesland ein Modellensemble bestehend aus 13 Mitgliedern verwendet, d.h. Kombinationen aus globalen und regionalen Klimamodellen, die mit jeweils unterschiedlichen Klimaszenarien angetrieben werden. Das Modellensemble basiert auf dem oben beschriebenen regionalisierten DWD-Referenzensemble. Um der Modellauswahl der aktuellen Klimaprojektionsdaten für Niedersachsen und Bremen zu entsprechen, wurden zusätzlich Modellläufe des statistischen Regionalklimamodells WETTREG ausgewertet (AR5-NI v2.1, Hajati et al., 2022).

Die Mitglieder des Ensembles werden als gleichberechtigt angesehen und die Unterschiede in den Ergebnissen als Modellvariabilität betrachtet. Alle nachfolgenden Auswertungen wurden in enger Anlehnung an die Leitlinien zur Interpretation von Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgesprächs „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“ durchgeführt (Linke, 2024).

Für die Auswertung wurden bis zum Jahr 2100 projizierte Daten mit einer zeitlichen Auflösung von einem Tag und einer räumlichen Auflösung von 5 km verwendet. Die Auswahl der entsprechenden Daten aus dem Gitter der Modellsimulationen, das Deutschland flächendeckend überspannt, erfolgte durch die Identifikation und Auswahl passender Gitterpunkte entsprechend der Grenzen des Landkreises Friesland sowie der Stadt Wilhelmshavens (vgl. Abbildung 4). Die an diesen Gitterpunkten vorliegenden Zeitreihen der betrachteten meteorologischen Variablen wurden für jeden Zeitschritt (= ein Tag) räumlich aggregiert, um auf diese Weise einheitliche, repräsentative Zeitreihen zu erhalten. Dies führt beispielsweise dazu, dass Starkregenereignisse, welche oftmals kleinräumig und zeitlich kurz auftreten, von Regionalklimamodellen potenziell nicht erfasst und folglich sogar unterschätzt werden (DWD, 2020).

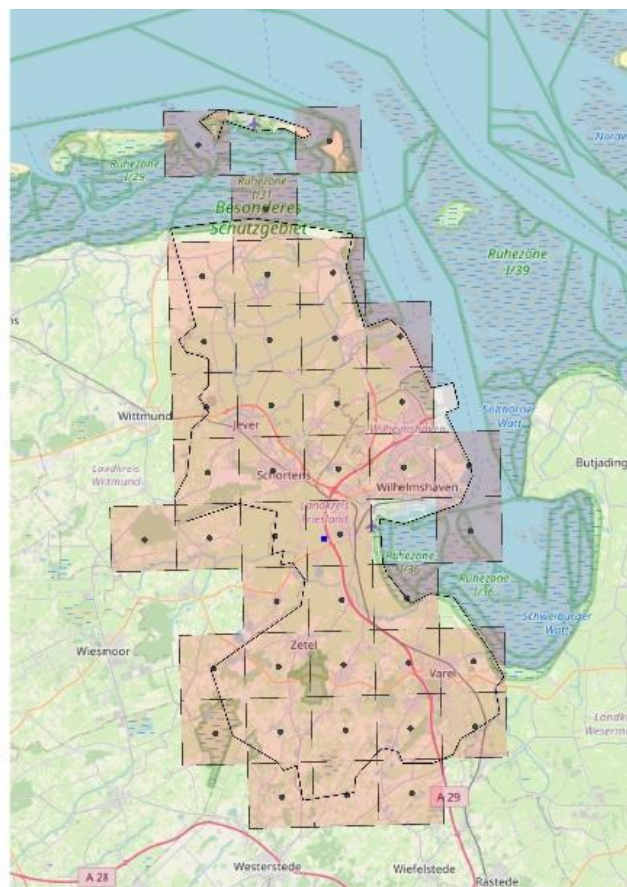


Abbildung 4: Räumliche Ausdehnung der für die Auswertung verwendeten Modell-Gitterpunkte (Hintergrundkarte: OpenStreetMap)

Hauptverantwortlich für den Anstieg der globalen Mitteltemperaturen sind anthropogen bedingte CO<sub>2</sub>-Emissionen. Da heute noch nicht absehbar ist, wie sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen zukünftig entwickeln, werden diese in Klimamodellen in Form von Szenarien mit unterschiedlicher CO<sub>2</sub>-Entwicklung über die Zeit berücksichtigt, die bis zum Ende des Jahrhunderts einen bestimmten Strahlungsantrieb hervorrufen. Für Europa stehen aktuell drei verschiedene Klimaszenarien zur Verfügung: RCP 2.6, 4.5 und 8.5 (RCP = Representative Concentration Pathways).

Im 2022 veröffentlichten sechsten *IPCC*-Bericht wurden die *RCP*-Szenarien von *SSP*-Szenarien abgelöst, die soziökonomische Entwicklungspfade aufzeigen (*SSP = Shared Socioeconomic Pathways*; DKRZ, 2025). Aktuell ist die Wissenschaft dabei, die *SSP*-Szenarien in die globalen und regionalen Klimamodelle zu integrieren (bspw. laufen im Projekt *CMIP6* erste Modellrechnungen mit den neuen Szenarien<sup>1</sup>), sie sind jedoch noch nicht in den *EURO-CORDEX*-Daten und dem DWD-Referenzensemble enthalten. Die Zahl in der Bezeichnung der *RCP*-Szenarien benennt den mittleren Strahlungsantrieb in  $W/m^2$ , der in ihrem projizierten Verlauf zum Ende des 21. Jahrhunderts erreicht wird (Moss et al., 2010) (vgl. Abbildung 5):

- Das *RCP*-Szenario 2.6 beschreibt einen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis zum Jahr 2040 auf ca.  $3 W/m^2$ . Bis zum Ende des Jahrhunderts sinkt dieser langsam, aber stetig auf  $2,6 W/m^2$  ab. Die globale Mitteltemperatur würde in diesem Szenario das  $2\text{ °C}$ -Ziel nicht überschreiten, sodass *RCP 2.6* als „Klimaschutzszenario“ bezeichnet wird.
- Das *RCP*-Szenario 4.5 zeigt einen steilen Anstieg des anthropogenen Strahlungsantriebes bis etwa zur Mitte des 21. Jahrhunderts, der danach bis ca. 2075 nur noch geringfügig steigt und in der Folge stagniert.
- Das *RCP*-Szenario 8.5 weist den stärksten Anstieg des Strahlungsantriebes auf, der sich bis zum Ende des Jahrhunderts nicht abschwächt und eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur um ca.  $4\text{ °C}$  gegenüber dem Zeitraum 1985 – 2005 bewirken würde.

Die weltweiten  $CO_2$ -Emissionen verzeichnen seit den 1950er-Jahren einen permanenten Anstieg. In den letzten Dekaden befanden wir uns, nach den Ergebnissen des *Global Carbon* Projektes, mit den globalen  $CO_2$ -Emissionen auf dem „Pfad“ des *RCP*-Szenarios 8.5 (Boden et al., 2017; Peters et al., 2013). Selbst ein abrupter weltweiter Rückgang des  $CO_2$ -Ausstoßes würde, aufgrund der Trägheit des Klimasystems, in Kürze keine signifikante Änderung herbeiführen. Für die Einschätzung der Klimarisiken in den nächsten Jahrzehnten wird das *RCP 8.5* als geeignetes Szenario angesehen (Schwalm et al., 2020). Aus diesem Grund und im Sinne des Vorsorgegedankens werden im vorliegenden Bericht vornehmlich Grafiken zu Klimaänderungen des *RCP*-Szenarios 8.5 platziert. Das *RCP 4.5* wurde den Vorgaben des Landes Niedersachsen entsprechend nicht ausgewertet (Hajati et al., 2022).

---

<sup>1</sup> *CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project 6)* ist ein internationales Klimamodellvergleichsprojekt des Weltklimaforschungsprogramms (*World Climate Research Programme*)

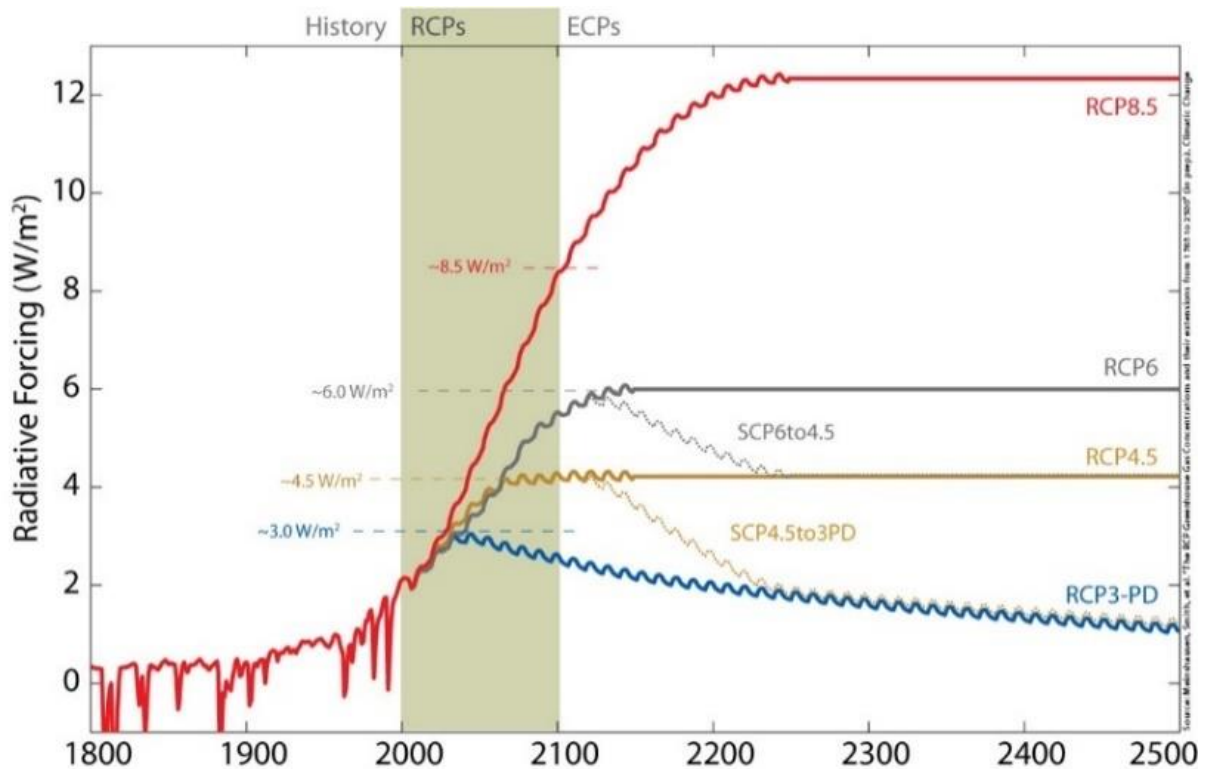


Abbildung 5: Strahlungsantrieb der verschiedenen Representative Concentration Pathways (RCP<sup>2</sup>) und ihre Entwicklung bis 2100 (Quelle: Meinshausen et al., 2011)

Eine etablierte Methode zur Beschreibung von klimatischen Änderungen ist die Verwendung von Kenntagen. Dies sind z. B. die Anzahl von Sommertagen oder Tropennächten innerhalb eines zu benennenden Zeitraumes (oftmals jährlich). Die Bestimmung dieser Kenntage kann entweder anhand von Schwellenwerten wie bspw.  $T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$  für Sommertage (schwellenwertbasiert) oder anhand von statistischen Maßen wie bspw. dem 95. Perzentil der statistischen Verteilung erfolgen (perzentilbasiert; vgl. Hübener et al., 2017). Für die Betrachtung des zukünftigen Klimawandels im Landkreis Friesland wurden schwellenwertbasierte Kenntage verwendet.

Die verwendeten Daten wurden im Zuge der Regionalisierung einer Bias-Adjustierung unterzogen. Trotzdem kann ein gewisses Maß an Unsicherheiten immer noch in den Daten enthalten sein. Es wird davon ausgegangen, dass der Wertebereich der Unsicherheiten für den Referenzzeitraum in etwa genauso groß ist wie für die Zukunftszeiträume. Bei einer ausschließlichen Betrachtung der Unterschiede zwischen Zukunft und Referenz haben diese Unsicherheiten, also deren Differenz, daher keinen Einfluss und man erhält eine robustere Aussage.

Die Analyse des erwarteten Klimawandels wurde mit zwei methodisch unterschiedlichen Herangehensweisen durchgeführt.

<sup>2</sup> RCPs = Representative Concentration Pathways (repräsentativer Konzentrationspfad); ECP = Extended Concentration Pathways, sind ergänzende Szenarien bis 2300.

Im ersten Ansatz wurden die Daten des Modell-ensembles zu zusammenhängenden Zeitreihen von 1971 – 2100 zusammengeführt und für jede betrachtete Variable untersucht, ob ein zeitlich linearer Trend vorliegt und die Entwicklung statistisch signifikant ist. Die statistische Signifikanz wurde anhand des Trend-/Rauschverhältnisses ermittelt (vgl. Tabelle 23-A im Anhang).

Das Klima eines Raumes wird repräsentiert durch den mittleren Zustand der Atmosphäre über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren. Für die Beschreibung des erwarteten Klimawandels werden klimatische Beobachtungen einer sogenannten Referenzperiode benötigt. Diese sollte einen Zeitraum umfassen, in dem die klimatischen Auswirkungen der globalen Erwärmung noch nicht so stark in Erscheinung getreten sind. Die *World Meteorological Organisation (WMO)* empfiehlt die Verwendung der sogenannten Klimanormalperiode von 1961 – 1990. Da jedoch bei einigen der verwendeten regionalen Klimamodelle der Zeitraum des Referenzlaufs erst 1971 beginnt, wurde hier der Zeitraum von 1971 – 2000 als Referenzperiode festgelegt. Dieser ist im Verhältnis zu den betrachteten Zukunftszeiträumen noch ausreichend wenig vom Klimawandel beeinflusst, sodass eine vergleichende Betrachtung die wesentlichen klimatischen Veränderungen aufzeigt. Die Referenzperiode 1971 – 2000 wird auch in der aktuellen bundesweiten Klimawirkungs- und Risikoanalyse verwendet (UBA, 2021) . In Bezug auf die Klimawandelfolgen betrachtet die Klimawirkungs- und Risikoanalyse zwei Zukunftsperioden in der Mitte und zu Ende des Jahrhunderts, die hier übernommen wurden. Deshalb wurden im zweiten Ansatz für jede Variable zeitliche Mittelwerte über folgende Zeiträume berechnet:

- Referenzperiode: 1971 – 2000
- 1. Zukunftsperiode (Mitte des Jahrhunderts): 2031 – 2060
- 2. Zukunftsperiode (Ende des Jahrhunderts): 2071 – 2100

Von den einzelnen Variablen-Mittelwerten der jeweiligen Zukunftsperioden wurden die zugehörigen Mittelwerte der Referenzperiode subtrahiert und somit die langjährigen mittleren Änderungen für jede Variable berechnet. Die statistische Signifikanz der Änderungen wurde nach einem vom Bund-Länder-Fachgespräch zur „Interpretation von Modelldaten“ vorgeschlagenen statistischen Testschema ermittelt (vgl. Linke, 2024). Das Signifikanzniveau wurde einheitlich auf 95 % festgelegt.

Dabei ist zu beachten, dass die Referenzläufe mit den Beobachtungsdaten des gleichen Zeitraumes nur in ihren klimatisch relevanten, statistischen Eigenschaften übereinstimmen. Sie sind auf kleineren Skalen (Jahre, Monate, Tage) nicht exakt miteinander vergleichbar. Die nachfolgenden Ausführungen enthalten eine Vielzahl von Grafiken in Form sogenannter Box-Whisker Plots. Diese haben den Vorteil, dass die Kennwerte statistischer Verteilungen schnell erfassbar und vergleichbar sind (vgl. Abbildung 47-A im Anhang).

### 3.3 Beobachtete Klimaveränderungen bis heute

#### 3.3.1 Temperaturzunahmen und Hitze

Bezogen auf die letzten 30 Jahre (1991 – 2020) ist der Landkreis Friesland durch eine langjährige Mitteltemperatur von 9,9 °C und eine mittlere Niederschlagssumme von 827 mm/Jahr gekennzeichnet (vgl. Tabelle 5: ). Damit weist der Landkreis Friesland im Mittel höhere Temperaturen und Niederschlagsmengen als im deutschlandweiten Durchschnitt auf (9,3 °C bzw. 790 mm/Jahr; UBA, 2022b, 2022c).

Verglichen mit früheren Perioden wird deutlich, dass im Landkreis Friesland in den letzten 30 Jahren (1991 – 2020), dem nationalen und globalen Trend folgend, eine deutliche Erwärmung stattgefunden hat (Tabelle 5: ). So ist die Jahresmitteltemperatur im Vergleich zur Referenzperiode 1971 – 2000 um 0,9 °C und seit Beginn der meteorologischen Aufzeichnungen sogar um 1,7 °C gestiegen (bezogen auf die Periode 1881 – 1910). Zudem sind vier der fünf wärmsten Jahre seit 1881 allesamt in der letzten Dekade aufgetreten (vgl. Abbildung 6).

Noch stärker als die „schleichende“ Änderung der Jahresmitteltemperatur wirken sich Hitzeperioden auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Bevölkerung aus. Die Anzahl an Sommertagen ( $T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$ ) und insbesondere Heißen Tagen ( $T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$ ) kann als Indiz für die Häufigkeit belastender Phasen verstanden werden. Im Landkreis Friesland zeigt sich jeweils ein Anstieg dieser Kenntage: Im Vergleich der Periode 1991 – 2020 zu 1971 – 2000 ist die mittlere Anzahl an Sommertagen von 16 auf 21 pro Jahr und an Heißen Tagen von 2 auf 4 pro Jahr gestiegen (vgl. Tabelle 5: , vgl. Abbildung 7).

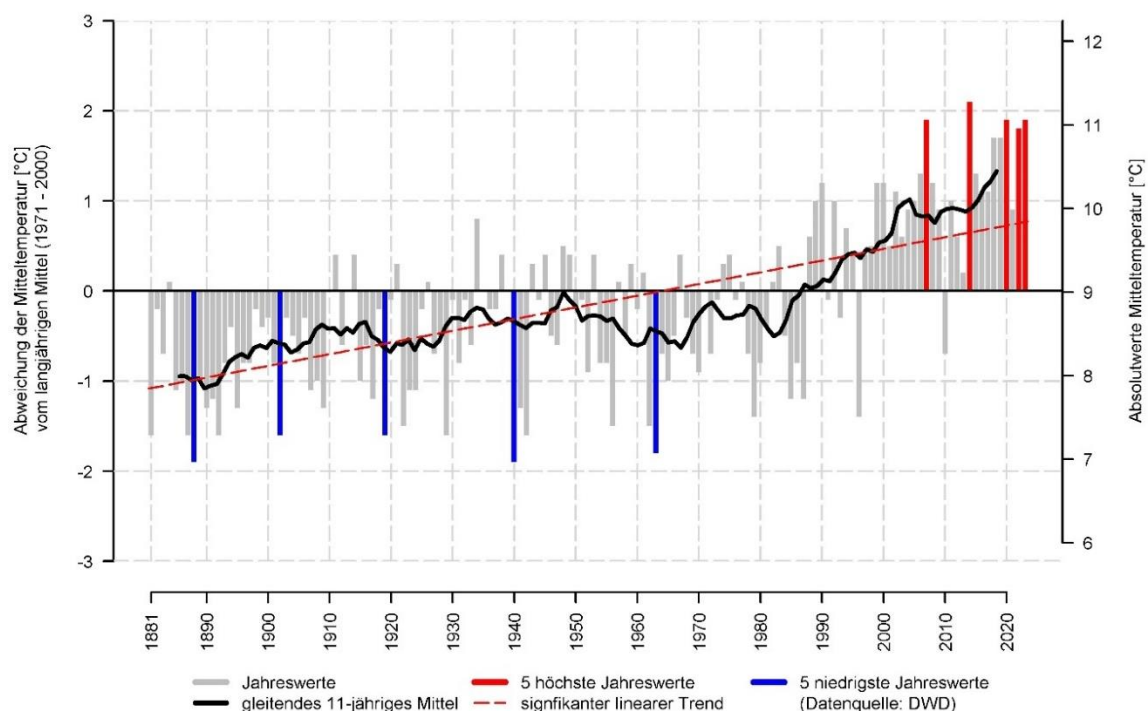


Abbildung 6: Jahresmitteltemperatur im Landkreis Friesland im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

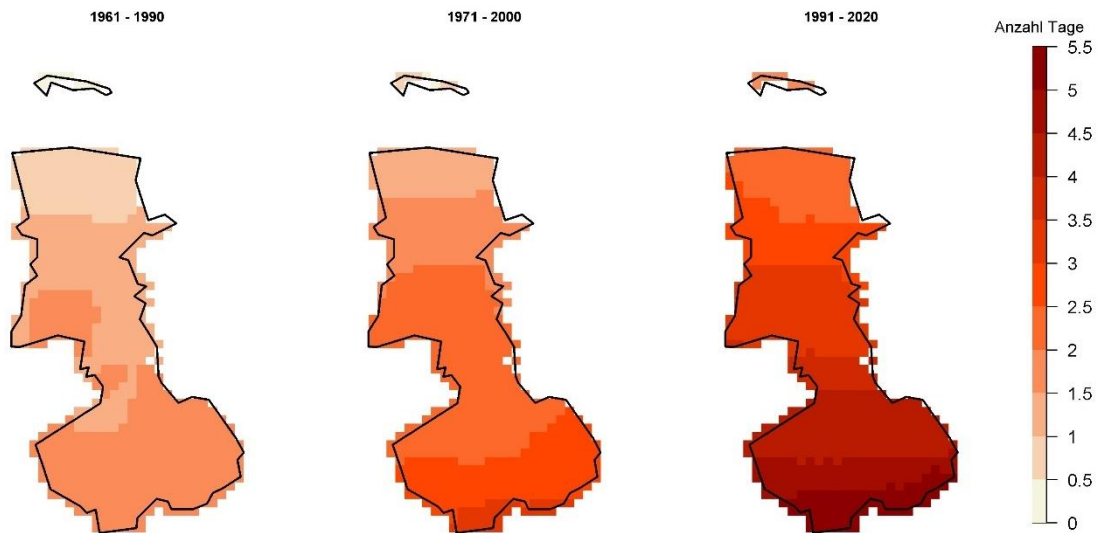


Abbildung 7: Räumliche Darstellung der Anzahl Heißer Tage pro Jahr ( $T_{max} \geq 30 \text{ °C}$ ) in verschiedenen Perioden im Landkreis Friesland (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

Tabelle 5: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen im Landkreis Friesland in der Vergangenheit (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).

	1961-1990	1971-2000	1991-2020
<b>Mittelwert der Lufttemperatur</b> [°C]	8,7	9,0	9,9
<b>Sommertage</b> ( $T_{max} \geq 25 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	13	16	21
<b>Heiße Tage</b> ( $T_{max} \geq 30 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	1	2	4
<b>Tropennächte</b> ( $T_{min} \geq 20 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	keine Angabe	< 1	< 1
<b>Frosttage</b> ( $T_{min} < 0 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	64	57	49
<b>Eistage</b> ( $T_{max} < 0 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	17	14	11
<b>Jahresniederschlag</b> [mm/Jahr]	802	806	827
<b>Tage mit Niederschlag &gt; 10 mm</b> [n/Jahr]	20	20	21
<b>Tage mit Niederschlag &gt; 20 mm</b> [n/Jahr]	3	3	4
<b>Tage mit Niederschlag &gt; 30 mm</b> [n/Jahr]	1	1	1

### 3.3.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

In Bezug auf den Jahresniederschlag zeigt sich seit Beginn der systematischen Messungen Ende des 19. Jahrhunderts eine signifikante Zunahme (vgl. Abbildung 48-A im Anhang). Auch über die letzten ca. 60 Jahre ist ein zunehmender Trend des Jahresniederschlags erkennbar (vgl. Tabelle 5: ), wengleich weniger deutlich, da sich feuchtere und trockenere Phasen abwechselten.

Ein mögliches Maß für Trockenheit ist der Trockenheitsindex nach de Martonne, der sich aus dem Jahresniederschlag und der Jahresmitteltemperatur ergibt (Gavrilov et al., 2019). Der Trockenheitsindex unterliegt im Landkreis Friesland deutlichen Schwankungen, die insbesondere auf variierende Jahresniederschlagssummen zurückzuführen sind. Auch wenn in den letzten Dekaden eine Abnahme des Trockenheitsindex' vermutet werden kann, lässt sich bei einer Betrachtung ab 1970 kein signifikanter Trend feststellen (vgl. Abbildung 8). Dies ist darauf zurückzuführen, dass neben steigenden Temperaturen auch ein leicht ansteigender Trend der jährlichen Niederschlagsmengen beobachtet wurde (vgl. Abbildung 48-A im Anhang).

Auch die Bodenfeuchte, für die der Trockenheitsindex ein, jedoch nicht der einzige Faktor ist, hat sich im Landkreis Friesland über die letzten 30 Jahre gesehen nicht signifikant verändert (vgl. Abbildung 9). In der Einheit % nFK (nutzbare Feldkapazität) bedeutet ein Wert < 30, dass Pflanzen unter Wasserstress stehen, während sie bei Werten > 50 % nFK optimal mit Wasser versorgt sind (MWVLW RLP, 2025). Erwartungsgemäß fällt die Bodenfeuchte im Sommer (vgl. orange Balken in Abbildung 9) deutlich geringer aus als in den anderen Jahreszeiten (graue Balken).

Dauerhafter Wasserstress wurde im Mittel über das gesamte Gebiet des Landkreises noch nicht festgestellt, es ist jedoch davon auszugehen, dass es in einzelnen Jahren mindestens lokal Bereiche gab (abhängig von der Bodenart, etc.), in denen Pflanzen zeitweise unter Wasserstress standen.

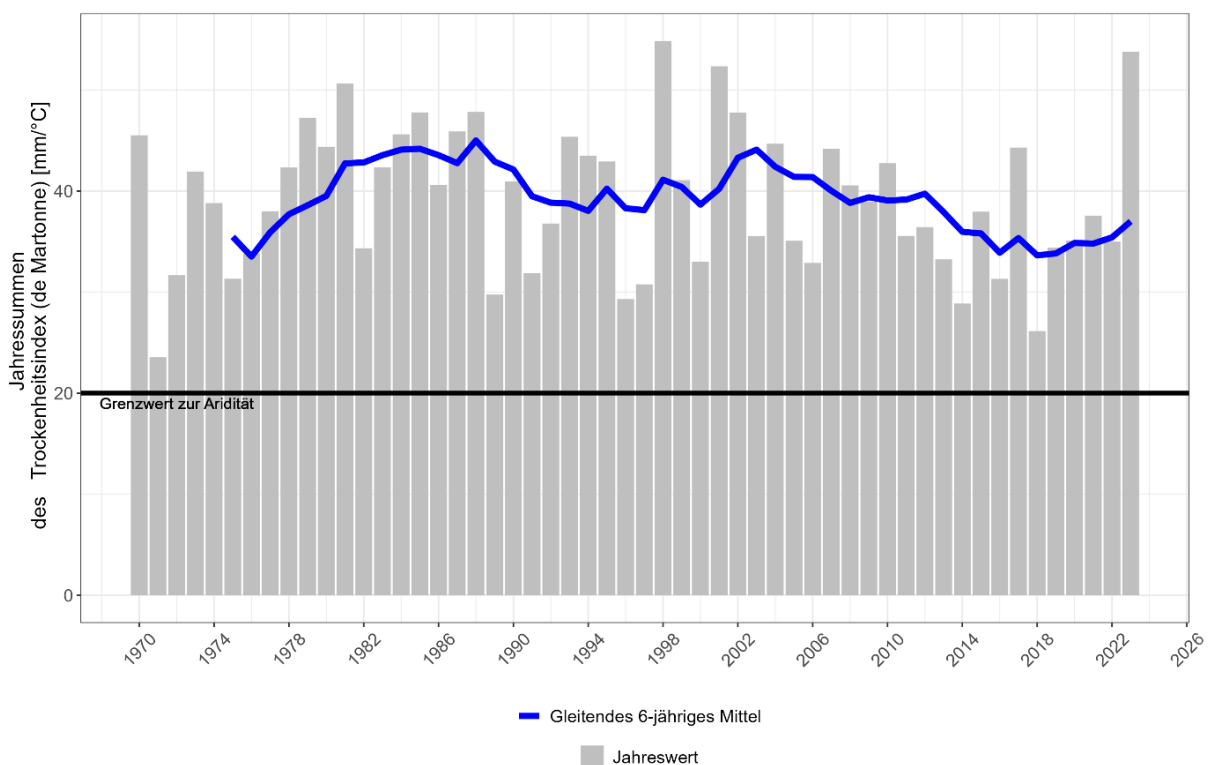


Abbildung 8: Trockenheitsindex nach de Martonne im Landkreis Friesland im Zeitraum 1970 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

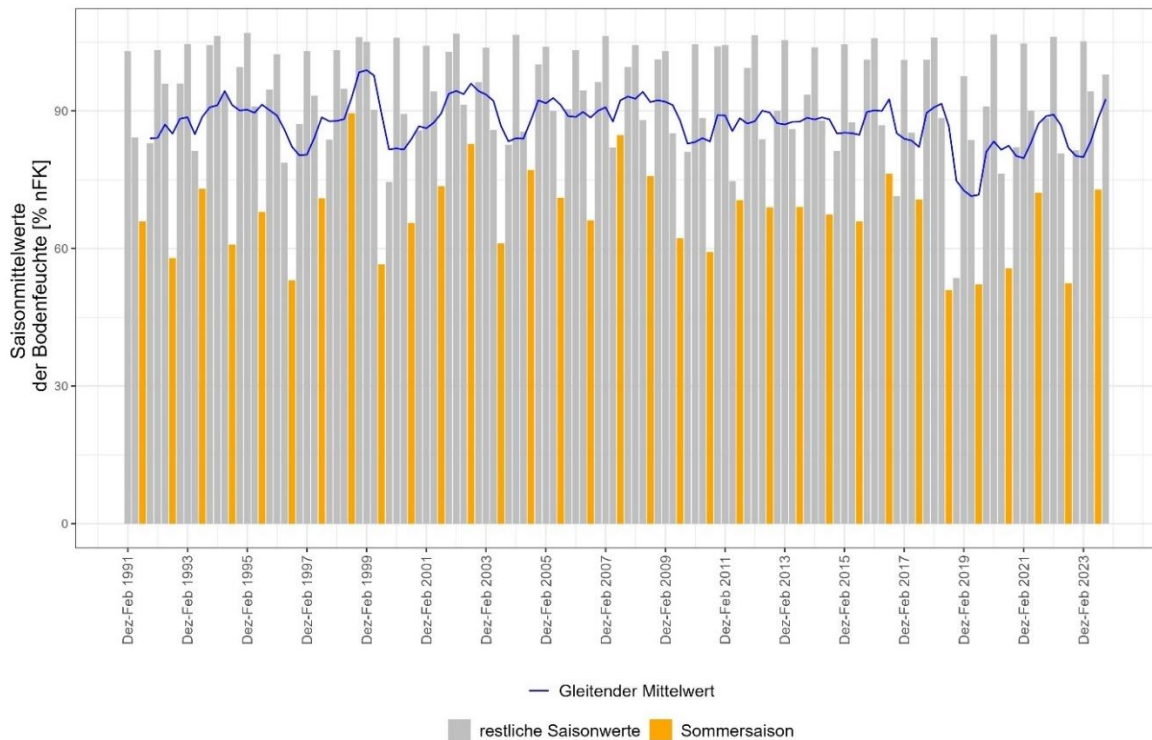


Abbildung 9: Saisonmittelwerte der Bodenfeuchte (in % nFK) im Landkreis Friesland im Zeitraum 1991 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

### 3.3.3 Starkregen

Als Starkregen werden Regenereignisse bezeichnet, die eine hohe Intensität, d.h. eine im Verhältnis zu ihrer Dauer große Niederschlagssumme aufweisen. Gemäß DWA<sup>3</sup> handelt es sich dabei um Regenereignisse, die in einzelnen Dauerstufen Regenhöhen mit Wiederkehrzeiten  $T_n \geq 1$  Jahr aufweisen (DWA-Merkblatt 119, 2016). Der DWD warnt vor Starkregen in drei Stufen, wenn folgende Schwellenwerte voraussichtlich überschritten werden: Regenmenge  $\geq 15$  mm/1 h bzw.  $\geq 20$  mm/6 h (Markante Wetterwarnung), Regenmenge  $> 25$  mm/1 h bzw.  $> 35$  mm/6 h (Unwetterwarnung) und Regenmenge  $> 40$  mm/1 h bzw.  $> 60$  mm/6 h (Warnung vor extremem Unwetter; DWD, 2024c). Da die Auswertung der *EURO-CORDEX*-Daten nicht für einzelne Stunden, sondern nur für einzelne Tage durchgeführt werden kann, werden in diesem Bericht zur Beschreibung von Starkregenereignissen Tage mit einem Niederschlag  $> 10$  mm,  $> 20$  mm und  $> 30$  mm/d (hier als Starkregen bezeichnet) verwendet.

Zudem ist, wie eingangs erwähnt, zu berücksichtigen, dass Starkregenereignisse oftmals kleinräumig auftreten und somit von den, obgleich relativ hoch aufgelösten, Regionalklimamodellen potenziell nicht erfasst und folglich sogar unterschätzt werden können (DWD, 2020).

<sup>3</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall

Im Landkreis Friesland deutet sich in der Vergangenheit eine leicht zunehmende Häufigkeit von Starkregenereignissen an (vgl. Abbildung 10), die aufgrund ihrer Seltenheit jedoch statistisch nicht abschließend belegt werden kann, d.h. es können bisher keine signifikanten Zunahmen von Starkregen (im Mittel ca. 1 x pro Jahr) bzw. Ereignisse mit erhöhten Niederschlagsmengen festgestellt werden (vgl. Tabelle 5: , vgl. Abbildung 49-A im Anhang).

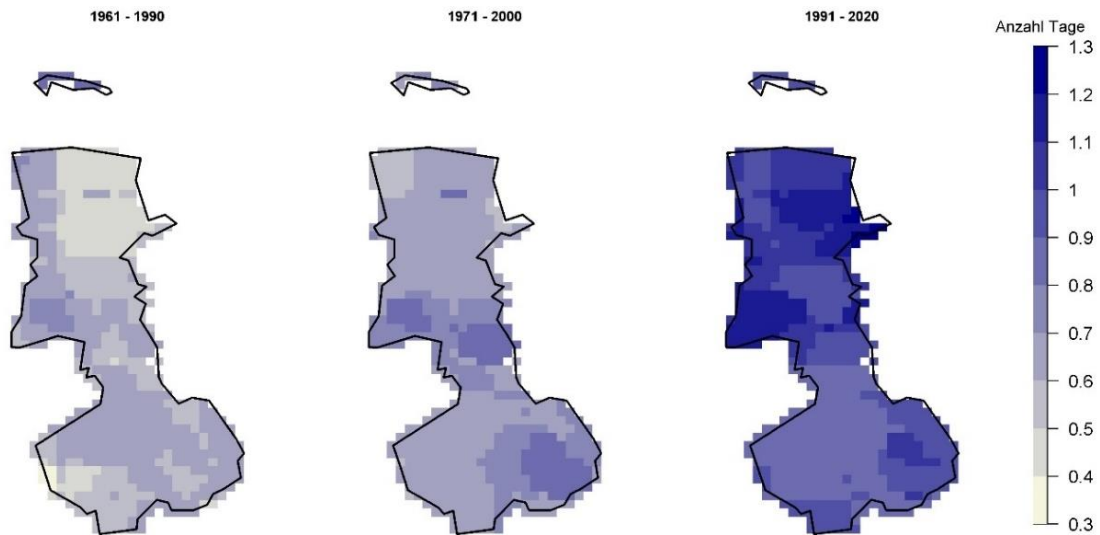


Abbildung 10: Räumliche Darstellung der Anzahl von Starkregenereignissen pro Jahr (> 30 mm pro Tag) in verschiedenen Perioden im Landkreis Friesland (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

### 3.3.4 Sturm

Ein Sturm wird als „Wind von großer Heftigkeit, [...] der erhebliche Schäden und Zerstörungen anrichten kann“ definiert (DWD, 2024c). Je nach Windgeschwindigkeit wird zwischen einem Sturm (Beaufort 9), schweren Sturm (Bft 10) und orkanartigen Sturm (Bft 11) unterschieden. In der Vergangenheit gab es im Landkreis Friesland im Mittel ca. 10 Stürme pro Jahr. Schwere bzw. orkanartige Stürme kamen regelmäßig, aber deutlich seltener vor (3,3 bzw. 1,0 pro Jahr; Tabelle 6). Orkane als Ereignisse mit noch höheren Windgeschwindigkeiten (Bft 12) traten unregelmäßig auf (im Mittel 0,4 pro Jahr). Innerhalb der Referenzperiode 1971 – 2000 zeigt sich jedoch eine gewisse Spannweite: In den meisten Jahren war im Landkreis Friesland kein Orkan zu verzeichnen, gelegentlich traten 1 oder 2 Orkane auf und in einem Jahr (1990) sogar 4 Orkane.

Tabelle 6: Sturmereignisse und Orkane in der Periode 1971 – 2000 an der DWD-Station Jever (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).

Ereignisse pro Jahr in der Periode 1971 – 2000		Mittelwert	Minimum – Maximum
<b>Sturm</b>	(Beaufort 9: 75 bis 88 km/h)	10	2 – 24
<b>Schwerer Sturm</b>	(Beaufort 10: 89 bis 102 km/h)	3,3	0 - 6
<b>Orkanartiger Sturm</b>	(Beaufort 11: 103 bis 117 km/h)	1,0	0 - 5
<b>Orkan</b>	(Beaufort 12: > 117 km/h)	0,4	0 - 4

### 3.3.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten

Im Küstenbereich des Landkreises Friesland standen keine langjährigen Pegelstände des Meeresspiegels zur Verfügung. Folgende Aussagen zu den beobachteten Änderungen des Meeresspiegels in der Deutschen Bucht sind daher der Veröffentlichung „Norddeutschland im Klimawandel – Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland?“ des Norddeutschen Küsten- und Klimabüros des Helmholtz-Zentrums Geesthacht entnommen:

„Der Meeresspiegel ist in der Deutschen Bucht innerhalb der letzten 100 Jahre etwa 15 bis 20 cm angestiegen. Eine ungewöhnliche Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs wurde hier in den letzten Jahrzehnten bisher nicht festgestellt. Dennoch ist ein fortlaufendes Monitoring des Meeresspiegelanstiegs und dessen Geschwindigkeit sehr wichtig, denn selbst bei einem starken künftigen Meeresspiegelanstieg in der Nordsee [...] könnte die damit einhergehende deutliche Beschleunigung des relativen mittleren Meeresspiegelanstiegs in der Deutschen Bucht voraussichtlich nicht vor den 2020er-Jahren eindeutig detektiert werden.

Hohe Wasserstände und Sturmfluten können im Wesentlichen durch den Meeresspiegelanstieg, durch wasserbauliche Maßnahmen und durch ein verändertes Windklima höher auflaufen. Die Sturmaktivität hat sich in den vergangenen Jahrzehnten nicht systematisch geändert, sondern weist von Jahrzehnt zu Jahrzehnt starke Schwankungen auf. Daher laufen Nordseesturmfluten heute windbedingt nicht systematisch höher auf als vor einigen Jahrzehnten. Abgesehen von den regional sehr unterschiedlichen wasserbaulichen Maßnahmen, sind zunehmende Sturmfluthöhen hauptsächlich auf den Meeresspiegelanstieg zurückzuführen. Außerdem ist wegen des höheren Ausgangsniveaus weniger Wind notwendig, um Wasserstände auf Sturmflutniveau anzuheben. Dadurch hat sich auch die Sturmfluthäufigkeit erhöht (vgl. Sturmflutmonitor unter [Link](#)).

Auch der Seegang ist maßgeblich vom Windklima abhängig. Dementsprechend haben sich die Wellenhöhen in den letzten Jahrzehnten bisher nicht systematisch verändert“ (Meinke & Helmholtz-Zentrum Geesthacht, 2020, S. 29f).

### 3.4 Projektion der Klimaveränderungen bis 2100

Die in diesem Kapitel dargelegten Ergebnisse beziehen sich auf eine Auswertung für den Landkreis Friesland und die Stadt Wilhelmshaven (vgl. Kap. 3.2). Die nachfolgend verwendete, vereinfachende Bezeichnung „Landkreis Friesland“ umfasst in diesem Kapitel daher sowohl den Landkreis Friesland als auch die Stadt Wilhelmshaven.

#### 3.4.1 Temperaturzunahme und Hitze

Beide *RCP*-Szenarien zeigen eine Zunahme der Jahresmitteltemperaturen im Landkreis Friesland in den nächsten Dekaden (vgl. Abbildung 11). Ungefähr ab Mitte des Jahrhunderts machen sich die positiven Auswirkungen der im *RCP*-Szenario 2.6 angenommenen globalen Klimaschutzmaßnahmen bemerkbar, was in diesem Szenario zu einer Stagnation bis leichten Abnahme der Jahresmitteltemperatur bis zum Ende des Jahrhunderts führt. Im *RCP*-Szenario 8.5 verstärkt sich dagegen die Temperaturzunahme, sodass bis zum Ende des Jahrhunderts im Median eine um 3,5 °C erhöhte Jahresmitteltemperatur projiziert wird. Der Temperaturanstieg ist in allen Jahreszeiten erkennbar (vgl. Abbildung 50-A und Abbildung 51-A im Anhang).

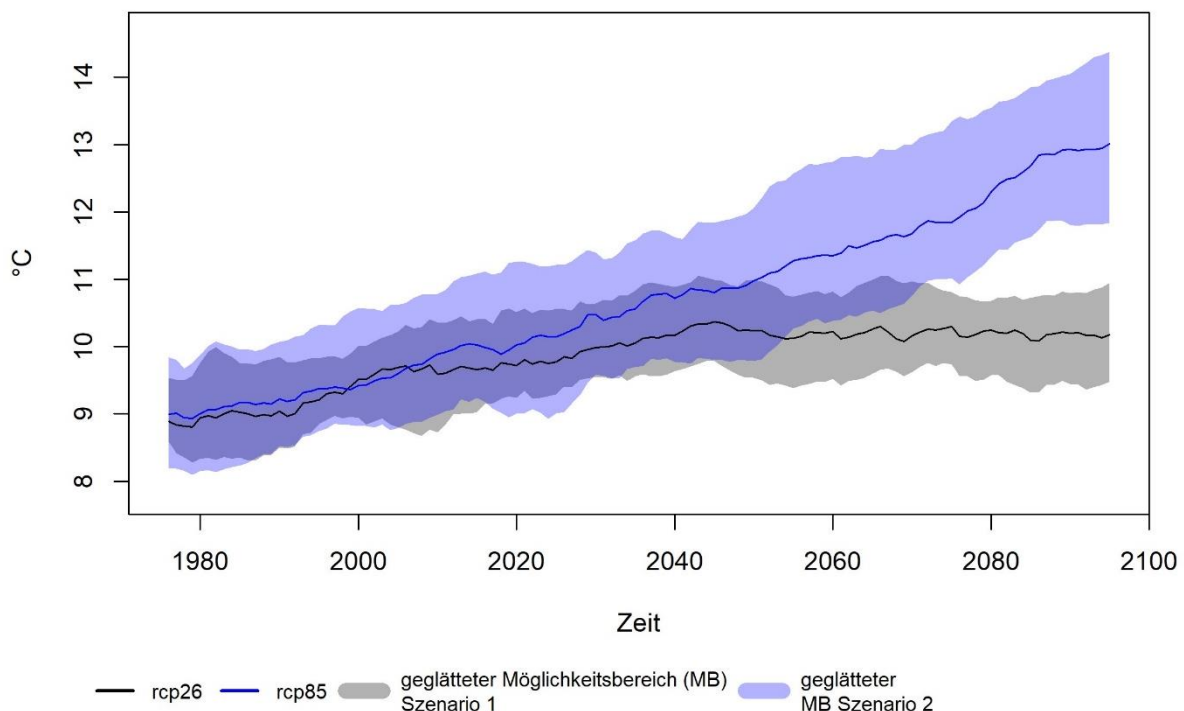


Abbildung 11: Modellierte Jahresmitteltemperaturen im Landkreis Friesland (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

Der projizierte Temperaturanstieg steht in direktem Zusammenhang mit der Entwicklung thermischer Kenntage, die für die Lebensqualität und Gesundheit der Bevölkerung noch relevanter sind als der allmähliche Temperaturanstieg. Die Anzahl an Sommertagen und Heißen Tagen nimmt zukünftig deutlich zu (vgl. Tabelle 7). So ist beispielsweise im *RCP*-Szenario 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin im Median mit 13 Heißen Tagen pro Jahr zu rechnen, während diese in der Referenzperiode (1971 – 2000) im Durchschnitt zweimal jährlich auftraten.

Tropennächte sind derzeit im Landkreis Friesland die Ausnahme. Je nach Szenario treten sie zur Mitte des Jahrhunderts weiterhin sehr selten (im Median nimmt die jährliche Anzahl der Tropennächte im *RCP*-Szenario 2.6 um 0,2 Nächte zu) bis selten, aber regelmäßig auf (im Median nimmt die jährliche Anzahl der Tropennächte im *RCP*-Szenario 8.5 um 0,6 Nächte zu). Bis Ende des Jahrhunderts ist die Entwicklung stärker vom jeweiligen Szenario abhängig. Während die Häufigkeit von Tropennächten im *RCP* 2.6 auf einem geringen Niveau verbleibt, projiziert das *RCP* 8.5 eine deutliche Zunahme. Demnach wären zum Ende des Jahrhunderts im Median 5 Tropennächte pro Jahr im Landkreis Friesland möglich. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass die Klimamodelle den Wärmeinseleffekt nicht erfassen, d.h. in (inner)städtischen Bereichen eine höhere Anzahl an Tropennächten anzunehmen ist.

Tabelle 7: Änderung der Jahresmitteltemperatur, Anzahl thermischer Kenntage sowie Länge von Hitzeperioden in den beiden Zukunftsperioden im Landkreis Friesland (Minimum, Median und Maximum aller Modellläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).

Variable	Szenario	Änderungen zur Referenzperiode 1971 – 2000					
		2031 – 2060			2071 – 2100		
		Min.	Median	Max.	Min.	Median	Max.
<b>Jahresmitteltemperatur</b> [°C]	RCP 2.6	0,9	1,2	1,3	0,7	1,2	1,3
	RCP 8.5	1,1	1,9	2,4	2,5	3,5	4,4
<b>Sommertage</b> ( $T_{\max} \geq 25 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	6,8	10,7	19,7	7,9	10,9	17,8
	RCP 8.5	9,2	14,3	30,5	20,0	31,6	57,1
<b>Heiße Tage</b> ( $T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	1,6	2,7	5,3	1,9	2,9	6,1
	RCP 8.5	2,5	4,2	10,1	5,7	11,2	25,5
<b>Tropennächte</b> ( $T_{\min} \geq 20 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	0,0	0,2	1,0	0,1	0,3	1,0
	RCP 8.5	-0,1	0,6	1,8	1,2	4,8	10,0
<b>Länge von Hitzeperioden</b> (aufeinanderfolgende Heiße Tage) [n]	RCP 2.6	0,2	0,8	2,0	0,4	0,8	2,2
	RCP 8.5	0,6	1,2	2,9	1,7	2,9	4,7
<b>Frosttage</b> ( $T_{\min} < 0 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	-3,7	-5,5	-19,2	-1,7	-5,3	-15,5
	RCP 8.5	-4,8	-17,4	-36,1	-24,0	-33,2	-53,8
<b>Eistage</b> ( $T_{\max} < 0 \text{ °C}$ ) [n/Jahr]	RCP 2.6	-1,1	-2,6	-4,3	-5,6	-2,8	-0,6
	RCP 8.5	-0,4	-4,7	-9,1	-4,1	-7,7	-11,4

Die Zunahme Heißer Tage lässt auf eine künftig steigende Häufigkeit von Hitzeperioden schließen, wobei es für Hitzeperioden keine eindeutige Definition gibt. Es handelt sich dabei um einen Zeitraum mit länger anhaltenden ungewöhnlich hohen Temperaturen. Hier werden aufeinanderfolgende Heiße Tage als Hitzeperiode verstanden. Unter dieser Annahme zeigt sich, dass Hitzeperioden im Landkreis Friesland zukünftig länger andauern. Im RCP-Szenario 8.5 erhöht sich die Länge von Hitzeperioden bis Ende des Jahrhunderts im Median um 2,9 Tage (vgl. Tabelle 7).

Frost- und Eistage treten im Landkreis Friesland zukünftig seltener auf und sorgen für mildere Winter, die eine geringere Zahl an Tagen mit Frost- und Tauwechselln und eine verlängerte Vegetationsperiode nach sich ziehen.

### 3.4.2 Niederschlagsverschiebung und Trockenheit

In Bezug auf den Jahresniederschlag sind im Landkreis Friesland keine eindeutigen Auswirkungen durch den Klimawandel auszumachen. Für das *RCP*-Szenario 8.5 sind im Median steigende, im *RCP*-Szenario 2.6 dagegen gleichbleibende Jahresniederschläge über das 21. Jahrhundert zu verzeichnen, wobei jeweils große Abweichungen zwischen den verschiedenen Modellläufen bestehen (vgl. Tabelle 8).

Neben den Niederschlagssummen ist der Zeitpunkt, wann es (wieviel) regnet, u.a. für die Vegetation und den Bodenwasserhaushalt entscheidend. Bei einer saisonalen Betrachtung zeigen sich Unterschiede in der zukünftigen Entwicklung des Niederschlags im Landkreis Friesland. Im Winter sowie Frühjahr ist im *RCP*-Szenario 8.5 mit einer Zunahme der Niederschlagssummen zu rechnen. Bis Mitte des Jahrhunderts zeigen sich für den Sommer und Herbst keine eindeutigen Trends (im Median sehr geringe Änderungen bei hohen Spannbreiten der Modelle). Langfristig werden für den Herbst tendenziell zunehmende, für den Sommer dagegen abnehmende Niederschlagssummen projiziert (vgl. Abbildung 12). Im *RCP*-Szenario 2.6 zeigen sich bis Ende des Jahrhunderts ähnliche Trends in Bezug auf die Winterniederschläge (leichte Zunahme) und Sommerniederschläge (Abnahme), während im Frühjahr und Herbst keine eindeutigen Änderungen der Niederschlagssummen zu erkennen sind (vgl. Abbildung 52-A) im Anhang).

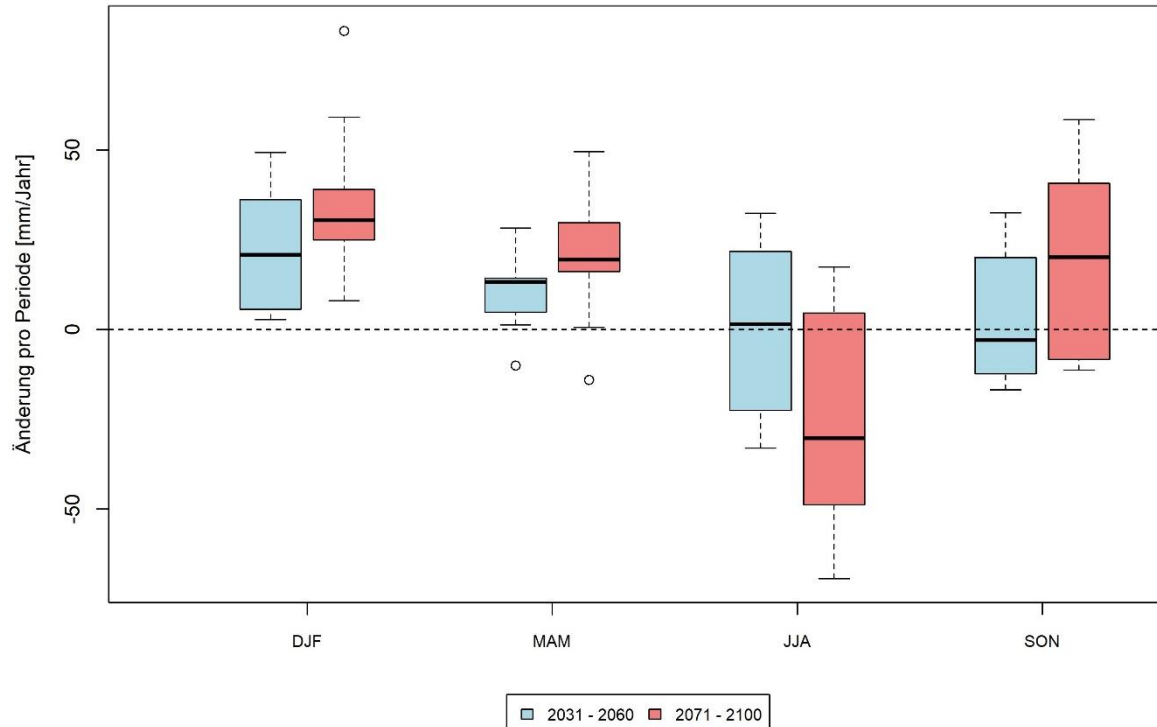


Abbildung 12: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen im Landkreis Friesland (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

Tabelle 8: Änderung der mittleren Niederschläge, der klimatischen Wasserbilanz und der Anzahl an Trockentagen im Landkreis Friesland (Minimum, Median und Maximum aller Modellläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).

Variable	Szenario	Änderungen zur Referenzperiode 1971 – 2000					
		2031 – 2060			2071 – 2100		
		Min.	Median	Max.	Min.	Median	Max.
<b>Jahresniederschlag</b> [mm/Jahr]	RCP 2.6	-103,8	-5,7	42,3	-84,5	0,5	54,0
	RCP 8.5	-51,3	42,0	84,8	-27,0	63,1	103,0
<b>Klimatische Wasserbilanz</b> (Niederschlag – pot. Verdunstung) [mm/Jahr]	RCP 2.6	-122,3	-28,0	31,1	-98,6	-22,8	24,1
	RCP 8.5	-66,4	23,9	54,8	-76,1	3,9	119,8
<b>Trockentage</b> (Tage mit < 0,1 mm Niederschlag) [n/Jahr]	RCP 2.6	1,1	22,3	28,9	3,1	20,4	26,0
	RCP 8.5	-3,6	20,2	22,8	1,1	22,3	36,9

Begriffe wie Trockenheit oder Dürre sind nicht eindeutig definiert und die Bewertung dieser Ereignisse hängt oftmals von der jeweiligen fachlichen oder individuellen Sichtweise ab. Im allgemeinen Verständnis sind Trockenheit und Dürre durch einen Mangel an Wasser oder Feuchtigkeit gekennzeichnet, der aus einem Niederschlagsdefizit resultiert und über einen längeren Zeitraum zu Wasserknappheit führen kann. Als erstes Indiz für Trockenheit kann die Anzahl an Trockentagen verstanden werden (hier definiert als Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm). Zukünftig ist im Landkreis Friesland in beiden RCP-Szenarien mit einer Zunahme an Trockentagen zu rechnen (vgl. Tabelle 8).

Ein weiterer Indikator für Trockenheit kann die klimatische Wasserbilanz als Differenz von Niederschlag (Wasserdargebot) zu potenzieller Verdunstung (Wasserverlust) sein. Je nach Szenario ist von einer moderaten Abnahme (RCP 2.6) bzw. moderaten Zunahme (RCP 8.5) der klimatischen Wasserbilanz im Landkreis Friesland auszugehen (vgl. Tabelle 8). Die jahreszeitlichen Änderungen der klimatischen Wasserbilanz folgen den Trends der saisonalen Niederschlagsverschiebung. Insbesondere langfristig ist im Landkreis Friesland mit trockeneren Sommern und feuchteren Wintermonaten zu rechnen (vgl. Abbildung 13, Abbildung 53-A im Anhang).

Die abnehmende klimatische Wasserbilanz im Sommer lässt häufigere bzw. längere anhaltende Trockenperioden vermuten, jedoch sind die in den Modellen projizierten Änderungen zu gering, um valide Aussagen treffen zu können (vgl. exemplarisch die Häufigkeit längerer Trockenperioden in Abbildung 54-A und Abbildung 55-A im Anhang).

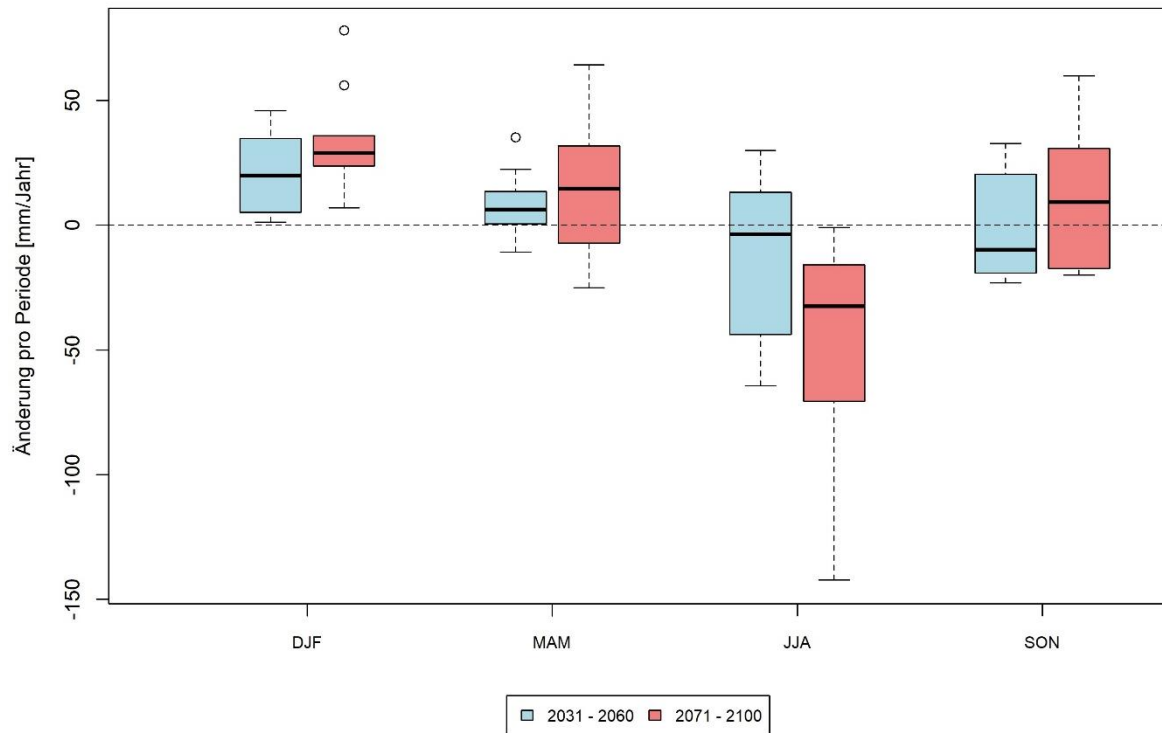


Abbildung 13: Änderung der mittleren saisonalen klimatischen Wasserbilanz im Landkreis Friesland (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

### 3.4.3 Starkregen

Infolge des Klimawandels ist grundsätzlich eine wärmere Atmosphäre zu erwarten, die mehr Wasserdampf aufnehmen kann, sodass auch mehr Wasser für Niederschlagsereignisse zur Verfügung steht (vgl. ZAMG, 2020). Dieser allgemein zu erwartende Prozess ist auch in den regionalen Klimamodellen für den Landkreis Friesland zu erkennen. Für die betrachteten Starkregenereignisse (> 10, > 20 sowie > 30 mm pro Tag) projizieren die Modelle jeweils steigende Häufigkeiten, wobei die Zunahmen im RCP-Szenario 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind und generell stärker ausfallen als im RCP-Szenario 2.6 (vgl. Tabelle 9). Die Zunahme des mittleren maximalen Tagesniederschlags lässt zudem darauf schließen, dass die Niederschlagsintensität ebenfalls zunimmt.

Tabelle 9: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkregenereignissen sowie des maximalen Tagesniederschlags im Landkreis Friesland (Minimum, Median und Maximum aller Modellläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).

Variable	Szenario	Änderungen zur Referenzperiode 1971 – 2000					
		2031 – 2060			2071 – 2100		
		Min.	Median	Max.	Min.	Median	Max.
<b>Tagesniederschlag &gt; 10 mm/d</b> [n/Jahr]	RCP 2.6	-0,5	4,5	7,3	-0,8	5,2	8,1
	RCP 8.5	-0,7	6,2	11,1	-1,1	8,2	10,4
<b>Tagesniederschlag &gt; 20 mm/d</b> [n/Jahr]	RCP 2.6	-0,4	1,2	1,6	0,2	0,9	2,2
	RCP 8.5	0,1	2,2	4,1	0,9	3,4	6,7
<b>Tagesniederschlag &gt; 30 mm/d</b> [n/Jahr]	RCP 2.6	-0,2	0,6	1,0	0,1	0,5	1,0
	RCP 8.5	-0,2	0,9	1,7	0,6	1,6	3,6
<b>Maximaler Tagesniederschlag</b> [mm/d]	RCP 2.6	-8,5	2,8	12,2	-6	1,1	8,7
	RCP 8.5	-4,5	4,0	13,8	-4,4	9,2	26,2

### 3.4.4 Sturm

In keinem der betrachteten Klimaszenarien sind signifikante Zunahmen oder Abnahmen der Auftrittshäufigkeit von Stürmen bis zum Jahr 2100 im Landkreis Friesland auszumachen.

Genau wie Starkregen gehören Stürme zu den seltenen Ereignissen, sodass sie nur bedingt statistisch auswertbar sind. Hinzu kommt, dass die regionalen Klimamodelle teilweise nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden. Es ist jedoch anzunehmen, dass sich in einer wärmeren Atmosphäre aufgrund von mehr verfügbarer latenter Wärme, die beim Phasenübergang von Wasserdampf zu Flüssigwasser frei wird, potenziell stärkere Stürme ausbilden können (Pinto et al., 2009; Fink et al., 2012; Pinto & Reyers, 2017). Dies hätte eine Zunahme der Sturmaktivität über Westeuropa zur Folge, wobei noch nicht eindeutig geklärt werden konnte, ob die Häufigkeit der Sturmereignisse zunehmen oder ob bei gleichbleibender Häufigkeit die Intensität steigen würde, also die Stärke der auftretenden Windgeschwindigkeiten (Pinto et al., 2009; Donat et al., 2010; McDonald, 2011; Pinto & Reyers, 2017).

### 3.4.5 Meeresspiegelanstieg und Sturmfluten

Aus den *EURO-CORDEX*-Daten können keine Aussagen zur künftigen Änderung des Meeresspiegels getroffen werden. Folgende Erkenntnisse zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Meeresspiegel sind der Veröffentlichung „Norddeutschland im Klimawandel – Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland?“ des Norddeutschen Küsten- und Klimabüros des Helmholtz-Zentrums Geesthacht entnommen:

„Der Meeresspiegel wird auch künftig weltweit und in der Nordsee weiter ansteigen. Je nach zukünftigem Treibhausgasausstoß kann der globale mittlere Meeresspiegelanstieg bis Ende des Jahrhunderts (2081–2100) etwa 30 bis 80 cm betragen. Aber auch extremere Anstiege sind nicht auszuschließen. Ergebnisse von Studien zu den künftig möglichen Meeresspiegelanstiegen in der Nordsee bewegen sich im Rahmen der globalen Spannbreite.

Die künftige Entwicklung von Sturmflutwasserständen hängt neben dem Meeresspiegelanstieg weiterhin maßgeblich von der künftigen Entwicklung des Windklimas ab. Diese ist [...] unklar. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sich bis Ende des 21. Jahrhunderts Sturmintensitäten erhöhen und Stürme häufiger auftreten. Neben dem Meeresspiegelanstieg können Sturmfluten somit künftig auch windbedingt höher auflaufen, bei Nordseesturmfluten insgesamt bis Ende des Jahrhunderts etwa 40 bis 120 cm. Studien über den Seegang zeigen eine Zunahme der höchsten Wellenhöhen für die östliche Nordsee und das Skagerrak und teilweise eine Abnahme in der westlichen Nordsee“ (Meinke & Helmholtz-Zentrum Geesthacht, 2020, S. 31f).

### 3.4.6 Binnenentwässerung

Die möglichen Folgen des Klimawandels für die Binnenentwässerung wurden im KLEVER-Risk-Forschungsprojekt für Ostfriesland untersucht. Die zentralen Erkenntnisse scheinen auf den Landkreis Friesland übertragbar und werden folgend aus der Veröffentlichung „Management von Binnenhochwasserrisiken im Küstenraum“ der Universität Oldenburg, Jade Hochschule und weiterer Partner übernommen:

„Der Anstieg des Meeresspiegels wirkt sich auf die Binnenentwässerung sowohl durch die Veränderungen des Tideniedrig- als auch des Tidehochwassers aus. Über das Tideniedrigwasser nimmt der Meeresspiegelanstieg Einfluss auf die künftigen Sielmöglichkeiten. Sinkt der Wasserstand bei Ebbe weniger tief ab, wird die Entwässerung im Sielbetrieb eingeschränkt oder sogar gänzlich unmöglich, sodass verstärkt auf den Pumpenbetrieb ausgewichen werden muss. Durch den Anstieg des Tidehochwassers wird künftig allerdings auch der Pumpenbetrieb erschwert. Die Pumpen der Mündungsschöpfwerke sind für eine bestimmte geodätische Förderhöhe (Höhendifferenz zwischen Binnen- und Außenwasserstand) ausgelegt.

Wird bei hohen Außenwasserständen eine kritische geodätische Förderhöhe überschritten, nimmt die Pumpleistung sichtlich ab, teilweise müssen die Pumpen zum Schutz der Technik sogar ganz abgestellt werden. Steigende Außenwasserstände bedeuten damit, dass die Pumpen künftig entsprechend häufiger unter größerer Belastung laufen bzw. abgeschaltet werden müssen und weniger Wasser fördern können“ (KLEVER-Risk – Universität Oldenburg, Jade Hochschule und Kooperationspartner, 2023, S. 18).

### 3.5 Zusammenfassung

Die Aussagen zum erwarteten Klimawandel im Landkreis Friesland gelten für Mitte (2031 – 2060) und Ende des Jahrhunderts (2071 – 2100) und stützen sich auf ein Modellensemble der *EURO-CORDEX*-Initiative, das verschiedene Entwicklungspfade der Treibhausgas-Emissionen berücksichtigt. Dabei wurden die Vorgaben des Landes Niedersachsen beachtet.

Die Klimamodelle verdeutlichen, dass sich der beobachtete Trend einer Erwärmung im Landkreis Friesland zukünftig fortsetzt. So werden weiterhin steigende Jahresmitteltemperaturen bis zum Ende des Jahrhunderts erwartet. Die mit dem Temperaturanstieg einhergehende Erwärmung bedingt eine Zunahme an Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten. Zudem gibt es Hinweise, dass die Länge von Hitzeperioden zunimmt. Frost- und Eistage treten dagegen zukünftig seltener auf und sorgen für mildere Winter, die eine geringere Zahl an Tagen mit Frost- und Tauwechsellern und eine verlängerte Vegetationsperiode nach sich ziehen.

Für den Jahresniederschlag ist keine eindeutige Änderung infolge des Klimawandels im Landkreis Friesland zu erkennen. Entscheidender sind saisonale Verschiebungen des Niederschlags mit einem Trend zu geringeren Niederschlagsmengen im Sommer und höheren Werten im Winter. Entsprechend des *RCP*-Szenarios 8.5 ist auch im Frühjahr mit zunehmenden Niederschlagsmengen zu rechnen. Dieser Trend wirkt sich auch auf die klimatische Wasserbilanz aus, die sich über das Jahr gesehen lediglich leicht ändert, in der saisonalen Betrachtung jedoch deutliche Veränderungen zeigt. So ist für das *RCP*-Szenario 8.5 in den Winter- und Frühjahrsmonaten mit einem Anstieg der klimatischen Wasserbilanz zu rechnen. Aufgrund geringerer Niederschläge bei steigenden Verdunstungsraten ist dagegen im Sommer von einer Abnahme der klimatischen Wasserbilanz und einem Rückgang des natürlichen Wasserdargebots auszugehen. Die abnehmende klimatische Wasserbilanz im Sommer lässt häufigere bzw. längere anhaltende Trockenperioden vermuten, jedoch sind die in den Modellen projizierten Änderungen zu gering, um valide Aussagen treffen zu können.

Infolge der Temperaturzunahme ist zukünftig von häufigeren und intensiveren Starkregenereignissen auszugehen (eine wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf aufnehmen).

Die regionalen Klimamodelle bestätigen diesen Trend für den Landkreis Friesland und zeigen jeweils steigende Häufigkeiten für Ereignisse > 10, > 20 sowie > 30 mm pro Tag, wobei die Zunahmen im *RCP*-Szenario 8.5 zum Ende des Jahrhunderts hin am größten sind.

In keinem der betrachteten Klimaszenarien sind signifikante Zunahmen oder Abnahmen der Auftrittshäufigkeit von Stürmen bis zum Jahr 2100 im Landkreis Friesland auszumachen. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die regionalen Klimamodelle teilweise nicht in der Lage sind, Böen korrekt zu reproduzieren und daher Sturmereignisse oftmals nur unzureichend abbilden. Zudem ist festzuhalten, dass eine wärmere Atmosphäre mindestens das Potential zur Bildung von Stürmen erhöht.

In der Nordsee wird der Meeresspiegel künftig weiter ansteigen (je nach Szenario um 30 bis 80 cm bis Ende des Jahrhunderts, wobei auch extremere Anstiege nicht auszuschließen sind). Als Konsequenz sind häufigere und höher auflaufende Sturmfluten zu erwarten.

Zudem wirkt sich der Anstieg des Meeresspiegels auf die Binnenentwässerung sowohl durch die Veränderungen des Tideniedrig- als auch des Tidehochwassers aus. Dabei muss mit einem erhöhten Entwässerungsbedarf bei gleichzeitig reduzierten Sielzeiten und Pumpleistungen gerechnet werden.

## 4 Betroffenheitsanalyse

Im Rahmen der Betroffenheitsanalyse wurde untersucht, wie und wo der Landkreis Friesland besonders von den Klimaänderungen betroffen ist (vgl. Abbildung 14). Einerseits wurde untersucht, welche kommunalen Aktivitäten und Handlungsfelder sich am stärksten mit den klimatischen Veränderungen und deren Folgen auseinandersetzen müssen (Klimarisikoanalyse). Darüber hinaus stellte sich die Frage, wo sich im Landkreis Friesland die am stärksten bzw. die weniger von den Auswirkungen des Klimawandels betroffenen Gebiete befinden (räumliche Analyse). Die Hotspots der räumlichen Analyse wurden zusammenfassend in einer Hotspotkarte dargestellt (vgl. Abbildung 72-D im Anhang). Die Ergebnisse sollen zur raumordnerischen Steuerung und Übernahme in Bebauungspläne in das Regionale Raumordnungsprogramm (RROP) aufgenommen werden.

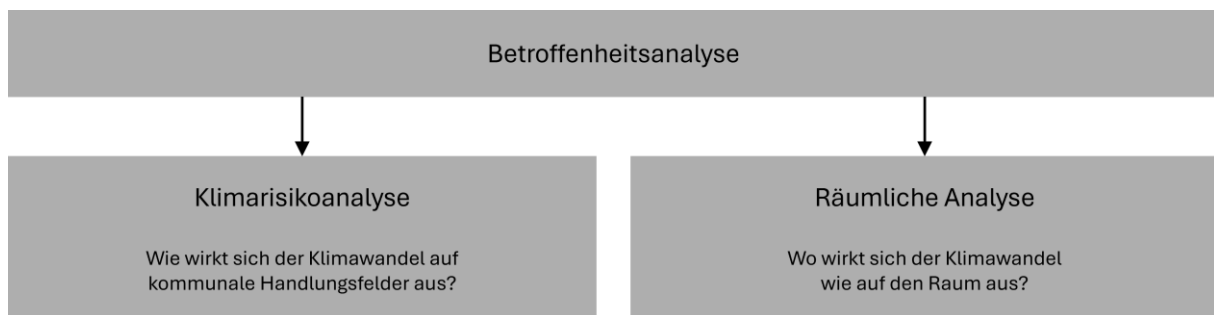


Abbildung 14: Betrachtungsebenen der Betroffenheitsanalyse (eigene Darstellung)

### 4.1 Klimarisikoanalyse

Im Rahmen der Klimarisikoanalyse wurde die funktionale Betroffenheit des Landkreises Friesland von den erwarteten Klimaänderungen untersucht. Es werden vordergründig folgende Fragestellungen behandelt:

- Wie wirkt sich der Klimawandel heute und in Zukunft im Landkreis Friesland aus?
- Welche Handlungsfelder sind besonders von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen?
- Welche Querverbindungen bestehen zwischen den Klimarisiken?

#### 4.1.1 Grundlagen

Die Bewertung der Klimarisiken, die einen Landkreis in ihrer Gesamtheit betreffen, ist ein grundlegender Bestandteil der zielgerichteten Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen. Erst durch eine breit angelegte Analyse der spezifischen Klimaänderungen und deren Auswirkungen auf alle Bereiche eines Landkreises wird eine passgenaue und effektive Entwicklung von Strategien zur Klimafolgenanpassung ermöglicht.

Der Fokus der Klimarisikoanalyse liegt dabei zunächst auf der Auswertung der regionalen Klimatendenzen für Temperaturänderungen und Niederschlagsverschiebungen sowie dem Auftreten von Extremwetterereignissen wie Hitzewellen, Trockenheit, Starkregen und Stürmen in unterschiedlichen Bezugszeiträumen für die Vergangenheit und die Zukunft (vgl. Kap. 3).

Die Klimarisiken werden mit Blick auf die nahe Zukunft (2031 – 2060) bewertet, da dies dem gewöhnlichen Planungshorizont von Verwaltungen entspricht. Langfristige Folgen des Klimawandels, die die ferne Zukunft (2071 – 2100) betreffen, werden im Rahmen der Klimarisikoanalyse ebenfalls berücksichtigt. Dabei wird die gesamte Spannweite der möglichen Klimaänderungen betrachtet, indem entsprechend der Vorgaben des Landes Niedersachsen die Szenarien RCP2.6 und RCP8.5 berücksichtigt wurden (Hajati et al., 2022). Auf Grund des Vorsorgeprinzips und der bisher beobachteten Klimatendenzen findet das pessimistische RCP 8.5-Szenario besondere Berücksichtigung (vgl. Kap. 3). Grundlage für die Klimarisikoanalyse bildet die ISO-Norm 14091:2021 „Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment“ aus dem Jahre 2021, welche im Jahr 2022 vom Umweltbundesamt aufgegriffen und in dem Leitfaden „Klimarisikoanalyse auf kommunaler Ebene“ angepasst wurde (UBA, 2022a) (vgl. Abbildung 15).

Entscheidend für die Klimarisikoanalyse ist die partizipative und integrierte Bewertung von relevanten Handlungsfeldern im betrachteten Gebiet, welche möglichst breit gefächert die wichtigsten Handlungsfelder für die Klimafolgenanpassung abdecken. Unter aktiver Beteiligung lokaler Fachpersonen für die verschiedenen Handlungsfelder wird die abschließende Bewertung der spezifischen Klimarisiken für die Zukunftsszenarien in Form von Wirkungsketten dargestellt (vgl. Kap. 7.2). Die identifizierten Klimarisiken entsprechen somit der qualitativen Bewertung der themenspezifischen negativen Auswirkungen des Klimawandels auf Grundlage der quantitativen Auswertung der räumlich vorliegenden klimatischen Daten. Durch diese sektorübergreifende Herangehensweise werden die wichtigsten Klimarisiken auf Landkreisebene sichtbar gemacht. Sie dienen als Schnittstelle für eine priorisierte Maßnahmenentwicklung im Sinne einer integrierten Klimafolgenanpassung.

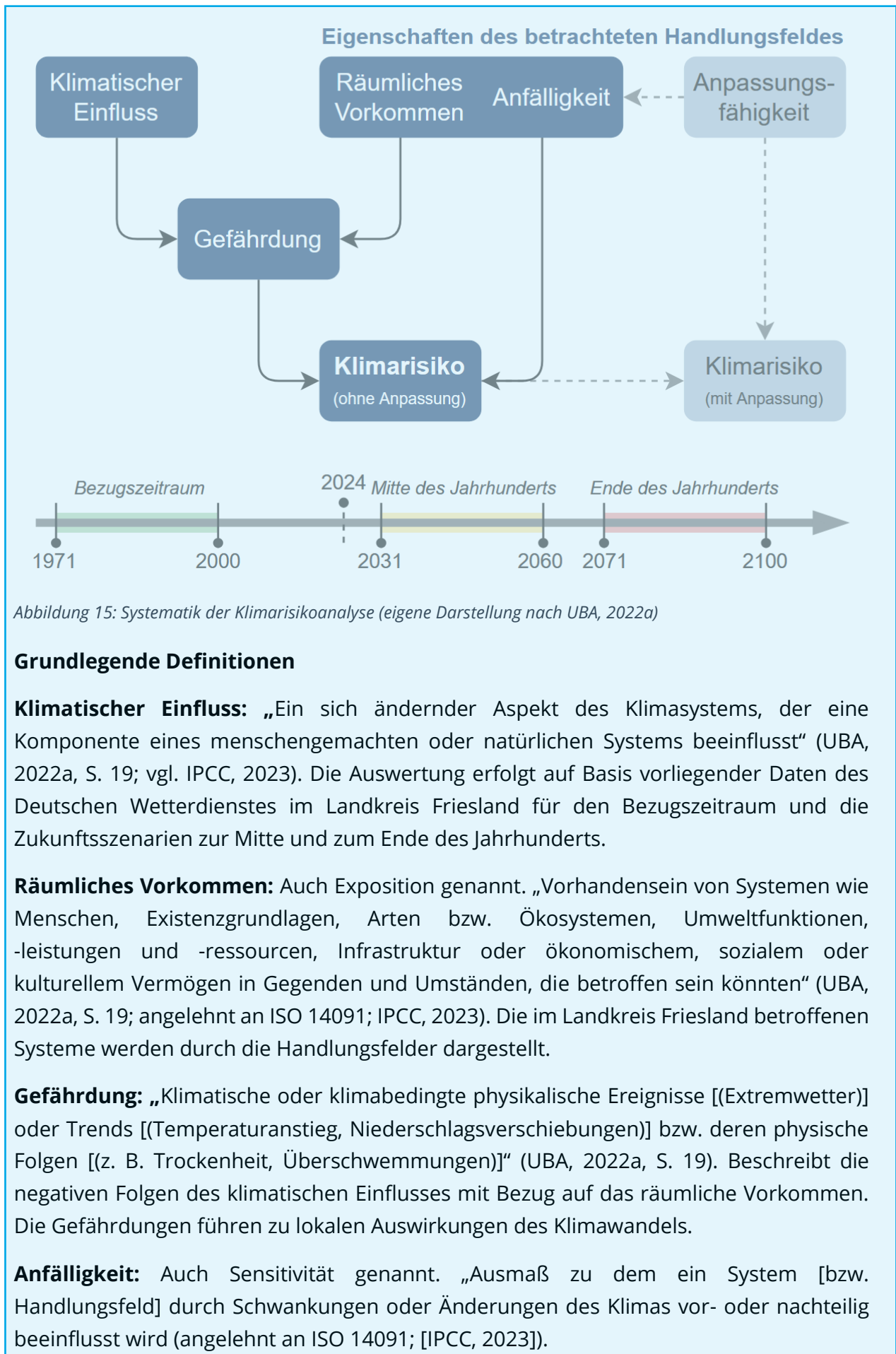


Abbildung 15: Systematik der Klimarisikooanalyse (eigene Darstellung nach UBA, 2022a)

## Grundlegende Definitionen

**Klimatischer Einfluss:** „Ein sich ändernder Aspekt des Klimasystems, der eine Komponente eines menschengemachten oder natürlichen Systems beeinflusst“ (UBA, 2022a, S. 19; vgl. IPCC, 2023). Die Auswertung erfolgt auf Basis vorliegender Daten des Deutschen Wetterdienstes im Landkreis Friesland für den Bezugszeitraum und die Zukunftsszenarien zur Mitte und zum Ende des Jahrhunderts.

**Räumliches Vorkommen:** Auch Exposition genannt. „Vorhandensein von Systemen wie Menschen, Existenzgrundlagen, Arten bzw. Ökosystemen, Umweltfunktionen, -leistungen und -ressourcen, Infrastruktur oder ökonomischem, sozialem oder kulturellem Vermögen in Gegenden und Umständen, die betroffen sein könnten“ (UBA, 2022a, S. 19; angelehnt an ISO 14091; IPCC, 2023). Die im Landkreis Friesland betroffenen Systeme werden durch die Handlungsfelder dargestellt.

**Gefährdung:** „Klimatische oder klimabedingte physikalische Ereignisse [(Extremwetter)] oder Trends [(Temperaturanstieg, Niederschlagsverschiebungen)] bzw. deren physische Folgen [(z. B. Trockenheit, Überschwemmungen)]“ (UBA, 2022a, S. 19). Beschreibt die negativen Folgen des klimatischen Einflusses mit Bezug auf das räumliche Vorkommen. Die Gefährdungen führen zu lokalen Auswirkungen des Klimawandels.

**Anfälligkeit:** Auch Sensitivität genannt. „Ausmaß zu dem ein System [bzw. Handlungsfeld] durch Schwankungen oder Änderungen des Klimas vor- oder nachteilig beeinflusst wird (angelehnt an ISO 14091; [IPCC, 2023]).“

Faktoren für die Anfälligkeit eines Systems sind z. B. Baumartenzusammensetzung oder Altersstruktur der Bevölkerung“ (UBA, 2022a, S. 19). Beschreibt die vorliegenden Eigenschaften eines Systems bzw. Handlungsfeldes in Bezug auf die Klimarisiken.

**Klimarisiko:** „Das Potenzial für nachteilige Folgen für menschengemachte oder natürliche Systeme“ (UBA, 2022a, S. 19) unter Berücksichtigung des klimatischen Einflusses und der Gefährdungslage, sowie der Vielfalt der Eigenschaften, die ein Handlungsfeld beschreiben. Das Klimarisiko stellt somit die abschließende Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels auf ein betroffenes System innerhalb der Handlungsfelder dar (vgl. UBA, 2022a).

**Anpassungsfähigkeit:** „Fähigkeit von Systemen wie Institutionen, Menschen und [Natur], sich auf potenzielle Schäden [und Risiken] einzustellen, Vorteile zu nutzen oder auf Auswirkungen zu reagieren“ (UBA, 2022a, S. 19). Bei der vorliegenden Klimarisikoanalyse wird die Anpassungsfähigkeit der einzelnen Klimarisiken nicht bewertet. Im Rahmen der Klimafolgenanpassung repräsentiert die Maßnahmenentwicklung die Schnittstelle zur Verbesserung der Anpassungsfähigkeit in den unterschiedlichen Handlungsfeldern des Landkreises Friesland.

#### 4.1.2 Exkurs - Auswahl der Handlungsfelder

*Die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS) definierte auf Bundesebene 15 Handlungsfelder im Kontext der Klimafolgenanpassung (vgl. BMUV, 2008). Aufgrund verschiedener prägender Charakteristika (wie z. B. geografischer Lage, Landnutzung oder Wirtschaftsstruktur) entfalten nicht alle dieser Handlungsfelder Relevanz für das Klimaanpassungskonzept des Landkreises Friesland (z. B. Finanzwirtschaft). Zu Beginn der Konzepterstellung wurde daher evaluiert, welche der Bereiche im Anpassungskonzept mit Blick auf den Landkreis Friesland betrachtet und zusammengefasst werden können. Im Ergebnis wurden alle relevanten Handlungsfelder der DAS in 10 Handlungsfelder für die Klimarisikoanalyse gebündelt:*

1. *Mensch und Gesundheit (DAS: Menschliche Gesundheit, Katastrophenschutz)*
2. *Ver- und Entsorgung (DAS: Energiewirtschaft, Wasserwirtschaft, Industrie und Gewerbe)*
3. *Gewässer, Wasserhaushalt und Küstenschutz (DAS: Wasserhaushalt, Küsten- und Meeresschutz, Boden)*
4. *Landwirtschaft, Fischerei und Forstwirtschaft (DAS: Landwirtschaft, Wald- und Forstwirtschaft, Boden, Fischerei)*
5. *Artenschutz und Biodiversität (DAS: Biologische Vielfalt, Boden)*
6. *Innerörtliche Grün- und Freiflächen (DAS: Biologische Vielfalt, Boden)*
7. *Bauwesen und Immobilien (DAS: Bauwesen, Industrie und Gewerbe)*
8. *Verkehr und Mobilität (DAS: Verkehr, Verkehrsinfrastruktur)*
9. *Wirtschaft und Tourismus (DAS: Finanzwirtschaft, Tourismuswirtschaft, Industrie und Gewerbe)*
10. *Hafen (DAS: Verkehr, Verkehrsinfrastruktur)*

### 4.1.3 Ergebnisdarstellung

#### Klimawirkungskette

Es wurden Klimawirkungsketten zu allen Handlungsfeldern erstellt (vgl. Anhang B: Klimawirkungsketten). Für ein besseres Verständnis der Methode und ihrer Ergebnisse wird die Klimawirkungskette zum Handlungsfeld Innerörtliche Grün- und Freiflächen (vgl. Abbildung 16) beispielhaft erläutert. Die obere Hälfte der Wirkungskette zeigt sowohl die klimatischen Einflüsse und Zusammenhänge als auch ihre Gefährdung für die abiotischen Lebensbedingungen und die Verschiebung von Vegetationsperioden. Der untere Teil der Wirkungskette zeigt die bewerteten Klimarisiken und dadurch eine Abstufung der Klimarisiken im Handlungsfeld Innerörtliche Grün- und Freiflächen.

Durch die Veränderung der klimatischen Wasserbilanz und damit einhergehende Trockenheit, insbesondere in Kombination mit Hitzeereignissen, Stürmen oder Starkregen, stellen Schäden an Bäumen und anderen Pflanzen sowie am Boden ein besonders hohes Risiko dar. Ein mittleres Risiko wird bezüglich des Schädlingsbefalls an Pflanzen, einem erhöhten Totholzaufkommen und dem Verlust zusammenhängender Grünflächen erwartet. Zudem besteht ein mittleres Risiko, dass die Inselbiotope der landkreiseigenen Grünflächen auf Wangerooge stärker gefährdet sind. Das Risiko von Schäden an Bäumen und Grünflächen durch die Vernässung des oberflächennahen Untergrunds wird hingegen als gering eingeschätzt. Die Veränderungen von innerörtlichen Grünflächen wirken sich wiederum auf den Unterhaltsbedarf dieser aus, der mit einem erhöhten Bewässerungs- und Pflegebedarf einhergehen wird. In Bezug auf die Nutzung innerörtlicher Grünflächen wird insbesondere mit der Einschränkung der Ökosystemleistungen und einer zunehmenden Inanspruchnahme und Abnutzung durch eine steigende Nachfrage gerechnet. Für die Maßnahmenfindung sind zudem die erwarteten Nutzungseinschränkungen von Grün- und Freizeitflächen bei Extremwetter von Bedeutung. Die Betrachtung der Wirkungsketten ermöglicht somit ein gemeinsames Verständnis der unterschiedlichen Betroffenheiten innerhalb der definierten Handlungsfelder und stellt eine Grundlage für die Ziel- und Maßnahmenentwicklung dar.

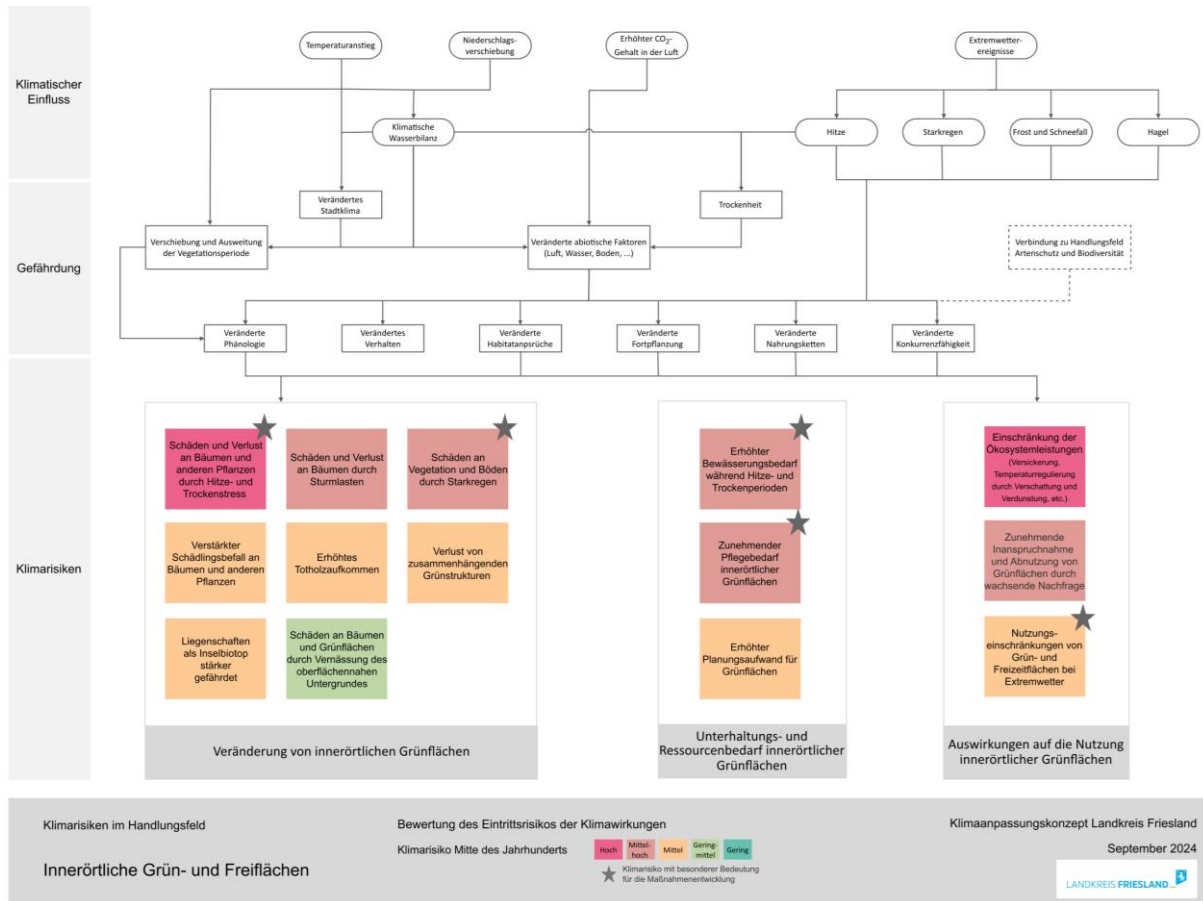


Abbildung 16: Klimawirkungskette des Handlungsfelds Innerörtliche Grün- und Freiflächen (eigene Darstellung)

## Zusammenfassende Bewertung der Klimarisiken

Die nachfolgenden Tabellen stellen eine Übersicht über alle besonders relevanten Klimarisiken (mittel-hoch oder hoch bewertete sowie für die Maßnahmenentwicklung bedeutende Risiken) je Cluster für die Mitte des Jahrhunderts dar. Die Einstufung als besonders relevantes Klimarisiko erfolgte auf Basis der Diskussion und Bewertung dieser gemeinsam mit den lokalen Fachakteurinnen und -akteuren. Diese besonders relevanten Klimarisiken wurden nachfolgend zusammengefasst (vgl. Tabelle 10 bis Tabelle 14). Eine vollständige Abbildung aller Klimarisiken und Querverbindungen ist den Klimawirkungsketten im Anhang zu entnehmen. Darüber hinaus sind die Besonderheiten der einzelnen Cluster textlich hervorgehoben.

### Cluster Wasser

Das Cluster Wasser bezieht sich auf die Gewässer, den Wasserhaushalt und den Küstenschutz. Eine hohe Gefährdung ist im Landkreis Friesland in Bezug auf die schwankende Wasserverfügbarkeit absehbar. Die phasenweise erwartete Wasserknappheit wird verstärkt durch einen zunehmenden Bedarf an Trinkwasser, der sich u. a. aus der saisonal zunehmenden Hitze und Trockenheit ergibt.

Damit einhergehend wird eine Zunahme des Wassernutzungskonfliktes zwischen der Trinkwassergewinnung, der Landwirtschaft sowie der Industrie und dem Gewerbe als ein hohes Klimarisiko bewertet. Zusätzlich werden saisonal große Niederschlagsmengen gepaart mit dem steigenden Meeresspiegel die Binnenentwässerung stark beanspruchen. Darüber hinaus wird die Gefährdung der Küstenlinie durch den Meeresspiegelanstieg und Küstenhochwasser zunehmen. Zukünftig sollte auch die Wirkung der Temperaturänderungen auf marine Ökosysteme wie die Seegraswiesen einbezogen werden.

Tabelle 10: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wasser (eigene Darstellung).

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Hohes Risiko</li> <li><span style="color: #c57161;">●</span> Mittleres-hohes Risiko</li> <li><span style="color: #7f7f7f;">●</span> Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung</li> </ul>
<b>Veränderungen der Grundwasser- verhältnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Verstärkung der jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwasserspiegels</li> <li><span style="color: #7f7f7f;">●</span> Hydrochemische Veränderung (Versalzung) des Grundwassers in Verbindung mit dem Meeresspiegelanstieg</li> </ul>
<b>Zunehmende Konflikte in Bezug auf die Grundwassernutzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Zunehmende Konflikte in Bezug auf die Grundwassernutzung (Wachsender Gesamtwasserbedarf: Trinkwasser, Landwirtschaft, Industrie)</li> </ul>
<b>Zu viel und zu wenig Wasser in Oberflächen- gewässern</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Gefährdung der Binnenentwässerung</li> <li><span style="color: #c57161;">●</span> Zunahme von Niedrigwasserständen bei Trockenperioden</li> <li><span style="color: #c57161;">●</span> Zunahme der Gefahr von Überflutungen durch Starkregen</li> </ul>
<b>Verschlechterung des Gewässer- zustandes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #c57161;">●</span> Rückgang der Gewässerqualität von Oberflächengewässern durch steigende Temperaturen</li> <li><span style="color: #7f7f7f;">●</span> Erhöhte Belastung durch Algen und Eutrophierung einschließlich Geruchsbelastung</li> </ul>
<b>Gefährdung der Küsten und des Wattenmeeres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Gefährdung der Küstenbereiche durch den Meeresspiegelanstieg</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Schäden durch Küstenhochwasser</li> <li><span style="color: #c57161;">●</span> Gefährdung des Wattenmeeres und der Salzwiesen sowie Riffbögen durch den Meeresspiegelanstieg</li> <li><span style="color: #c57161;">●</span> Steigender Personal-, Ressourcen- und Planungsbedarf zur Sicherung vor Sturmfluten</li> <li><span style="color: #c57161;">●</span> Verlust von Strandflächen und Beschädigung der Dünen auf Wangerooge und im Wangerland durch Sturmfluten</li> </ul>

## Cluster Infrastruktur

Im Cluster Infrastruktur werden vorwiegend die Ver- und Entsorgung, der Verkehr und die Mobilität sowie Bauwesen und Immobilien betroffen sein. Die Ursache der Klimarisiken stellen häufig Starkregenereignisse dar, aber auch Hitze und Trockenheit beeinflussen die Infrastruktur stark. In der nahen Zukunft ist es wahrscheinlich, dass besonders die Entwässerungsinfrastruktur von den phasenweisen zunehmenden Niederschlagsmengen und dem ansteigenden Meeresspiegel betroffen sein wird. Große Wassermengen im Bereich der Verkehrsinfrastruktur könnten zunehmend zu Unterspülungen und Überflutungen führen, wodurch auch die Gefahr für Aquaplaning zunimmt. Zunehmende Starkregenereignisse könnten zudem Schäden an Gebäuden verursachen. Die steigenden Temperaturen werden zu einem erhöhten Energie- und Kühlungsbedarf in Gebäuden führen.

Auch die Häfen sind wichtige Bestandteile der Infrastruktur, die von den Klimaänderungen betroffen sein werden. Aufgrund der ebenfalls hohen Bedeutung der Häfen für die Wirtschaft im Landkreis Friesland sind die Häfen im Rahmen dieses Klimaanpassungskonzeptes dem Cluster Wirtschaft zugeordnet und werden an dieser Stelle nicht näher betrachtet.

Tabelle 11: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Infrastruktur (eigene Darstellung).

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Hohes Risiko</li> <li><span style="color: #c0392b;">●</span> Mittleres-hohes Risiko</li> <li><span style="color: #7f7f7f;">●</span> Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung</li> </ul>
<b>Beeinträchtigung der Wasserversorgung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #c0392b;">●</span> Eingeschränkte Wasserverfügbarkeit aus Oberflächengewässern</li> <li><span style="color: #c0392b;">●</span> Steigender (Trink-)Wasserbedarf in Trockenperioden (insbesondere auch für Bewässerung)</li> <li><span style="color: #c0392b;">●</span> Veränderte Trinkwasserqualität und -verfügbarkeit</li> <li><span style="color: #7f7f7f;">●</span> Eingeschränkte Wasserverfügbarkeit aus dem Grundwasser</li> </ul>
<b>Überlastung der Entwässerungsinfrastruktur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Steigender Aufwand für die Binnenentwässerung durch Anstieg des mittleren Tidehochwassers</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Überlastung des Kanalnetzes bei Starkregen</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Zunahme der Pumpleistung und des energetischen Aufwandes an Schöpfwerken</li> <li><span style="color: #c0392b;">●</span> Überlastung der Kläranlagen nach Starkregen</li> <li><span style="color: #7f7f7f;">●</span> Erhöhter Ressourcenbedarf für die Kanal- und Gewässerunterhaltung sowie für die Stadtreinigung</li> </ul>

<b>Steigender Unterhaltungsbedarf an wasserbaulichen Einrichtungen</b>	● Schäden an wasserbaulichen Anlagen (Sohlbefestigung, Brücken, Durchlässe, Verrohrungen) durch Starkregen
	● Steigender Unterhaltsaufwand für Schutzbauwerke, Risikokommunikation, Alarmdienste, etc.
<b>Beeinträchtigung des Energiesektors</b>	● Beeinträchtigung der Energieerzeugung durch Starkregen, Hitze oder Trockenheit
	● Beschädigung von Windkraftanlagen durch Sturm
<b>Schäden an Gebäuden durch Extremwetter</b>	● Schäden an Gebäuden durch Starkregenüberschwemmungen und -abflüsse
	● Schäden an Gebäuden durch Sturm und Windwurf
	● Schäden an Gebäuden durch Hitze und erhöhte Temperaturen
<b>Beeinträchtigung der Gebäude-nutzung bei Hitze</b>	● Erhöhter Kühlungs- und Energiebedarf in Gebäuden
	● Verschlechterung des Innenraumklimas
	● Rückgang der Nutzungsqualität von Bürogebäuden bei Hitze
<b>Beschädigung der Verkehrsinfrastruktur</b>	● Überschwemmungen und Unterspülung der Straßen- und Schieneninfrastruktur bei Starkregen
	● Schäden an Verkehrsinfrastruktur und Ausfall von Verkehrswegen durch umfallende Bäume
	● Aufheizen von Verkehrsflächen und Hitzeschäden an Straßen- und Schieneninfrastruktur (z.B. Blow-ups)
	● Straßenschäden durch Wechsel zwischen Frost- und Tauwetterlagen
<b>Beeinträchtigungen im Verkehr</b>	● Behinderung des Verkehrsablaufs durch umstürzende Bäume und Totholz bei Sturm
	● Behinderungen des Verkehrsablaufs durch Überschwemmungen bei Starkregen
	● Erhöhte Hitzebelastung für Fuß- und Radverkehr
	● Behinderung von Rettungsrouten durch Sturm und Starkregen
<b>Erhöhung der Unfallgefahr bei Sturm und Starkregen</b>	● Unfallgefahr durch Aquaplaning
	● Unfallgefahr durch Sturm und Windwurf (insbesondere durch umfallende Bäume und herabfallendes Totholz)

## Cluster Land und Landnutzung

In dem Cluster Land und Landnutzung sind und werden vorwiegend der Artenschutz und die Biodiversität, die innerörtlichen Grün- und Freiflächen sowie die Landwirtschaft, Fischerei und Forstwirtschaft von den Folgen des Klimawandels betroffen sein. Sowohl die Veränderungen durch den langsamen Temperaturanstieg als auch der Umgang mit saisonal zu wenig oder zu viel Wasser stellen die klimatische Ursache für viele Klimarisiken in dem Cluster dar.

Insbesondere Hitze- und Trockenstress sowie Sturm und Starkregen gefährden die innerörtlichen Grünflächen im Landkreis Friesland. In der nahen Zukunft werden diese Grünflächen mit hoher Wahrscheinlichkeit beschädigt und ihre Ökosystemleistungen bedroht. Die klimatischen Veränderungen führen zu einer Gefährdung der Bodenfunktionen und zu einer Veränderung und Beeinträchtigung der Lebensräume und Ökosysteme. Im Landkreis Friesland werden besonders die Feuchtgebiete und Feuchtwiesen beeinträchtigt werden. Die Auswirkungen auf den Boden, die Lebensräume und die Ökosysteme führen zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung und der Populationen. Ein Verlust der Artenvielfalt im Landkreis Friesland ist dadurch sehr wahrscheinlich. Die Besonderheiten bezüglich der Biodiversität sind die stark ausgeprägten Auswirkungen auf andere Handlungsfelder innerhalb des Clusters Land und Landnutzung, aber auch auf die menschliche Gesundheit. Die Landwirtschaft wird besonders durch die schwankenden und teilweise extremen Wasserverfügbarkeiten gefährdet. In der nahen Zukunft werden Schäden an landwirtschaftlichen Flächen und Nutzpflanzen durch Trockenheit erwartet. Auch wurde in den Fachrunden das Risiko eines erhöhten Bewässerungsbedarfs gesehen, wobei die räumlichen Analysen zumindest im Mittel über einen längeren Zeitraum keinen steigenden Trend erkennen lassen (vgl. Abbildung 68-C im Anhang). Zudem werden Schäden an Nutzpflanzen durch Staunässe sowie ein erhöhter Hitzestress und damit einhergehend eine verminderte Leistung von Nutztieren erwartet. Da große Teile des Landkreises Friesland durch die Landwirtschaft geprägt sind (LSN, 2025), stellen diese Betroffenheiten eine wichtige Stellschraube für die Ziele und Maßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes dar.

Tabelle 12: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Land und Landnutzung (eigene Darstellung).

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Hohes Risiko</li> <li><span style="color: #c0392b;">●</span> Mittleres-hohes Risiko</li> <li><span style="color: #7f7f7f;">●</span> Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung</li> </ul>
<b>Beschädigung von Bäumen und Grünflächen</b>	<span style="color: #e91e63;">●</span> Schäden und Verlust an Bäumen und anderen Pflanzen durch Hitze- und Trockenstress
	<span style="color: #c0392b;">●</span> Schäden und Verlust an Bäumen durch Sturmlasten
	<span style="color: #c0392b;">●</span> Schäden an der Vegetation und an Böden durch Starkregen

<b>Erhöhter Bewässerungs- und Pflegebedarf von innerörtlichen Grünflächen</b>	● Erhöhter Bewässerungsbedarf während Hitze- und Trockenperioden
	● Zunehmender Pflegebedarf innerörtlicher Grünflächen
<b>Auswirkungen auf die Funktionen innerörtlicher Grünflächen</b>	● Einschränkung der Ökosystemleistungen (Versickerung, Temperaturregulierung durch Verschattung und Verdunstung, etc.)
	● Zunehmende Inanspruchnahme und Abnutzung von Grünflächen durch wachsende Nachfrage
	● Nutzungseinschränkungen von Grün- und Freizeitflächen bei Extremwetter
<b>Beeinträchtigung der Bodenfunktionen</b>	● Rückgang der Bodenfunktionen (Filterung, Puffer, Habitat) durch schwankenden Wasserhaushalt
	● Vernässung des Bodens
	● Verringerung der CO <sub>2</sub> -Speicherfähigkeit hydromorpher Böden
<b>Veränderung der Artenzusammensetzung und Populationen</b>	● Verlust der Artenvielfalt durch Verschieben von Arealen
	● Veränderungen der Standortbedingungen heimischer Tier- und Pflanzenarten
	● Ausbreitung invasiver, wärmeliebender Tier- und Pflanzenarten
<b>Beeinträchtigung und Veränderung der Vegetation und Struktur von Ökosystemen</b>	● Beeinträchtigung von Feuchtgebieten und Feuchtwiesen
	● Verringerung der CO <sub>2</sub> -Speicherfähigkeit (Moore, Salzwiesen, Wälder, ...)
	● Zunahme der Anfälligkeit für Pflanzen- und Baumkrankheiten durch Hitze- und Trockenstress
	● Veränderung aquatischer Ökosysteme durch Hitze und veränderte Wasserpegel
	● Naturräumliche Veränderungen an Küsten
	● Höhere Belastung oder Versagen von Küstenökosystemen
	● Veränderung der Vegetation und Struktur der Ökosysteme (Lebensräume, Nahrungsangebot für Fauna)
<b>Schäden an landwirtschaftlichen Flächen und Infrastrukturen durch Trockenheit und Hochwasser</b>	● Schäden an landwirtschaftlichen Flächen feuchter und nasser Standorte durch zunehmende Trockenheit
	● Schäden an land- und forstwirtschaftlichen Flächen und Infrastrukturen durch Rückstau bei Tidehochwasser
	● Schäden an landwirtschaftlichen Flächen durch Überschwemmung (Hochwasser)

<b>Rückgang von Ertrag und Qualität der Ernteprodukte</b>	● Erhöhter Bewässerungsbedarf landwirtschaftlicher Flächen
	● Trockenschäden an Nutzpflanzen
	● Schäden an Erntepflanzen durch erhöhte Staunässe
	● Ertragseinbußen bzw. Qualitätsverluste von Ernteprodukten
	● Befall durch Schädlinge und Zunahme von Pflanzenkrankheiten
<b>Herausforderungen in der Tierhaltung und Fischerei</b>	● Erhöhte Unsicherheiten in der Anbauplanung
	● Erhöhter Hitzestress und verminderte Leistung von Nutztieren
	● Stress durch Schädlinge und Krankheiten bzw. Rückgang der Fischbestände durch steigende Temperaturen
	● Verbreitung wärmeliebender Arten in der Nordsee
<b>Beeinträchtigung der Vitalität und Funktion von Wäldern</b>	● Auftreten von (neuen) Krankheiten
	● Hitze- und Trockenstress der Bäume und Wälder
	● Schäden an Bäumen und Wäldern durch Schädlinge (begünstigt durch Trockenheit und Hitze)
	● Einschränkung der Ökosystemleistungen (Nutz-, Erholungs-, Schutz- und Regulierungsfunktionen)
	● Erhöhtes Waldbrandrisiko bei Trockenheit

### Cluster Gesundheit

Einige Klimarisiken innerhalb des Clusters Gesundheit wurden ebenfalls einem hohen Eintrittsrisiko zugeordnet. Insbesondere die Veränderungen durch den Temperaturanstieg und damit verbundene Hitzeereignisse stellen ein Klimarisiko für die Bevölkerung im Landkreis Friesland dar. Vulnerable Bevölkerungsgruppen und soziale Einrichtungen sind dabei besonders betroffen. Zusätzlich gefährden Extremwetterereignisse wie Hitze, Starkregen, Sturm oder Hochwasser die Sicherheit der Bevölkerung und stellen die Funktionsfähigkeit des Katastrophenschutzes und der medizinischen Infrastruktur vor Herausforderungen. Diese Herausforderungen werden durch das wahrscheinliche Auftreten neuer Überträger von Krankheitserregern verschärft. Die Besonderheit des Clusters Gesundheit ist, dass einige Klimarisiken in anderen Handlungsfeldern mit einer Beeinträchtigung des Menschen und seiner Gesundheit einhergehen und somit die Risiken in diesem Cluster verstärken.

Tabelle 13: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Gesundheit (eigene Darstellung).

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
	● Hohes Risiko
	● Mittel-hohes Risiko
	● Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung

<b>Hitzebelastung der Bevölkerung</b>	● Hitzebelastung und Hitzestress durch mehr heiße Tage und Nächte (insb. bei vulnerablen Gruppen)
	● Hitzebedingte Mortalität durch bspw. Hitzschlag, Dehydrierung (insb. bei vulnerablen Gruppen)
	● Hitzebelastung bei der Arbeit, insbesondere bei der körperlichen Arbeit und im Freien
<b>Belastung sozialer (Infra-) Strukturen durch Extremwetterereignisse</b>	● Verstärkung sozialer Ungleichheiten durch stärkere Betroffenheit vulnerabler Bevölkerungsgruppen
	● Beeinträchtigung sozialer Infrastrukturen durch Hitzefolgen (Kitas, Schulen, Pflegedienste...)
	● Beeinträchtigung sozialer Infrastrukturen durch vermehrte Regenereignisse (z.B. Überschwemmung von Spielplätzen)
<b>Beeinträchtigung des Bevölkerungsschutzes während Extremereignissen</b>	● Belastung der Rettungsdienste, Krankenhäuser und des medizinischen Personals während Extremereignissen
	● Behinderung von Rettungsrouten durch Sturm und Starkregen
	● Mangel an Löschwasser bei Brandereignissen während Dürre- und Hitzeperioden
<b>Zunahme von Krankheiten</b>	● Auftreten neuer Überträger von Krankheitserregern durch Verbreitung schädlicher Arten (Mücken, Zecken, ...)
	● Zunahme psychischer Erkrankungen durch Wissen um Klimawandelfolgen

### Cluster Wirtschaft

Im Cluster Wirtschaft wurden im Wesentlichen die Handlungsfelder Hafen sowie Wirtschaft und Tourismus betrachtet. Die Hafenlogistik wird im Landkreis Friesland besonders durch Sturmwaterstände auf See gefährdet sein. Folglich werden vermehrt Anlauf- und Transportengpässe beispielsweise für die Insel Wangerooge erwartet. Zudem wird die Beschädigung von Gütern, Hafeninfrastrukturen und Hafensuprastrukturen sowie die Beeinträchtigungen bei der Güterumlagerung und des landgestützten Warenverkehrs als Klimarisiken mit einer mittel-hohen Eintrittswahrscheinlichkeit bewertet. Im Handlungsfeld Wirtschaft und Tourismus wurden keine Klimarisiken mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit identifiziert. Klimarisiken mit einer mittel-hohen Eintrittswahrscheinlichkeit sind sowohl in der Wirtschaft und im Tourismus zu finden. Durch Hitze wird die Arbeits- und Produktionsleistung sinken und der Energiebedarf und Wasserverbrauch werden steigen. Die Infrastruktur für Tourismus und Freizeit wird mit einer mittel-hohen Wahrscheinlichkeit in Form von Beschädigung und Verlust von Strandflächen, Dünen, Kulturlandschaften und Grünflächen durch die Klimaänderungen betroffen sein. Dies hätte eine Minderung der Aufenthaltsqualität auf diesen Flächen zur Folge.

Tabelle 14: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wirtschaft (eigene Darstellung).

Zusammenfassung	Besonders relevante Klimarisiken für den weiteren Prozess
<b>Beeinträchtigung der Wirtschaftsleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Hohes Risiko</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Mittel-hohes Risiko</li> <li><span style="color: #666666;">●</span> Geringes bis mittleres Risiko mit besonderer Bedeutung für die Maßnahmenentwicklung</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Abnehmende Arbeits- und Produktionsleistung durch sinkende Leistungsfähigkeit bei Hitze</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Erhöhter Energieverbrauch und Wasserbedarf für die Kühlung von Waren und Produktionsprozessen bei Hitze</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Beeinträchtigung der industriellen Produktion auf Grund von Wasserknappheit</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Beeinträchtigung des Warenverkehrs (Lieferung, Rohstoffe, Zwischenprodukte)</li> </ul>
<b>Beeinträchtigung von Tourismus- und Freizeitangeboten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Verringerte Aufenthaltsqualität durch geschädigte Grünstrukturen</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Beschädigung/Wegfall von Kulturlandschaften</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Verlust von Strandflächen und Beschädigung der Dünen auf Wangerooge und im Wangerland durch Sturmfluten</li> <li><span style="color: #666666;">●</span> Verringerte Aufenthaltsqualität in touristisch wichtigen Bereichen und Einrichtungen durch Hitze</li> <li><span style="color: #666666;">●</span> Beeinträchtigung oder Ausfall von Freiluftveranstaltungen durch Extremwetter</li> <li><span style="color: #666666;">●</span> Zunehmender Nutzungsdruck auf Gewässer bei Hitze und Wasserknappheit</li> </ul>
<b>Beschädigung an Gütern, dem Betriebsgelände und der Infrastruktur am Hafen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Schäden an Gütern infolge von Sturm, Niederschlag, Hitze und Hagel</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Schäden an Hafeninfrastrukturen und -suprastrukturen durch Sturmfluten/Hochwasser</li> </ul>
<b>Einschränkung der Hafenverkehrslogistik</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Anlauf- und Transportengpässe bei Sturmwaterständen auf See</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Einschränkungen bei der Be- und Umladung von Gütern durch Sturm</li> <li><span style="color: #e91e63;">●</span> Beeinträchtigung des landesgestützten Warenverkehrs (Lieferketten, etc.) durch Sturm, Starkregen und Hitze</li> </ul>

## Synthese

Für den Landkreis Friesland wurde eine Synthese der partizipativ erstellten Klimarisikoanalysen erstellt (vgl. Abbildung 17). Die Darstellung zeigt die prozentuale und absolute Verteilung von Klimarisiken für die Mitte des Jahrhunderts (von gering bis hoch) in allen betrachteten Handlungsfeldern, welche in den fünf inhaltlichen Clustern Land und Landnutzung, Wasser, Infrastruktur, Wirtschaft und Gesundheit zugeordnet und zusammengefasst sind. Die Anordnung der Handlungsfelder im Kreis symbolisiert die zahlreichen Verknüpfungen der Klimarisiken miteinander. Bei der Darstellung handelt es sich nicht um ein statisches Ergebnis, sondern um den derzeitigen Stand eines kontinuierlichen Prozesses. Sowohl durch neue Erkenntnisse als auch durch die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen kann und sollte eine Veränderung der Bewertung stattfinden.

### KLIMARISIKOANALYSE - SYNTHESE

Die Abbildung zeigt die Verteilung von Klimarisiken des Landkreises Friesland innerhalb von definierten Handlungsfeldern. Die Ergebnisse basieren auf quantitativen Klimadaten und qualitativem Wissen von lokalen Fachakturen.

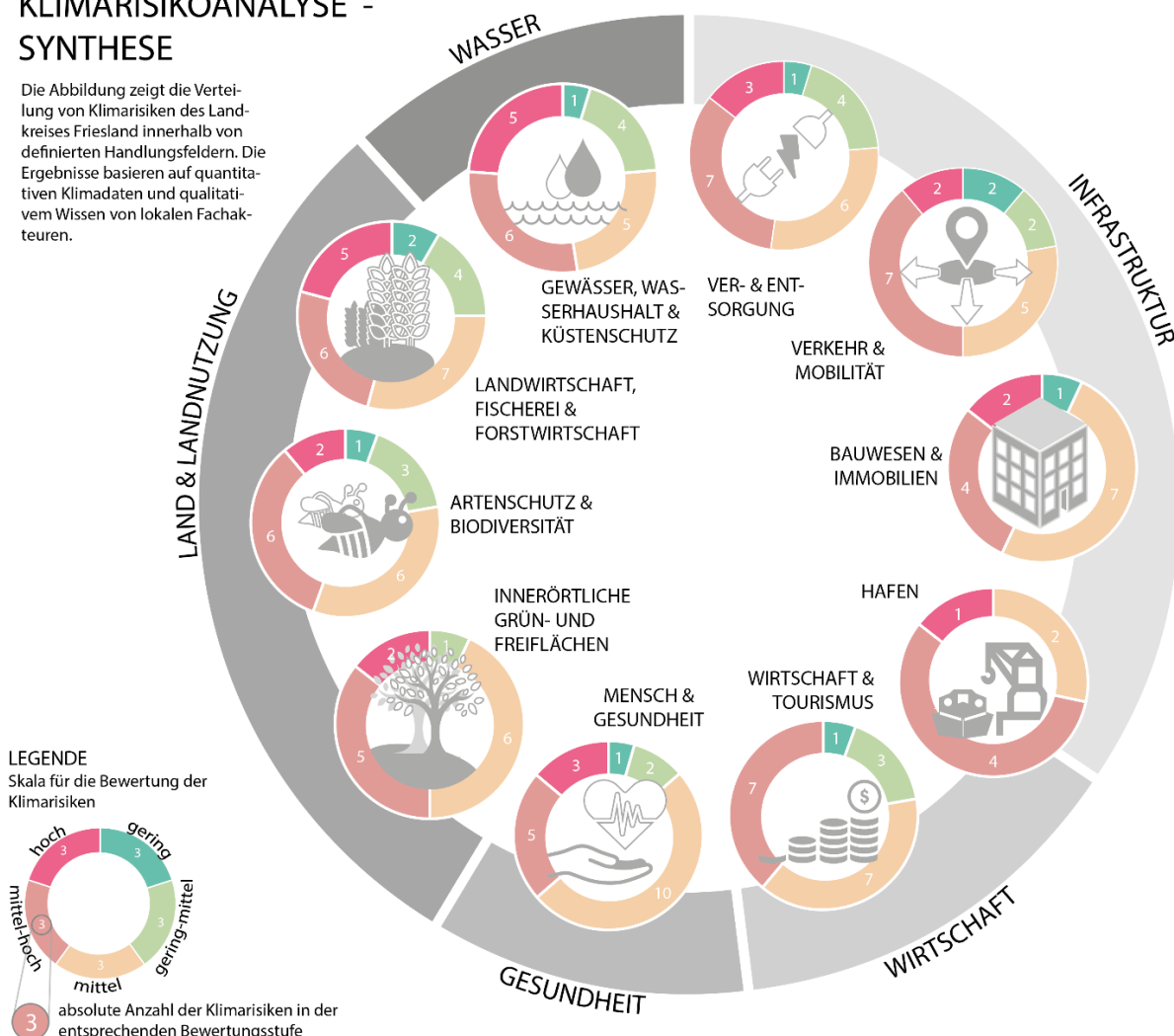


Abbildung 17: Synthese der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung)

Aus der Synthese der besonders relevanten Klimarisiken wurden Handlungserfordernisse abgeleitet, die für den Landkreis Friesland mit Blick auf die Mitte des Jahrhunderts prioritär bearbeitet werden sollten (vgl. Kap. 5) und die die Basis für die erarbeiteten Maßnahmen (vgl. Kap. 6) bilden.

## 4.2 Räumliche Analyse: Betroffenheitskarten und Aufnahme der Hotspots

Während die Klimarisikoanalyse die sich ändernden Herausforderungen des aktuellen und zukünftigen Klimawandels auf wesentliche Handlungsfelder mit Blick auf die Handlungsmöglichkeiten der Kreisverwaltung im Landkreis Friesland betrachtet, zielt die räumliche Analyse auf die Darstellung der Verteilung der klimatischen Einflüsse Hitze, Trockenheit, Starkregen und Hochwasser im Kreisgebiet ab.

Auf der Basis öffentlicher Bestandsdaten wurden Vergangenheitsdaten und – falls verfügbar – auch projizierte Daten einbezogen. Das Ergebnis sind Betroffenheitskarten zu den Themen

- Starkregen
- Grundwasser
- Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft
- Bodenerosion auf Ackerflächen
- Naturschutz und Biodiversität sowie
- Wald und Forstwirtschaft.

Zusätzlich zu den Bestandsdaten wurde die nächtliche, bodennahe Lufttemperatur sowie die nächtliche Kaltluftströmung in einer Auflösung von 200 m simuliert. Die daraus resultierende Betroffenheitskarte „Regionalklima“ ermöglicht grobe Aussagen zur regionalklimatischen Situation im Landkreis, erlaubt mit der gewählten Modellauflösung jedoch keine quartiers- oder baublockbezogenen Ergebnisse.

Anhand der Betroffenheitskarten wurden jeweils die potenziell am stärksten betroffenen Flächen identifiziert und in einer weiteren Karte, der Hotspotkarte, überlagert dargestellt.

## 4.2.1 Betroffenheitskarten

### Regionalklima

Als wichtiger Bestandteil der Analyse der räumlichen Betroffenheit des Landkreises Friesland durch den Klimawandel gibt die großräumige, mesoskalige Klimaanalyse Einblicke in die Ausprägung und räumliche Verteilung der nächtlichen Temperaturverhältnisse und Kaltluftströmungen in autochthonen Sommernächten.

Das Klima im Siedlungsraum unterscheidet sich maßgeblich vom Klima des Umlandes. Die Dorf- oder Stadtgröße sowie die Bebauungsstruktur beeinflussen das Klima des Siedlungsraumes maßgeblich. Insbesondere in Sommernächten bildet sich eine sogenannte städtische Wärmeinsel aus, welche durch höhere Temperaturen im Siedlungsraum im Vergleich zum weitgehend unbebauten und naturnahen Umland charakterisiert ist. Dieser Wärmeinseleffekt tritt in Folge lokaler Variationen der klimaökologischen Bedingungen räumlich differenziert auf, d. h. bestimmte Bereiche innerhalb des Siedlungsraumes können deutlich stärker überwärmt sein als andere. Durch die mesoskalige Regionalklimamodellierung in einer Auflösung von 200 m, die mit dem Stadtklimamodell FITNAH durchgeführt wurde, könnten diese Effekte auch im Landkreis Friesland lokalisiert werden. Neben der Lufttemperatur um 04:00 Uhr nachts in 2 m über dem Boden wurde die nächtliche Kaltluftströmung, die sich aus dem Kaltluftvolumenstrom und der bodennahen Strömung zusammensetzt, modelliert. Die Modellierung bezieht sich auf eine fiktive sommerliche, autochthone Wetterlage. Dies entspricht einer wolkenlosen Nacht, in der lediglich die lokalen Winde, nicht aber übergeordnete Winde ausgeprägt sind.

Für die Analyse des Regionalklimas im Landkreis Friesland wurde zwischen dem Siedlungsraum und dem Umland differenziert. Die typischen Siedlungsstrukturen mit einem vergleichsweise hohen Versiegelungsgrad und einer veränderten Oberfläche durch Gebäude und andere menschengeschaffenen Objekte führen dazu, dass sich der Siedlungsraum stärker erwärmt als die Umgebung. Für die nächtliche Abkühlung im Siedlungsraum sind die Kaltluftprozesse der direkten Umgebung somit von besonderer Bedeutung. Um Aussagen über das regionale Klima im Landkreis Friesland treffen zu können, sind die nächtliche Lufttemperatur in den Siedlungsräumen sowie die Kaltluftströmungen außerhalb der Siedlungsräume besonders relevant (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 66-C im Anhang).

Die nächtliche, bodennahe Lufttemperatur steigt lediglich in wenigen Bereichen über 18 °C. Besonders überwärmt sind v.a. hochversiegelte Dorf- oder Stadtzentren sowie Gewerbegebiete. Die mesoskaligen Auflösung von 200 m lässt allerdings keine Interpretation der Ergebnisse auf Baublockebene zu. Der nächtliche Kaltluftvolumenstrom ist besonders an der direkten Wasserkante, aber auch an vereinzelteren Bereichen im Inland des Landkreises besonders hoch.

Zudem ist das nächtliche Windströmungsfeld als Pfeilsignatur dargestellt, um das Strömungssystem abzubilden. In der Regionalklimakarte sind die charakteristischen Flur- und Landwinde eindeutig erkennbar, die auf thermische Effekte zurückzuführen sind (vgl. Abbildung 18 und Abbildung 66-C im Anhang).

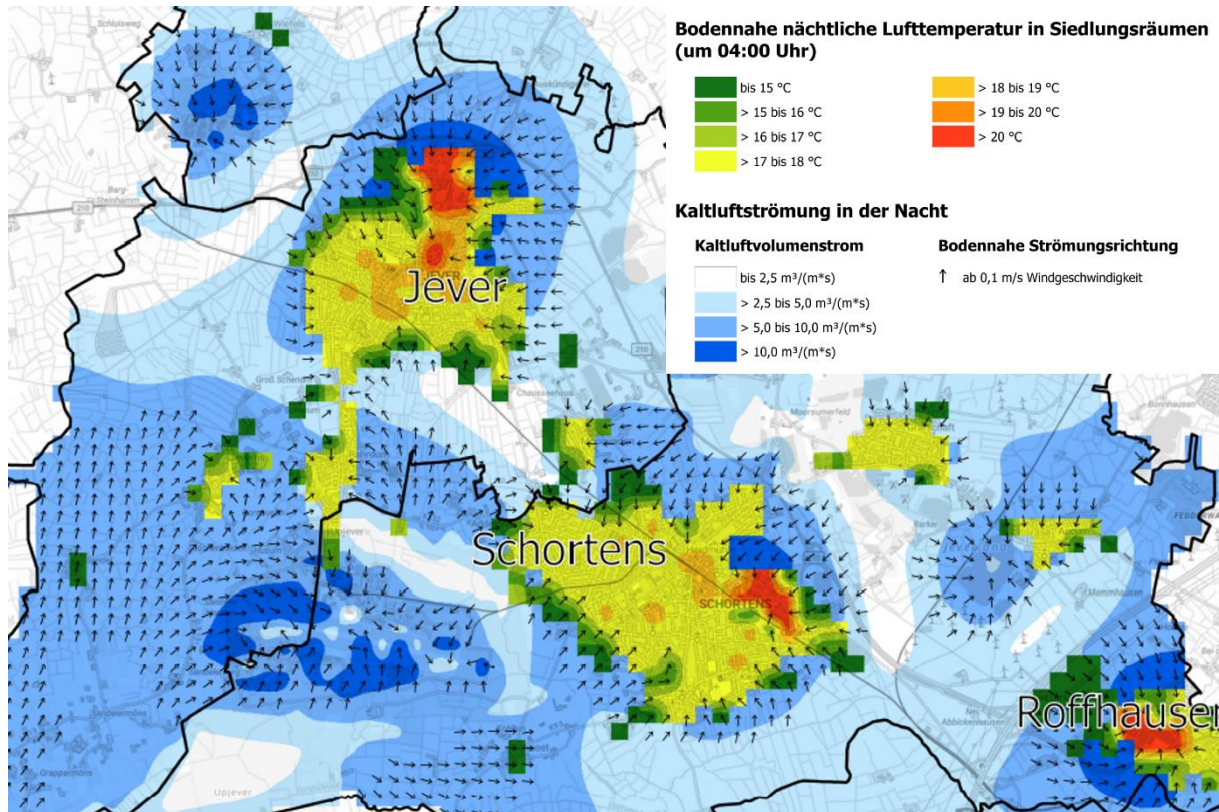


Abbildung 18: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Regionalklima (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0)

### Starkregen und Grundwasser

Neben der Temperaturerhöhung sind auch verändernde Niederschlagsregime in Form von Starkregenereignissen sowie Regen- und Trockenperioden unmittelbare Auswirkungen des Klimawandels im Landkreis Friesland (vgl. Kap. 3). In der Folge müssen im Landkreis veränderte Wassermengen bewältigt werden. Starkregenereignisse können die Infrastruktur beeinträchtigen und lange Trockenperioden einen negativen Einfluss auf die Grundwasserneubildung zeigen.

### Betroffenheitskarte Starkregen

Zum Thema Starkregen wurde eine Betroffenheitskarte erarbeitet, die auf den Daten des OOWs basiert und dem Landkreis Friesland für Planungs- und interne Prozesse vorliegt. Für weitere Informationen oder Rückfragen zum Thema Starkregen steht das Klimaanpassungsmanagement des Landkreises Friesland zur Verfügung. Der Öffentlichkeit steht die Hinweiskarte Starkregengefahren für Niedersachsen zur Verfügung (BKG, 2025; NLWKN, 2025).

## Betroffenheitskarte Grundwasser

Die Betroffenheitskarte Grundwasser basiert auf amtlichen, frei verfügbaren Daten zur Grundwasserneubildung im Zeitraum 1970 – 2000, die anhand der Methode mGROWA22 erhoben wurden (für weitere Informationen vgl. LBEG, 2022a).

Aufgrund der saisonal schwankenden Niederschlags- und Verdunstungsraten sowie der Wasseraufnahme der Pflanzen, ist die Grundwasserneubildung im Winter höher als im Sommer. Zudem hängt die Grundwasserneubildung von verschiedenen Faktoren ab (vgl. Abbildung 67-C im Anhang), was zu einer lokal sehr unterschiedlich ausgeprägten Grundwasserneubildung im Landkreis Friesland führt (vgl. Abbildung 19). Die geringe bis negative Grundwasserneubildung im Bereich der Marsch ist u.a. auf die künstliche Entwässerung durch Drainagen zurückzuführen, die eine landwirtschaftliche Nutzung dieser Böden mit hohem Grundwasserstand ermöglicht.

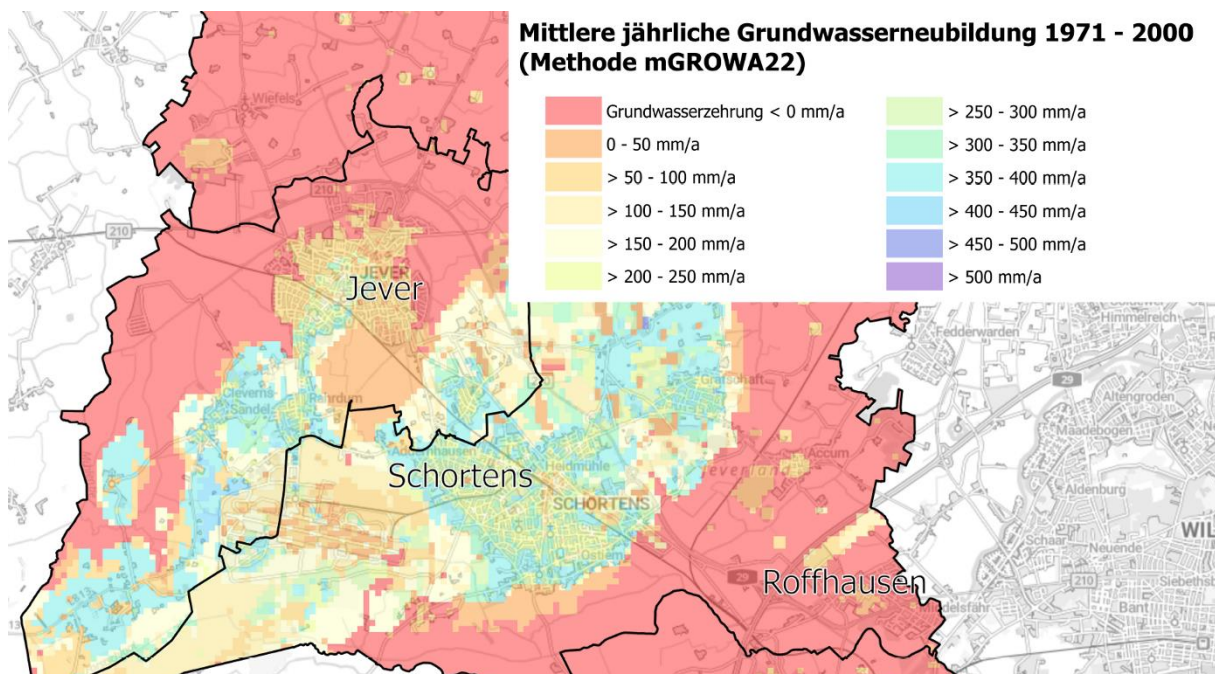


Abbildung 19: Ausschnitte aus der Betroffenheitskarte Grundwasser (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Grundwasser im Anhang C)

## Landwirtschaft

Die Veränderungen des lokalen Klimas wirken sich im Landkreis Friesland auf die Landwirtschaft aus. Einerseits führen die Veränderungen im Niederschlagsregime zu potenzieller, saisonaler Trockenheit, der durch zusätzliche Beregnung der Flächen entgegnet werden kann. Zudem ist es wahrscheinlich, dass Bodenerosion-begünstigende Faktoren wie Wind und Starkregenereignisse zunehmen (vgl. Kap. 3.4).

## Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft

Langanhaltende Trockenperioden stellen eine Gefährdung für die land- und forstwirtschaftlichen Flächen dar. In den Jahren 2018 bis 2022 führte der Wassermangel dazu, dass ein außergewöhnlich großer Anteil des Bundesgebiets in der Vegetationsperiode von außergewöhnlicher Dürre betroffen waren (vgl. UFZ, 2024).

Die Betroffenheitskarte zum Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft basiert auf öffentlichen Daten des LBEGs (LBEG, 2022b). Zusatzwasserbedarf wird dabei als „die mittlere Beregnungsmenge innerhalb der Vegetationsperiode (April-September) verstanden, die zur Aufrechterhaltung eines Bodenwassergehaltes von mindestens 40 % der nutzbaren Feldkapazität (nFK) im effektiven Wurzelraum (nFKWe) erforderlich ist“ (LBEG, 2022b). Die mittlere Beregnungsmenge stellt den Mittelwert des potenziellen Zusatzwasserbedarfs für die Fruchtarten Kartoffeln, Zuckerrüben, Mais, Sommergerste, Wintergerste, Wintergerste mit Zwischenfrucht und Winterweizen dar. Der Berechnung liegen Niederschlags- und Verdunstungsdaten des DWDs zugrunde (LBEG, 2025). Die Darstellung beschränkt sich auf die Ackerflächen nach der Bodenkarte von Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000 (BK50) (vgl. LBEG, 2017). Ergänzend ist für diese Flächen die Bodenfruchtbarkeit eingearbeitet (LBEG, 2019).

Die Flächen mit dem höchsten mittleren Zusatzwasserbedarf befinden sich v.a. im Bereich der Geestböden (vgl. LBEG, 2017). Die Marsch ist weniger von einem zusätzlichen Beregnungsbedarf der landwirtschaftlichen Flächen betroffen (vgl. Abbildung 20 und Abbildung 68-C im Anhang). Dieser Trend wird sich bis zum Ende des 21. Jahrhunderts unter Annahme des RCP-Szenarios 8.5 verstärken und der mittlere Zusatzwasserbedarf landwirtschaftlicher Flächen v. a. im südlichen Landkreis aber auch um Schortens und Jever herum zunehmen. Die weniger fruchtbaren Böden sind somit am stärksten von Trockenheit und Zusatzwasserbedarf betroffen.

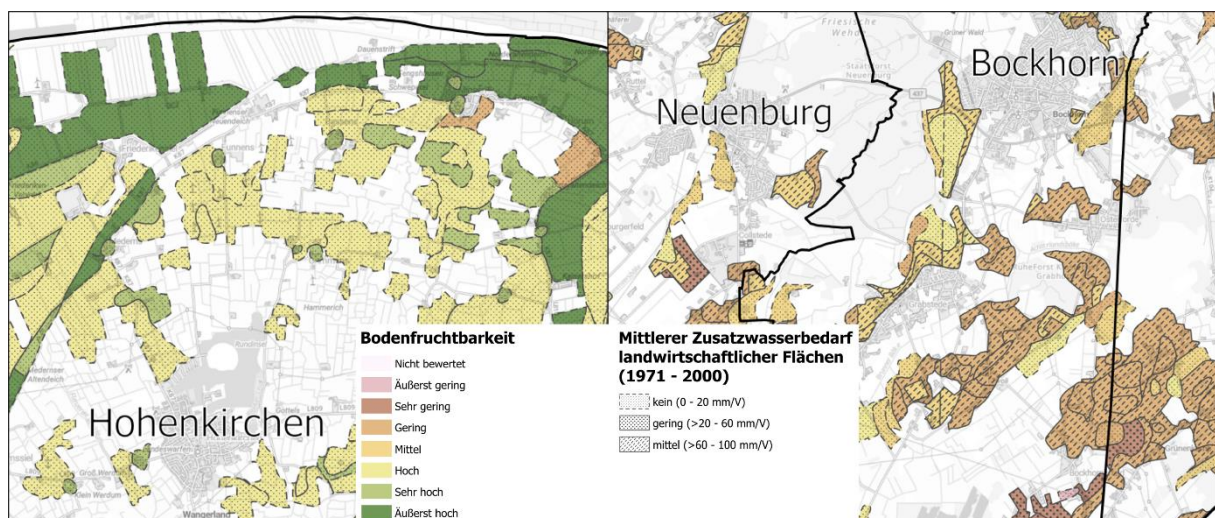


Abbildung 20: Ausschnitte aus der Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft im Anhang C)

### Bodenerosion auf Ackerflächen

Die Bodenerosion auf Ackerflächen wird im Landkreis Friesland maßgeblich von den klimatischen Parametern Niederschlag und Wind bestimmt. Da sich die Erosivität der Niederschläge und des Windes durch den Klimawandel voraussichtlich erhöhen wird, wird der aktuelle Zustand nachfolgend genauer analysiert.

Die Erosionsgefährdung auf Ackerflächen durch Wasser ist für den Zeitraum 1971 bis 2000 weitestgehend als sehr gering bis gering einzustufen. Lediglich vereinzelt wiesen die Ackerflächen eine mittlere oder hohe Erosionsgefährdung durch Wasser auf. Da die Erosionsgefährdung unter der Annahme der Schwarzbrache (keine Bodenbedeckung) ermittelt wurde, ist tatsächlich von einer geringeren Erosionsgefährdung auszugehen. Eine Zunahme der potenziellen Erosionsgefährdung um mehr als 5 t/ha/a wird bis zur Zeitperiode 2071 bis 2100 lediglich vereinzelt angenommen (vgl. Abbildung 21 und Abbildung 69-C im Anhang).

Die Erosionsgefährdung der Ackerböden durch Wind ist allgemein höher als die Erosionsgefährdung durch Wasser (vgl. Abbildung 69-C im Anhang). Eine Einschätzung über die zukünftige Entwicklung der potenziellen Bodenerosion durch Wind kann aktuell allerdings nicht getroffen werden, da die Datengrundlage und die Projektionssicherheit der Veränderungen der Windverhältnisse durch den Klimawandel zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausreichend und verlässlich sind.

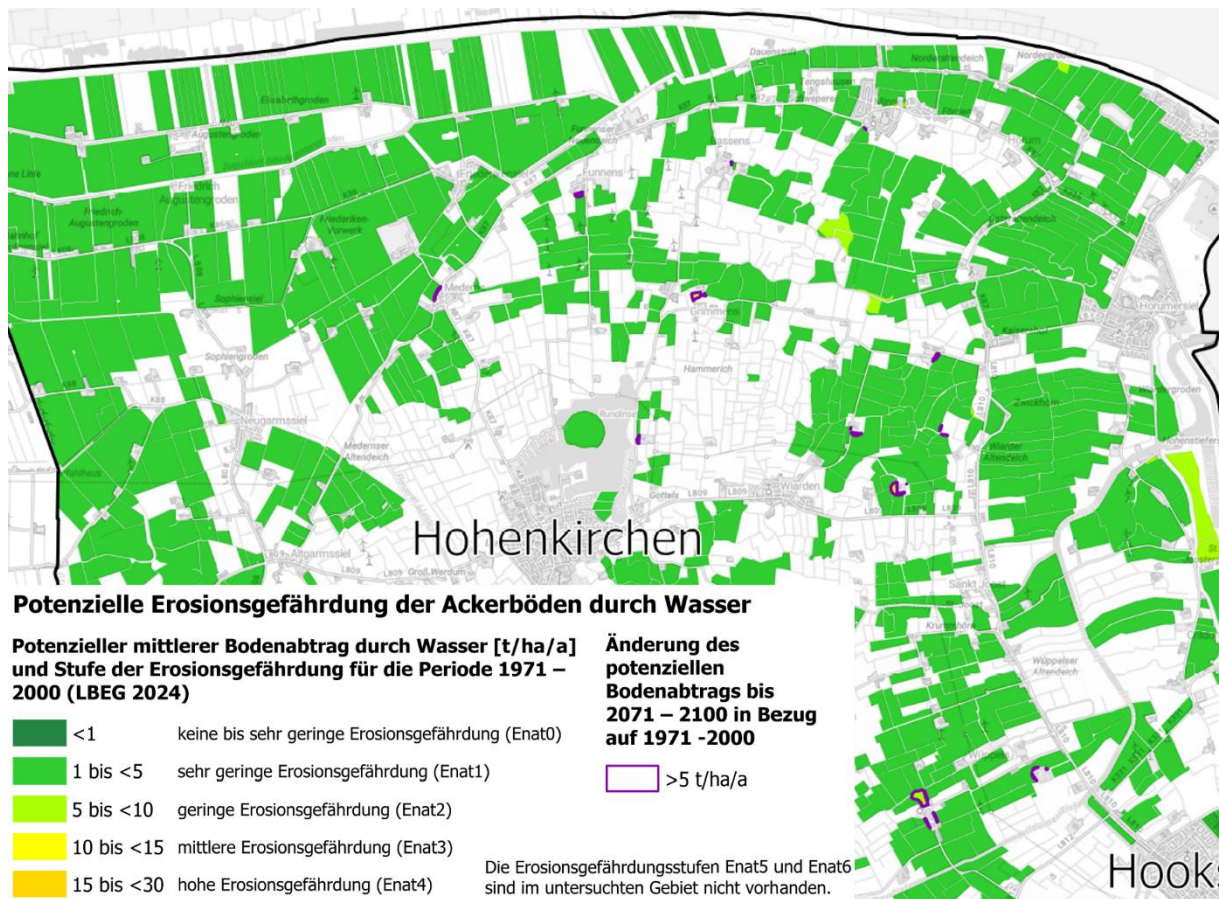


Abbildung 21: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen im Anhang C)

## Lebensräume und Ökologie

Die klimawandelbedingten Änderungen (Temperaturerhöhung, Wasserverfügbarkeit, zunehmende Trockenperioden) wirken sich maßgeblich auf die Standorteigenschaften von Lebensräumen aus. In der Folge kann es zu Veränderungen in der Zusammensetzung von Arten-/ Lebensgemeinschaften und Ökosystemen (Art-Areal-Verschiebungen) kommen, sodass eine Beeinflussung der biologischen Vielfalt sehr wahrscheinlich ist.

## Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität

Die Betroffenheitskarte zeigt die nach dem Bundesnaturschutzgesetz als Natura 2000-Gebiete sowie Natur- und Landschaftsschutzgebiete geschützten Flächen im Landkreis Friesland und stellt überdies besonders wasserabhängige Biotoptypen mit einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber einer Absenkung des Grundwasserstandes bzw. Einschränkungen der Wasserverfügbarkeit dar (vgl. Abbildung 22 und Abbildung 70-C im Anhang).

Schutzgebiete tragen direkt zum Schutz ökologisch wertvoller Lebensräume und der dort lebenden Arten bei (BMUV, 2024) und haben somit eine positive Auswirkung auf die biologische Vielfalt.

Durch klimawandelbedingte Änderungen von Temperatur und Niederschlagsverhältnissen können sich zukünftig Veränderungen von Artengemeinschaften und Ökosysteme ergeben, die dazu führen können, dass Schutzzwecke bzw. Pflege- und Erhaltungsziele ggf. nicht mehr oder nur teilweise umsetzbar sind (Doyle & Ristow, 2006). Dies kann auch zu einer Schwächung des für den Erhalt der Biodiversität besonders wichtigen Biotopverbundes (Vernetzung der Lebensräume) führen. Da sich Schutzgebiete aus verschiedenen Lebensraumtypen zusammensetzen, sind Einzelfalluntersuchungen nötig, um die klimawandelbedingten Auswirkungen auf einzelne Gebiete einordnen zu können, dennoch ist zukünftig von erschwerten Bedingungen für Schutzgebiete auszugehen.

Neben den Schutzgebieten sind insbesondere wassergebundene Lebensräume/ Ökosysteme, wie Moore, sonstige Feuchtgebiete, Waldbestände sowie Fließ- und Stillgewässer, und die an sie gebundenen Arten als besonders sensibel gegenüber Erwärmung bzw. Wassermangel/absinkende Wasserstände (zunehmende Trockenheit) anzusehen. Diese können bei langanhaltenden Trockenperioden zukünftig in ihrem Bestand gefährdet werden. Im Landkreis Friesland ist für derartige Biotoptypen somit eine hohe Gefährdung bezüglich schwankender Wasserverfügbarkeiten (vgl. Absatz Cluster Wasser) sowie Hitze- und Trockenstress (vgl. Absatz Cluster Land und Landnutzung) absehbar.

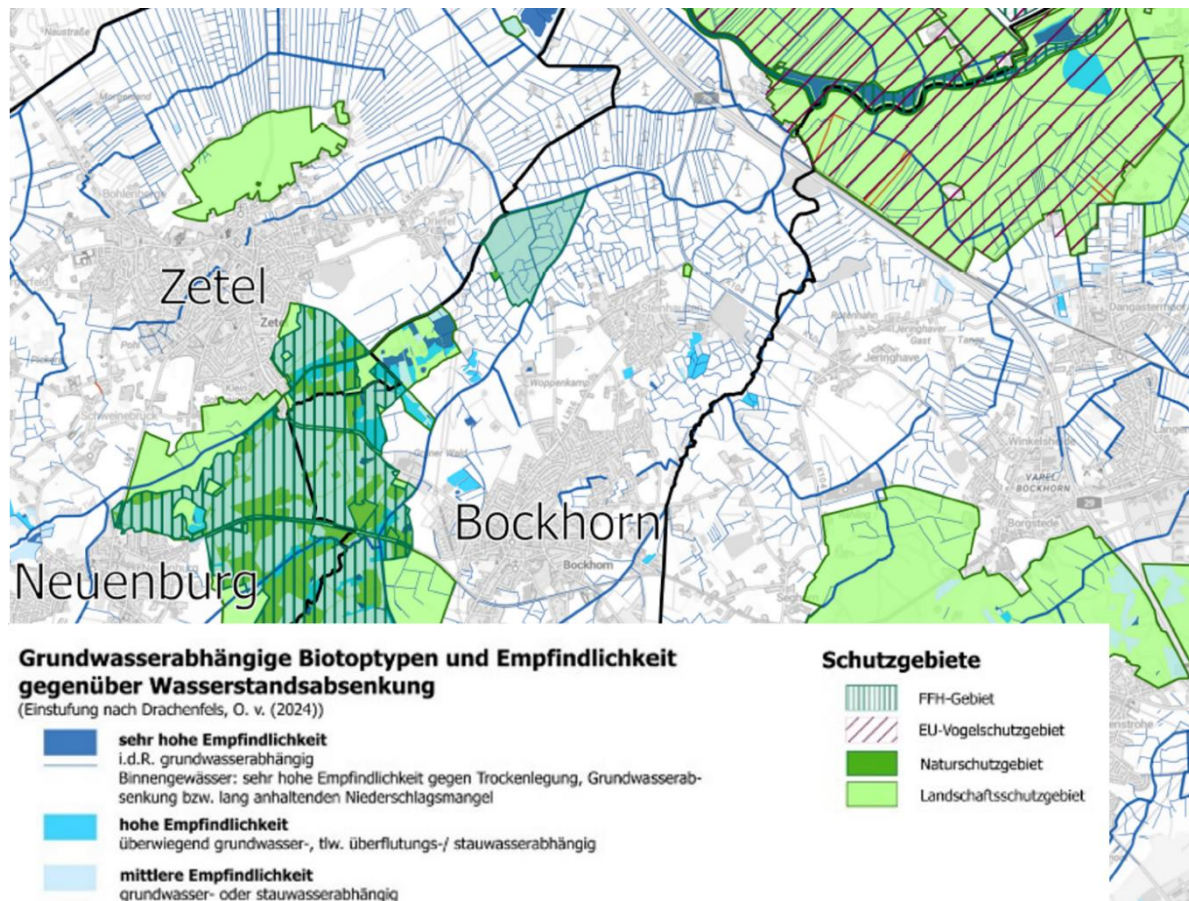


Abbildung 22: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität im Anhang C)

### Betroffenheitskarte Wald und Forstwirtschaft

Mit ca. 7 % der Landkreisfläche liegt der Waldanteil im Landkreis Friesland deutlich unter dem niedersachsenweiten Durchschnitt (ca. 25 %). Risiken ergeben sich aus verlängerten Vegetationsperioden und den jahreszeitlichen Verschiebungen der Niederschlagsmengen mit einem zunehmenden Niederschlagsschwerpunkt im Winterhalbjahr. Demgegenüber ist in den Sommermonaten - und damit in der Hauptvegetationszeit - mit einem vermehrten Auftreten von Trockenphasen, die zu Trockenstress führen, zu rechnen. Insbesondere langanhaltende Trockenperioden stellen hierbei eine Gefährdung für forstwirtschaftliche Flächen dar (u.a. reduziertes Wachstum, Vitalitätsverlust, erhöhte Mortalität).

Die Betroffenheitskarte bildet die Standortwasserbilanzen für die Hauptbaumarten (Buche und Fichte) für den Zeitraum 2041 bis 2070, basierend auf den Daten der Niedersächsischen Landesforsten (NLF, 2024) und damit auf den Landeswald beschränkt, ab. Die Standortwasserbilanz verrechnet die klimatische Wasserbilanz während der Vegetationsperiode mit der nutzbaren Feldkapazität (Spellmann et al., 2020), woraus sich eine Risikoeinschätzung der potenziellen Trockenstressgefährdung für aktuell im Kreisgebiet vorkommende Waldtypen ableiten lässt.

Es zeigt sich, dass zukünftig v.a. in den größeren zusammenhängenden Waldbereichen in den Gemeinden Zetel, Bockhorn und Varel mit einem mittleren bis hohes Trockenstressrisiko gerechnet werden muss (vgl. Abbildung 23 und Abbildung 71-C im Anhang). Die Fichte ist dabei die am stärksten von dem klimawandelbedingten Trockenstress betroffene Baumart im Landkreis.

Ohne Anpassung im Sinne einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und einen vorangetriebenen Waldumbau ist von einer Gefährdung der lokalen Waldbestände durch den Klimawandel infolge geänderter klimatischer Rahmenbedingungen auszugehen (insb. vor dem Hintergrund des langfristigen Planungshorizonts). Denn durch den Trockenstress steigen sowohl die Anfälligkeit für Schaderreger als auch als unmittelbare Folge der Trockenheit das Waldbrandrisiko. Neben den zu erwartenden wirtschaftlichen Einbußen infolge der Schädigung von Nutzwäldern ergeben sich hieraus auch ungünstige Rückkopplungseffekte auf das Klima. So erfüllen Wälder als potenzielle Speicher und Senken für Kohlenstoffdioxid eine klimaschützende Funktion, die durch eine Schädigung gemindert wird. Als Folge von Waldbränden oder einer erhöhten Mortalität kann der im Holz und Boden organisch gebundene Kohlenstoff wieder freigesetzt werden, was die Konzentration von klimawirksamem CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre erhöht.

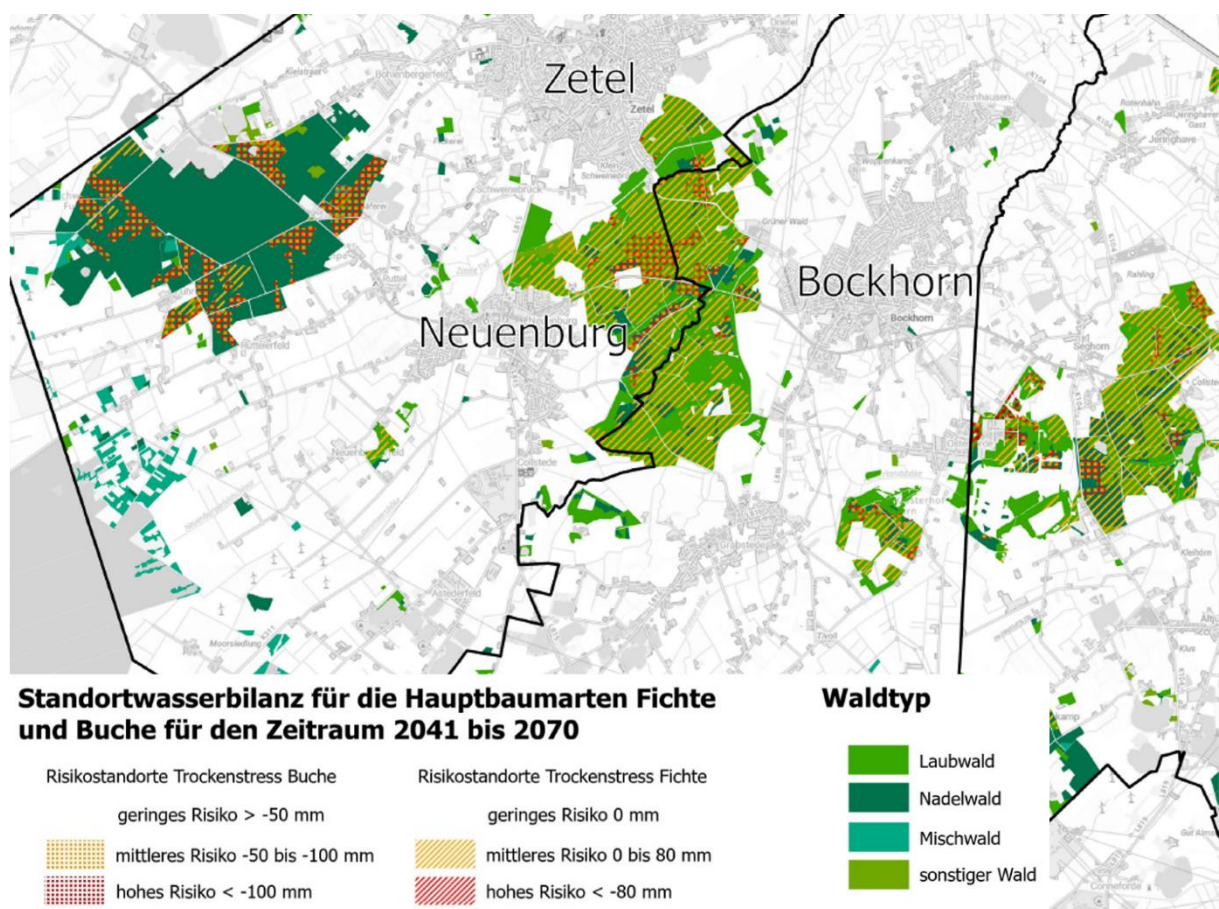


Abbildung 23: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Wald und Forstwirtschaft (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Wald und Forstwirtschaft im Anhang C)

#### 4.2.2 Hotspotkarte

Als Synthese der räumlichen Betroffenheitsanalyse werden die zuvor dargestellten Untersuchungsergebnisse der Betroffenheitskarten in einer integrierten Karte für den Landkreis Friesland zusammengeführt (vgl. Abbildung 24 und Abbildung 72-C im Anhang). Diese Karte verortet die am stärksten durch die Klimafolgen betroffenen Bereiche („Hotspots“) im Landkreis Friesland und priorisiert damit Räume, in denen Anpassungsmaßnahmen auf Grund der Gefährdung besonders dringlich sind. Zwar können auch in anderen Gebieten des Landkreises thermische und hydrologische Belastungen auftreten, doch ist es der Anspruch der Hotspot-Karte zunächst die wichtigsten Belastungsbereiche darzustellen.

Als Hitze-Hotspots wurden diejenigen Flächen ausgewiesen, die gemäß der Regional-klimaanalyse eine sehr ungünstige humanbioklimatische Situation aufweisen. Sie wurden anhand eines Schwellenwertes für die nächtliche bodennahe Lufttemperatur im Siedlungsraum (18,3716 °C als arithmetisches Mittel zuzüglich einer Standardabweichung) abgeleitet.

Als Starkregen-Hotspots wurden alle zusammenhängenden Flächen über 50 m<sup>2</sup> innerhalb der Ortschaften dargestellt, auf denen bei einem außergewöhnlichen Starkregenereignis mit einem Starkregenindex (SRI) 7 eine maximale Wassertiefe ab 50 cm erwartet wird. Ein SRI 7 entspricht einem außergewöhnlichen Starkregen mit einer Wiederkehrzeit von 100 Jahren (Schmitt et al., 2018). Diese Bereiche sind somit besonders durch Überflutung gefährdet, da die hohen Wassertiefen Menschen und Infrastrukturen beeinträchtigen können.

Im Themenbereich Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft wurden zusammenhängende landwirtschaftlich genutzte Bereiche über 10 ha selektiert, die 1971 – 2000 einen mittleren Zusatzwasserbedarf von über 60 mm pro Vegetationsperiode (Bewertungsstufe mittel) aufwiesen.

Als Grundwasser-Hotspots wurden alle zusammenhängenden Flächen über 10 ha dargestellt, die 1971 – 2000 nach dem Modell mGROWA eine Grundwasserzehrung aufwiesen.

Die Bodenerosion auf Ackerflächen durch Wasser stellt für den Landkreis Friesland aktuell kein prioritäres Risiko dar. Daher wurden keine Hotspots für diesen Themenbereich extrahiert. Das Thema Bodenerosion durch Wind weist im Landkreis Friesland eine höhere Bedeutung auf. Die besonders von Bodenerosion betroffenen Ackerflächen befinden sich zum Großteil im südlichen Landkreis. Als Hotspots ausgewiesen wurden jene Ackerflächen in einem Bereich größer 10 ha, die eine hohe (Enat4) oder sehr hohe (Enat5) potenzielle Bodenerosion durch Wind aufweisen.

Da es wahrscheinlich ist, dass die Sturmaktivität mit dem voranschreitenden Klimawandel zunimmt (vgl. Kap. 3.4), ist eine Zunahme der Bodenerosion durch Wind erwartbar.

Der Themenbereich „Potenziell durch Trockenheit gefährdete Waldbestände“ stellt als Hotspots zusammenhängende Waldflächen mit einer Mindestgröße von 3 ha dar, für die innerhalb des Zeitraums 2041-2070 ein hohes Risiko für Trockenstress besteht. Bei zunehmender Trockenheit kann sich das Trockenstressrisiko für anfällige Baumarten in diesen Bereichen weiter verstärken, womit sich auch die Anfälligkeit für Schaderreger sowie das Risiko für Waldbrände erhöht.

Die Hotspots im Themenbereich „Besonders durch Wasserstandsabsenkung gefährdete ökologisch wertvolle Bereiche“ umfassen naturschutzrechtliche Schutzgebiete (Natura 2000-, Natur- und Landschaftsschutzgebiete), deren Schutzgegenstand/-zweck sich auf wassergebundene Arten/Lebensräume bezieht sowie weitere wassergebundene Biotop-/Ökosysteme von sehr hoher Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen des Landschaftswasserhaushaltes außerhalb von Schutzgebieten mit einer Mindestgröße von 5 ha. In diesen Bereichen können zukünftig Wassermangel bzw. absinkende Wasserstände (zunehmende Trockenheit) zu Veränderungen der Vegetationsbestände und in der Folge zu einer Verringerung des Lebensraumangebots sowie des Nährstoffdargebots führen und somit wasser- oder überflutungsabhängige Biotop- bzw. Lebensraumtypen verstärkt gefährden. Auf diese Weise kann es zu einer weiteren Verarmung der Biodiversität im Landkreis Friesland kommen.

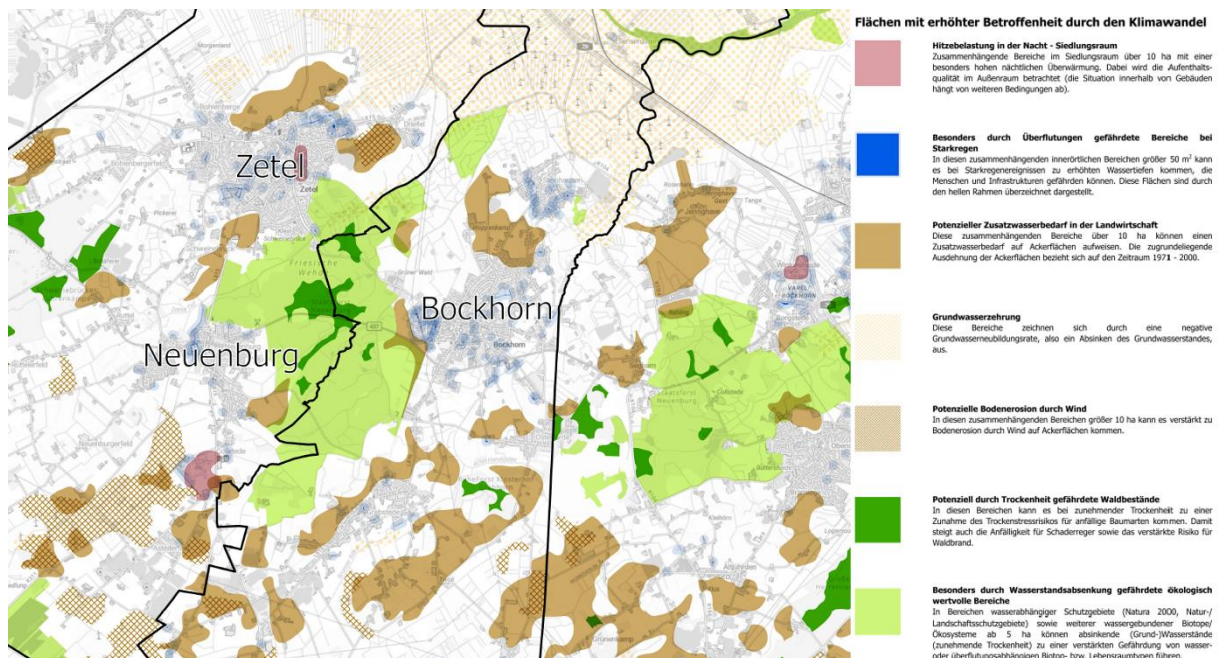


Abbildung 24: Ausschnitt aus der Hotspotkarte (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Hotspotkarte im Anhang D)

## 5 Gesamtstrategie

Die Gesamtstrategie liefert einen umsetzungsorientierten Handlungsrahmen mit strategischen Zielen als Grundlage für die darauf aufbauenden, spezifischen und zielkonformen Maßnahmen. Sie stellt einen Bezug zum natürlichen Klimaschutz und den Sustainable Development Goals der UN her.

### 5.1 Leitbild

Ziel für den Anpassungsprozess ist die strategische Ausrichtung am Leitbild eines klimaresilienten Landkreises.

**Klimaresilienz** bezeichnet die Fähigkeit von natürlichen und menschlichen Systemen, sich an die Auswirkungen des Klimawandels anzupassen und widerstandsfähiger gegenüber den Klimawandelfolgen zu sein. Das bedeutet, dass die Systeme ihre Funktionsfähigkeit beibehalten und sich auch bei extremen klimatischen Ereignissen wieder erholen. Dafür braucht es sowohl präventive Maßnahmen zur Minderung von Klimarisiken als auch Strategien zur Bewältigung und Wiederherstellung nach extremen Wetterereignissen (DWD, 2025).

Der Landkreis übernimmt dabei das Rollenverständnis, seine Gemeinden zu Aktivitäten der Klimaanpassung sowie zum natürlichen Klimaschutz zu unterstützen. Dazu gehören:

- **Information und Motivation / Aktivierung der Gemeinden** zur Klimafolgenanpassung. Der Landkreis vermittelt Informationen zu Handlungsmöglichkeiten der Gemeinden.
- **Aufbau eines Netzwerks für den Erfahrungsaustausch zwischen den Gemeinden** des Landkreises zum Thema Klimaanpassung und zum Thema Klimaschutz, da Klimaschutz und Klimaanpassung synergetisch gedacht werden.
- **Beratung zu Partizipationsansätzen:** Unterstützung bei der Identifizierung und Einbeziehung relevanter Akteurinnen und Akteure.
- **Klimaanpassungsmanagement als zentrale Anlaufstelle** im Landkreis etablieren und langfristig ausbauen.
- **Schulungs- und Beratungsangebote** anbieten.

### Aufbau und Zusammenhänge des Klimaanpassungskonzeptes

Das Klimaanpassungskonzept basiert auf den Ergebnissen der Bestandsaufnahme (vgl. Kap. 3) sowie der funktionalen und räumlichen Betroffenheit (vgl. Kap. 4).

Ausgehend von den im Rahmen der Betroffenheitsanalyse identifizierten besonders relevanten Klimarisiken wurden Handlungserfordernisse für den Landkreis festgestellt. Auf deren Grundlage wurden Maßnahmen formuliert (vgl. Kap. 6) und im Rahmen eines Beteiligungsprozesses (vgl. Kap. 7) weiterentwickelt. Der umfassende Partizipationsprozess stellt sicher, dass weitere Maßnahmenideen von Expertinnen und Experten einbezogen wurden. Eine Umsetzung der Maßnahmen muss kurzfristig angestoßen werden.

Die Maßnahmen sind darüber hinaus in einem strategischen Gesamtzusammenhang zu sehen. Die Klimaanpassungsmaßnahmen wirken sich untereinander aus, bedingen sich gegenseitig, nehmen Einfluss auf weitere Prozesse der Raumentwicklung und Planungsprozesse innerhalb der Landkreisverwaltung und den Gemeindeverwaltungen sowie darüber hinaus auf weitere Akteurinnen und Akteure.

Bei der Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes ist zu beachten, dass dieses nicht allein von einer Organisationseinheit innerhalb der Verwaltung oder externen Institution realisiert werden kann, sondern nur durch intensive fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit. Dafür ist ein koordiniertes und kooperatives Zusammenwirken sowie ein kontinuierlicher Dialog erforderlich. Klimaanpassung muss in allen relevanten Handlungsbereichen berücksichtigt werden. Die Umsetzung gelingt nur in enger Zusammenarbeit mit den Verwaltungsakteurinnen und -akteure (vgl. Kap. 9) sowie durch die Einbindung aller relevanten Stakeholder und unter umfassender Information und Beteiligung der Öffentlichkeit (vgl. Kap. 8). Die Maßnahmen sind kontinuierlich zu überprüfen und weiterzuentwickeln (vgl. Kap. 10).

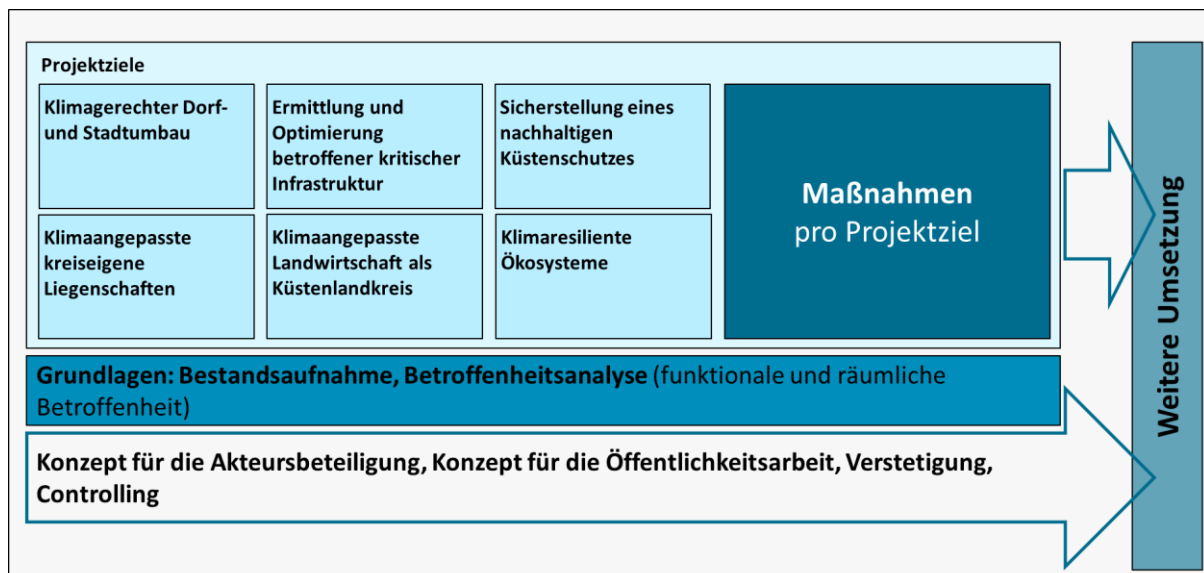


Abbildung 25: Darstellung zum Aufbau des Klimaanpassungskonzeptes (eigene Darstellung)

## 5.2 Gemeinsame Ziele im Landkreis und in den Kommunen in Bezug auf die Klimaanpassung und den Natürlichen Klimaschutz

Im Zuge des Erarbeitungsprozesses des Klimaanpassungskonzeptes wurden ausgehend von den Clustern und den darunter gebündelten Handlungsfeldern Projektziele formuliert, um eine Zielorientierung zu stärken. Folgende Projektziele wurden festgelegt:



Abbildung 26: Projektziele des Klimaanpassungskonzeptes für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

Für jedes Projektziel wurden Handlungserfordernisse definiert. Die Handlungserfordernisse leiten sich aus der Klimarisikoanalyse und den dort identifizierten besonders relevanten Klimarisiken der einzelnen Cluster mit Blick auf die Mitte des Jahrhunderts ab. Sie zeigen auf, wo für den Landkreis prioritärer Handlungsbedarf besteht. Beispielsweise wurde im Cluster Gesundheit das Klimarisiko „Hitzebelastung der Bevölkerung“ festgestellt. Daraus leitet sich als Handlungsbedarf „Erhalt und Verbesserung des thermischen Komforts sowie Schutz der Bevölkerung vor Hitzestress“ ab.

Neben dem Fokus auf den Handlungserfordernissen in jedem Projektziel, wird nachfolgend auch der Bezug zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ aufgenommen.

## Projektziel: **Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau**

Beschreibung: **Gebäude und öffentliche Räume klimaresilient gestalten sowie Einrichtungen dabei unterstützen zum Schutz der Menschen vor Wetterextremen und Erhalt der Lebensqualität.**

### Handlungserfordernisse:

- Erhalt und Verbesserung des thermischen Komforts sowie Schutz der Bevölkerung vor Hitzestress
- Besonderer Schutz vulnerabler Bevölkerungsgruppen und sozialer Einrichtungen vor Belastungen durch die Auswirkungen des Klimawandels
- Gewährleistung attraktiver Tourismus- und Freizeitangebote bei Hitze und weiteren Extremwetterereignissen
- Sensibilisierung privater Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer für den Objektschutz gegenüber Klimaeinflüssen
- Schutz und Förderung der Resilienz von Grün- und Freiflächen gegenüber Hitze, Trockenheit und Unwetterereignissen

**Bezug** zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ Mittelfristige Entwicklungsziele (MEZ)

**MEZ 3: STANDORTQUALITÄTEN AUSBAUEN UND SICHERN**

**MEZ 5: GESUNDHEIT IN FRIESLAND**

## Projektziel: **Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur**

Beschreibung: **Widerstandsfähigkeit kritischer Infrastrukturen stärken, um ihre Funktionsfähigkeit auch in Krisensituationen sicherzustellen.**

### Handlungserfordernisse:

- Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Gesundheitseinrichtungen und Rettungsdiensten während und nach Extremereignissen
- Vermeidung bzw. Eindämmung der temperatur- und feuchtigkeits-bedingten Ansiedlung und Ausbreitung von Krankheitserregern
- Schutz kritischer Infrastrukturen und Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur bei Extremwetterereignissen

- Konfliktprävention und -management in Bezug auf die Wassernutzung (Trinkwasser, Landwirtschaft, Industrie)
- Anpassung der Siel- und Schöpfwerke an den erhöhten Entwässerungsbedarf bei gleichzeitig reduzierten Sielzeiten
- Reduzierung der Beeinträchtigung des Verkehrs und Sicherung des Verkehrsablaufes bei Extremwetterereignissen
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Gebäuden sowie für Tätigkeiten im Freien in Hitzeperioden
- Schutz der Häfen vor Schäden und Verkehrseinschränkungen durch Sturmfluten und Extremwetterereignissen

**Bezug** zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ Mittelfristige Entwicklungsziele

**MEZ 3: STANDORTQUALITÄTEN AUSBAUEN UND SICHERN und ggf.**

**(MEZ 5: GESUNDHEIT IN FRIESLAND)**

## Projektziel: **Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften**

Beschreibung: **Kreiseigene Liegenschaften widerstandsfähig gegenüber Wetterextremen machen zum Schutz der Menschen und als Vorbildfunktion.**

### Handlungserfordernisse:

- Schutz kreiseigener Gebäude vor Schäden durch Extremwetterereignisse
- Verbesserung der Arbeitsbedingungen in Gebäuden sowie für Tätigkeiten im Freien in Hitzeperioden
- Schutz und Förderung der Resilienz von Grün- und Freiflächen gegenüber Hitze, Trockenheit und Unwetterereignissen

**Bezug** zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ Mittelfristige Entwicklungsziele

MEZ 3: STANDORTQUALITÄTEN AUSBAUEN UND SICHERN und/oder

MEZ 6: BÜRGER-, KUNDEN- UND MITARBEITERORIENTIERTE VERWALTUNGSMODERNISIERUNG

## Projektziel: **Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes**

Beschreibung: **Schutz der Küsten und Küstenökosysteme sowie zum Schutz der Menschen.**

### **Handlungserfordernisse:**

- Schutz der Küsten und des Wattenmeeres vor Schäden durch Sturmfluten und den Meeresspiegelanstieg
- Schutz und Erhalt von Küstenökosystemen (Salzwiesen, Marsch)

**Bezug** zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ Mittelfristige Entwicklungsziele

MEZ 4: ERHALT UND VERBESSERUNG DER NATÜRLICHEN LEBENSGRUNDLAGEN

## Projektziel: **Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis**

Beschreibung: **Förderung einer klimaangepassten Land- und Forstwirtschaft zur Förderung klimaresilienter Ökosysteme und im Umgang mit Wasser als wertvolle Ressource.**

### **Handlungserfordernisse:**

- Schutz landwirtschaftlicher Flächen und Infrastrukturen vor Schäden durch Trockenheit und Hochwasser
- Sicherung des Ertrags und der Qualität von Ernteprodukten bei schwankender Wasserverfügbarkeit
- Konfliktprävention und -management in Bezug auf die Wassernutzung (Trinkwasser, Landwirtschaft, Industrie)
- Anpassung der Tierhaltung und Fischerei an steigende Temperaturen
- Langfristiger Schutz der Vitalität und Funktion von Wäldern

**Bezug** zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ Mittelfristige Entwicklungsziele

MEZ 4: ERHALT UND VERBESSERUNG DER NATÜRLICHEN LEBENSGRUNDLAGEN

## Projektziel: **Klimaresiliente Ökosysteme**

Beschreibung: **Ökosysteme für Klimawandelfolgen stärken**

### **Handlungserfordernisse:**

- Erhalt und Förderung der lokalen Biodiversität und der Ökosystemleistungen
- Schutz von Böden zum Erhalt ihrer Funktionen
- Schutz und Erhalt von Feuchtgebieten und Feuchtwiesen
- Eindämmung der Einschleppung und Verbreitung invasiver Tier- und Pflanzenarten
- Etablierung eines klimaangepassten Wassermanagements zur Anpassung an Abflussschwankungen (Oberflächengewässer) und verändertem Grundwasserdargebot

**Bezug** zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ Mittelfristige Entwicklungsziele

MEZ 4: ERHALT UND VERBESSERUNG DER NATÜRLICHEN LEBENSGRUNDLAGEN

## **Übergreifende Maßnahmen**

Im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes wurden neben den Projektzielen übergreifende Aktivitäten als relevant identifiziert, die zwar keine eigenständige Zielsetzung darstellen, aber den notwendigen Rahmen für die Zielerreichung der o.g. Projektziele sowie zur Verstetigung und Kommunikation der Konzeptumsetzung dienen. Daher werden auch für die übergreifenden Maßnahmen Handlungserfordernisse formuliert.

Beschreibung: **Starke Strukturen, gute Vernetzung mit Stakeholdern, transparente Kommunikation und Nutzen der Synergien zum Klimaschutz als Grundlage für eine erfolgreiche Klimafolgenanpassung**

### **Handlungserfordernisse:**

Die übergreifenden Maßnahmen wurden erarbeitet, um übergeordnete und strukturelle Ansätze im Klimaanpassungskonzept adäquat zu berücksichtigen. Auch für diese strategische, übergreifende Zielsetzung lassen sich Handlungserfordernisse festhalten:

- Aufbau von Organisationsstrukturen und Vernetzung innerhalb der Verwaltung

- Bewusstsein und Verständnis in der Bevölkerung für die Notwendigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen fördern
- Transparenz über geplante und umgesetzte Maßnahmen
- Beteiligung sowie Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger sowie der Unternehmen unterstützen

**Bezug** zur „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ Mittelfristige Entwicklungsziele

MEZ 4: ERHALT UND VERBESSERUNG DER NATÜRLICHEN LEBENSGRUNDLAGEN

MEZ 6: BÜRGER-, KUNDEN- UND MITARBEITERORIENTIERTE VERWALTUNGSMODERNISIERUNG

Um eine gute Verzahnung zwischen dem Klimaanpassungskonzept bzw. den Projektzielen und der strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland herzustellen, kann bei einer Fortschreibung der „Strategischen Ausrichtung des Landkreises Friesland“ eine Aufnahme der Projektziele als Handlungsschwerpunkte geprüft werden.

### 5.3 Synergien zum Natürlichen Klimaschutz und zu Erhalt und Stärkung der Biodiversität

Die erarbeiteten Maßnahmen adressieren neben den Projektzielen auch einen Mehrwert für den natürlichen Klimaschutz und üben einen positiven Einfluss auf die Biodiversität aus.

**Natürlicher Klimaschutz:** Intakte Ökosysteme sind natürliche Klimaschützer. Sie binden Kohlendioxid aus der Atmosphäre und speichern es langfristig. Damit tragen sie dazu bei, den Klimawandel zu begrenzen (BMUV, 2024)

Von den insgesamt 23 erarbeiteten Maßnahmen leisten 11 einen spezifischen Beitrag zum Erhalt und der Förderung der Biodiversität, stärken die Ökosysteme und bilden wichtige Synergien zum Natürlichen Klimaschutz.

Tabelle 15: Übersicht Maßnahmen und Bezug zum Natürlichen Klimaschutz (eigene Darstellung).

Projektziel	Maßnahme	Bezug zum Natürlichen Klimaschutz
<b>Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau</b>	Bevölkerung auf Extremwetterereignisse vorbereiten und Schutzräume schaffen	Beinhaltet Maßnahmen zur Entsiegelung
	Beratungs- und Förderangebote für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sowie Bauwillige	Beinhaltet ein Förderprogramm zur Gebäude- und Innenhofbegrünung und Beratungsangebote für Private zur klimaangepassten Gartengestaltung
	Landkreisweite Standards für die Siedlungsgestaltung etablieren	Ermöglicht Festsetzungen von Bäumen, Grünflächen in B-Plänen, Schutz von Bäumen und Grünflächen über Satzungen
<b>Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften</b>	Bauliche Maßnahmen zur Anpassung an Extremwetterereignisse	Beinhaltet einen (verbindlichen) Leitfaden zum klimagerechten Um- oder Neubau von Gebäuden sowie für die Freiflächengestaltung (u.a. eine angepasste Grünflächenpflege und standortgerechte Auswahl von Pflanzen und Bäumen)
<b>Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur</b>	Verbesserung des kommunalen Abwassermanagements	Beinhaltet die Renaturierung von Flüssen, das Anlegen von Mulden-Rigolen-Systeme und Retentionsteichen
<b>Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes</b>	Ökologisches Sedimentmanagement	Beinhaltet die Renaturierung von Salzwiesen (CO <sub>2</sub> -Bindung (Klimaschutz), Verbesserung der Widerstandsfähigkeit und Förderung der Biodiversität)

<b>Klima- angepasste Landwirtschaft als Küsten- landkreis</b>	Landkreisweites Wassermanagement	Beinhaltet u.a. die Renaturierung von Gewässerläufen und deren natürliche Überschwemmungsbereiche sowie die Schaffung von Retentionsflächen (Förderung der natürlichen Rückhaltefähigkeit)
	Klimawandelangepasste Waldentwicklung	Beinhaltet die Umsetzung des LÖWE+-Programms (langfristige ökologische Waldentwicklung) in kommunalen Wäldern als wichtige Grundlage für eine klimawandelangepasste Waldentwicklung sowie die Beratung und Förderung einer klimawandelangepassten Waldentwicklung für Privatwaldbesitzende (CO <sub>2</sub> -Bindung (Klimaschutz), Erhöhung der Resilienz und Förderung der Biodiversität)
<b>Klimaresiliente Ökosysteme</b>	Entwicklung und Umsetzung eines leistungsfähigen Biotopverbunds	Beinhaltet den Erhalt und die gezielte Förderung der Biodiversität an Acker-, Grün- und Gewässerrandstreifen sowie Straßenbegleitgrün (Förderung der Biodiversität)
	Gezielter Bodenschutz	Beinhaltet Förderungen zum Schutz von Böden, um die vielfältigen Bodenfunktionen und die Bodenqualität zu erhalten (Erhalt der natürlichen Bodenfunktionen sowie als Wasser- und Kohlenstoffspeicher)
	Erhalt und Wiedervernässung von Feuchtgebieten	Beinhaltet die Renaturierung und/oder angepasste Nutzung von Mooren, eine Extensivierung der Grünlandnutzung auf Mooren sowie die Anlage und Förderung von Feuchtwiesen (Förderung Biodiversität, CO <sub>2</sub> -Bindung (Klimaschutz), Erhalt natürliche Wasserspeicherung)

Neben dem Beitrag zum natürlichen Klimaschutz leisten die Klimaanpassungsmaßnahmen einen Beitrag zu den Sustainable Development Goals (SDGs) der UN. Dieser Bezug wird in den einzelnen Maßnahmensteckbriefen dargestellt. Folgende Nachhaltigkeitsziele werden mit den Maßnahmen adressiert:



Abbildung 27: Mit den Maßnahmen adressierte Nachhaltigkeitsziele (eigene Darstellung)

## 6 Maßnahmenkatalog für den Landkreis Friesland

Um die für den Landkreis Friesland formulierten Ziele zur Anpassung an den Klimawandel zu erreichen und dessen Folgen abzumildern, wurden für den Landkreis spezifische Maßnahmen entwickelt.

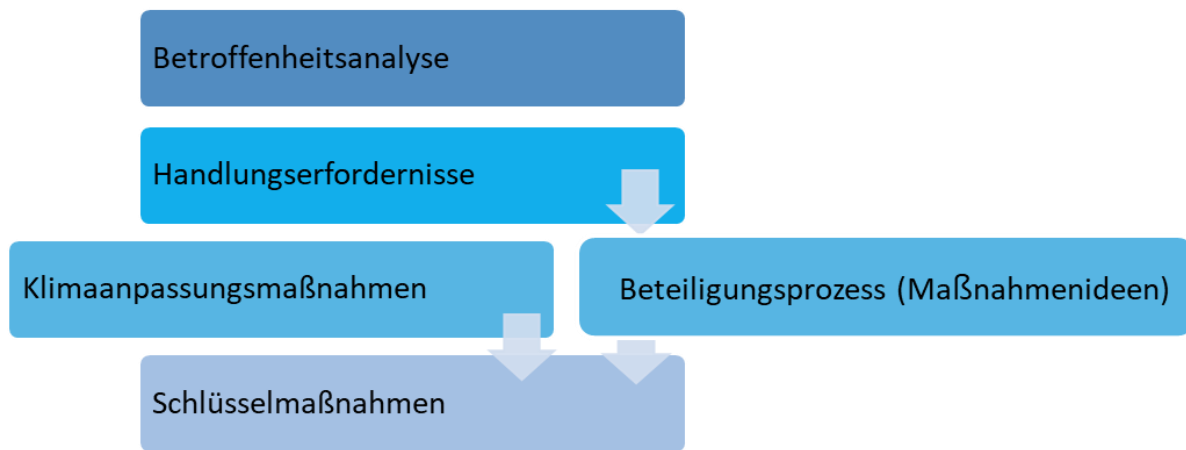


Abbildung 28: Ableitungsprozess der Klimaanpassungsmaßnahmen Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

Die Maßnahmen bieten konkrete Lösungsansätze für die Klimarisiken, die im Rahmen der Betroffenheitsanalyse identifiziert wurden. Damit konnte die Maßnahmenentwicklung daran orientiert werden, wo ein hoher (bzw. kurzfristiger) Anpassungsbedarf an die jeweilige Auswirkung der Klimaveränderung besteht oder ob die Priorität zur Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen eher als niedrig (bzw. langfristig) eingestuft wird.

Die Maßnahmen adressieren die von den Klimarisiken ausgehend abgeleiteten Handlungserfordernisse (vgl. Kap. 5). Die Klimarisiken und Maßnahmenideen wurden im Rahmen des Beteiligungsprozesses mit Fachakteurinnen und -akteuren diskutiert und in inhaltlicher Abstimmung erarbeitet. Davon ausgehend wurden die Maßnahmen weiterentwickelt und in einer weiteren Workshopreihe konkretisiert (vgl. Kap. 7). Im Ergebnis entstanden so die Schlüsselmaßnahmen für den Landkreis.

Im Fokus der Maßnahmenentwicklung steht der Handlungsspielraum des Landkreises. Es wurden entsprechend nur Maßnahmen entwickelt, die in den direkten Zuständigkeitsbereich des Landkreises fallen. Wichtig ist dabei auch das Rollenverständnis des Landkreises. Einige Aktivitäten kann der Landkreis selbst aufgreifen, weil eine konkrete Zuständigkeit vorliegt. An vielen Stellen kommt dem Landkreis eine unterstützende Rolle für die Kommunen oder eine Kommunikationsaufgabe zu.

## 6.1 Übersicht zu den erarbeiteten Maßnahmen für Klimaanpassung und Natürlicher Klimaschutz

Die erarbeiteten Maßnahmen wurden zu einem separaten Maßnahmenkatalog zusammengestellt (vgl. Anhang E Maßnahmenkatalog) und entsprechend der Projektziele strukturiert. Aus dem Prozess wurde zudem deutlich, dass es organisatorische und strukturelle Aufgaben gibt, die als übergreifende Maßnahmen zusammengestellt wurden.

Die Projektziele dienten u.a. zur thematischen Ausrichtung der Fach-Workshops im Rahmen des Beteiligungsprozesses und bildeten die Grundlage für die Strukturierung des Maßnahmenkatalogs.

Im Ergebnis entstanden folgende **23 Schlüsselmaßnahmen** mit 57 Bausteinen.

Übergreifende Maßnahmen	Klimagerechter Dorf- und Stadtbau	Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur	Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften	Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes	Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis	Klimaresiliente Ökosysteme
Organisationsstrukturen Klimaanpassung	Bevölkerung auf Extremwetterereignisse vorbereiten und Schutzräume schaffen	Stärkung des Katastrophenschutzes	Bauliche Maßnahmen zur Anpassung an Extremwetterereignisse	Deichbau und -pflege	Landkreisweites Wassermanagement	Entwicklung und Umsetzung eines leistungsfähigen Biotopverbunds
Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit	Beratungs- und Förderangebote für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer sowie Bauwillige	Verbesserung des kommunalen Abwassermanagements	Anpassung des vom Landkreis organisierten Arbeitens und Lernens an steigende Temperaturen	Ökologisches Sedimentmanagement	Angepasste landwirtschaftliche Pflanzenproduktion	Gezielter Bodenschutz
Querschnitt Klimaanpassung und Klimaschutz	Landkreisweite Standards für die Siedlungsgestaltung etablieren	Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an Extremwetterereignisse			Erhalt der landwirtschaftlichen Produktivität von Grünland	Erhalt und Wiedervernässung von Feuchtgebieten
					Umgang mit Hitzestress bei Nutztieren	Eindämmung invasiver Arten
					Waldbrandschutz	
					Klimawandelangepasste Waldentwicklung	

Abbildung 29: Übersicht der Maßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

In den sechs Projektzielen sowie den übergeordneten Maßnahmen werden spezifische Schritte aufgeführt und deren Umsetzung erläutert. Um eine klare Strukturierung zu gewährleisten, wurden die einzelnen Maßnahmen in Form von Steckbriefen im Detail ausgearbeitet.

Nachfolgend wird der **Maßnahmensteckbrief** dargestellt mit einer Beschreibung der jeweiligen Kategorie im Steckbrief. Der Steckbrief enthält eine Übersicht zu den wichtigsten Kenngrößen, einer Detailbeschreibung der umsetzungsrelevanten Bausteine sowie einer Abschätzung der dafür notwendigen Ressourcen sowie Hinweise zu Synergien mit anderen Projekten.

Projektziel				Nummer
Bezeichnung Projektziel				Maßnahmennr.
Maßnahme	Titel			
Strategie <input type="checkbox"/>	Konzept <input type="checkbox"/>	Maßnahme <input type="checkbox"/>	Projekt <input type="checkbox"/>	
Ziel(e) der Maßnahme	<i>Bezug zu den definierten Zielen der Gesamtstrategie. Die Ziele der Maßnahmen beruhen auf den Handlungserfordernissen und sind um weitere Zielformulierungen aus dem Beteiligungsprozess und der Maßnahmenentwicklung ergänzt.</i>			
Status Quo	Erweiterung/ Intensivierung <input type="checkbox"/>		Neues Vorhaben <input type="checkbox"/>	
	<i>Aktueller, für die Maßnahme relevanter Zustand, auf dem die Maßnahme aufbaut.</i>			
Zuständig für Gesamtkoordination / Projektleitung	<i>Benennung Projektleitung</i>			
Priorität abgeleitet aus Klimarisikoanalyse	<i>hoch / mittel / gering (auf Basis der Klimarisikoanalyse, Betroffenheitskarten etc.)</i>			
Zeitraum	Kurzfristig	Mittelfristig	langfristig	
	bis drei Jahre	drei bis sieben Jahre	mehr als sieben Jahre	

Abbildung 30: Maßnahmensteckbrief „Erste Seite“ (eigene Darstellung)

Die erste Seite des Maßnahmensteckbriefs benennt den Maßnahmentitel, die Zuordnung zum Projektziel und die Ziele der Maßnahme. Hier werden auch wichtige Rahmenbedingungen zusammengefasst, z.B. welche verantwortliche Stelle für die Koordination der Maßnahmenumsetzung zuständig ist, die zeitliche Einordnung und eine Einschätzung zur Priorität. Die Priorität der Maßnahmen ergibt sich überwiegend aus der Klimarisikoanalyse und Einschätzungen der beteiligten Fachakteurinnen und -akteure.

Alle Maßnahmen sollen möglichst kurzfristig begonnen werden. Der angegebene Zeitraum liefert eine Einschätzung zum Umsetzungszeitraum. Grundsätzlich sind die Maßnahmen nach der kurzfristigen Initiierung als langfristige Daueraufgabe zu verstehen.

## Beschreibung

Kurzbeschreibung der Maßnahme	Kurzbeschreibung der Maßnahme, Beschreibung der Aktivitäten, Ausgangslage <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Baustein 1:</b></li> <li>▪ <b>Baustein 2:</b></li> <li>▪ ...</li> </ul>
-------------------------------	---

## Umsetzung

Baustein Nr.: Bausteintitel	
<i>Bausteinbeschreibung</i>	
Regulatorische, ordnungsrechtliche Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <i>Planungsrechtliche Vorgaben (Raumplanung, Bauleitplanung, Satzungen)</i></li> <li>→ <i>Regulationen und ordnungsrechtliche Vorgaben</i></li> <li>→ <i>Dienstanweisungen</i></li> <li>→ <i>Genehmigungskonzepte</i></li> <li>→ <i>Verträge</i></li> <li>→ <i>n.n.</i></li> </ul>
Politische, konzeptionelle, strategische und datenerfassende Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <i>Fachliche Planungen/Konzepte</i></li> <li>→ <i>Studien (Potenziale, Machbarkeit, Prüfung), Leitfäden</i></li> <li>→ <i>Kataster, Datenbanken, Register</i></li> <li>→ <i>n.n.</i></li> </ul>
Finanzierende Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <i>Personalressourcen</i></li> <li>→ <i>Budget/Etat</i></li> <li>→ <i>Förderprogramm/Fonds</i></li> <li>→ <i>Gebühren</i></li> <li>→ <i>Wettbewerbe/Preise</i></li> <li>→ <i>n.n.</i></li> </ul>

Organisatorische Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <i>Organisatorisches/Management</i></li> <li>→ <i>Netzwerk/Forum</i></li> <li>→ <i>Kapazitätsaufbau/Schulungen</i></li> <li>→ <i>Gremium</i></li> <li>→ <i>Beteiligung an Bündnissen/Initiativen</i></li> <li>→ <i>n.n.</i></li> </ul>
Kommunikative Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <i>Kampagne</i></li> <li>→ <i>Aktionen/Projekte</i></li> <li>→ <i>Veranstaltung</i></li> <li>→ <i>Kommunikation/Öffentlichkeitsarbeit/ Pressestelle + Social Media</i></li> <li>→ <i>Beratungsangebot</i></li> <li>→ <i>Informationsmaterial und Publikationen</i></li> <li>→ <i>n.n.</i></li> </ul>
Investive Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <i>Investition in Technik und Anlagen</i></li> <li>→ <i>Investition in langlebige Infrastruktur/Gebäude</i></li> <li>→ <i>Investition in Gebrauchsgüter</i></li> <li>→ <i>Investition in Dienstleistungen</i></li> <li>→ <i>Geschäftsmodelle/Beteiligungen</i></li> <li>→ <i>n.n.</i></li> </ul>

Zentrale nächste Schritte	<i>Beschreibung der wesentlichen sofort umzusetzenden Schritte</i>
---------------------------	--

	Bezeichnung	Einheit
Erfolgsindikatoren		

Abbildung 31: Maßnahmensteckbrief „Beschreibung“ und „Umsetzung“ (eigene Darstellung)

Da die Maßnahmen verschiedene Handlungsansätze verfolgen, sind innerhalb des Steckbriefs Bausteine unterteilt. In den Bausteinen werden die konkreten Steuerungsinstrumente der Verwaltung (in Anlehnung an difu 2008) und die notwendigen Schritte zur Realisierung der Maßnahmen beschrieben. Die zentralen nächsten Schritte zur Umsetzung der Schlüsselmaßnahme werden anschließend formuliert. Mit Bezug zum Controllingkonzept beinhaltet jede Maßnahme Erfolgsindikatoren.

## Personal und Kosten

Mitarbeit durch/ Kooperationspartner: innen	Kernverwaltung	<i>Nennung von eingebundenen Organisationseinheiten oder Ämtern der Verwaltung</i>
	Verwaltungsnah	<i>Nennung von eingebunden kommunalen Gesellschaften</i>
	(Gemeinde-/Stadt-) Gesellschaft	<i>Nennung von eingebundenen externen Akteuren der Gemeinde-/Stadtgesellschaft</i>
Kostenschätzung	Personal	<i>Einschätzung der für die Umsetzung notwendigen Personalkapazitäten bei der für die Umsetzung zuständigen Stelle</i>
	Sachkosten	<i>Einschätzung der für die Umsetzung notwendigen Sachkosten oder Investitionen</i>
	Investitionen (für bauliche Maßnahmen)	<i>Gering/ mittel/ hoch/ sehr hoch (qualitative Einschätzung)</i>
Finanzierungsansatz	<i>Benennung von z.B. Förderprogrammen und Finanzierungsmöglichkeiten</i>	

Abbildung 32: Maßnahmensteckbrief „Personal und Kosten“ (eigene Darstellung)

Für die Koordination der Maßnahmenumsetzung bzw. die Projektleitung sind viele weitere Akteurinnen und Akteure für eine erfolgreiche Realisierung wichtig. Daher werden für jede Maßnahme Stakeholder der Kernverwaltung, verwaltungsnahen Institutionen und weitere Akteurinnen und Akteure der Gemeinde- bzw. Stadtgesellschaft benannt. Darüber hinaus enthalten die Maßnahmen eine Einschätzung zu den Kosten im Sinne einer qualitativen Grobeinschätzung und Möglichkeiten für eine Finanzierung.

## Synergien

Mögliche Anknüpfungspunkte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Bezug zu bestehenden Konzepten</i></li> <li>▪ <i>Projekte/ Umsetzungen/ Aktivitäten im Landkreis</i></li> </ul>
Wechselwirkungen/ Synergien	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>zu anderen Maßnahmen, aber auch zu den Klimaschutzaktivitäten</i></li> <li>▪ <i>zu Landwirtschaft</i></li> <li>▪ <i>zu Natürlichem Klimaschutz und Biodiversität</i></li> <li>▪ <i>ggfs. Bezug zur demografischen Entwicklung, Raumbezug, Synergiepotenziale</i></li> </ul>
Bezug zu den Zielen der DNS	<i>Bezug nehmen zu den entsprechenden SDGs (Darstellung über die SDG-Icons)</i>
Gute Beispiele, Hinweise, Links	<i>Beispielhafte Umsetzungen anderer Kommunen</i>
Anmerkungen	<i>Weiterführende Hinweise, Kontextualisierungen der Inhalte etc.</i>

Abbildung 33: Maßnahmensteckbrief „Synergien“ (eigene Darstellung)

Abschließend werden in den Maßnahmen Synergien hergestellt sowohl zu bestehenden Konzepten im Landkreis, aber auch weiteren Maßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes. In den Steckbriefen werden auch direkte Bezüge zu den Sustainable Development Goals hergestellt. Gute Beispiele dienen darüber hinaus als impulsgebende Hinweise.

## 6.2 Übergreifende Maßnahmen

Die Umsetzung der projektzielspezifischen Maßnahmen bedarf eines organisatorischen und strukturellen Fundaments. Dafür wurden sogenannte übergreifende Aufgaben und Tätigkeiten entwickelt.

Diese setzen daran an, die relevanten Organisationsstrukturen zu schaffen und so die personelle und organisatorische Verankerung von Klimaanpassung zu sichern. Zudem wird eine enge Vernetzung zwischen Fachbereichen und externen Partnerinnen und Partnern beim Landkreis Friesland gestärkt. Besonders wichtig ist auch ein effektives Maßnahmencontrolling zur regelmäßigen Überwachung der Fortschritte, um davon ausgehend die Maßnahmen regelmäßig weiterzuentwickeln und anzupassen. Dies wird als Baustein in Ergänzung zum Kapitel 10 Controlling in der Maßnahme aufgeführt. (vgl. Kap. 10).

Mit Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit wird der Erfolg und die Einbindung der Menschen sichergestellt und das Bewusstsein und Verständnis in der Bevölkerung für die Notwendigkeit von Klimaanpassungsmaßnahmen gefördert.

Im Laufe des Erstellungsprozesses wurde deutlich, dass die Synergien zwischen Klimaanpassung und Klimaschutz im Landkreis Friesland möglichst gut genutzt werden müssen, um eine ganzheitliche Strategie zur Bewältigung des Klimawandels zu entwickeln. Folgende **drei Schlüsselmaßnahmen** mit **sechs Bausteinen** wurden vor diesem Hintergrund entwickelt:

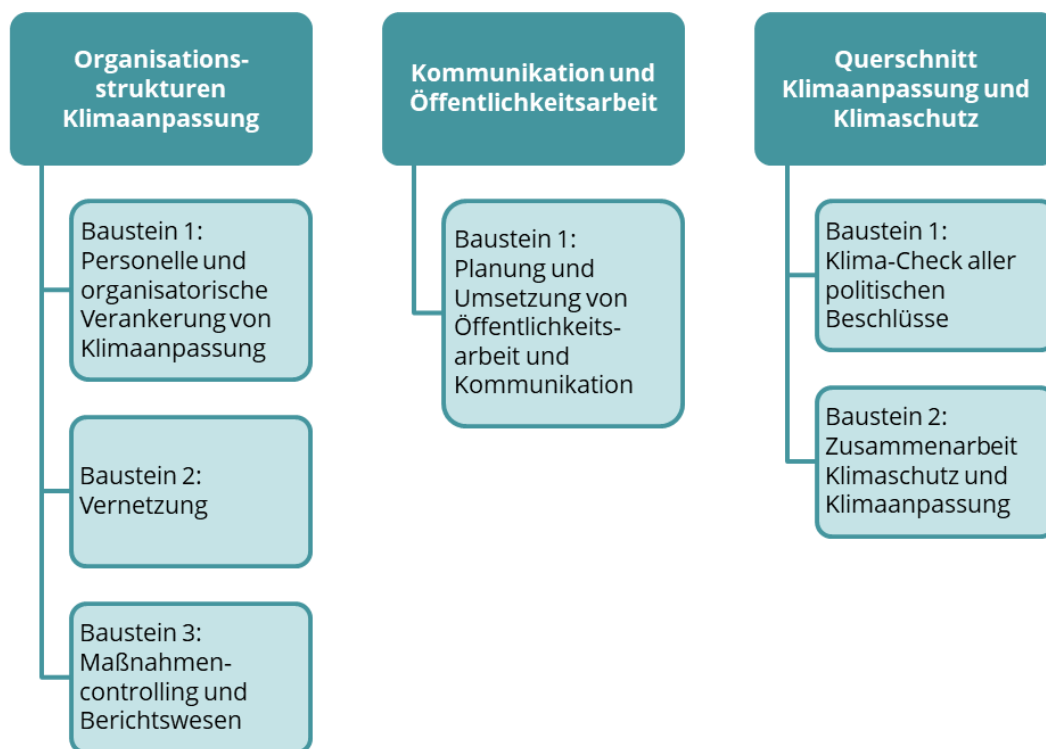


Abbildung 34: Übergreifende Maßnahmen und Bausteine (eigene Darstellung)

## 6.3 Maßnahmen Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau

Die acht Städte und Gemeinden des Landkreises stehen vor den Herausforderungen des Klimawandels. Der Landkreis unterstützt einen klimagerechten Dorf- und Stadtumbau und übernimmt eine koordinierende Rolle für die verschiedenen Ansätze. Als Multiplikator unterstützt er den Austausch zwischen den Kommunen und anderen relevanten Akteurinnen und Akteuren. Dadurch sollen u.a. landkreisweite Standards für die Siedlungsgestaltung etabliert und Klimaanpassung landkreisweit in den relevanten Planungsgrundlagen berücksichtigen werden. Für das Projektziel eines klimagerechten Dorf- und Stadtumbau fokussiert der Landkreis folgende **drei Schlüsselmaßnahmen** und **neun Bausteine**.

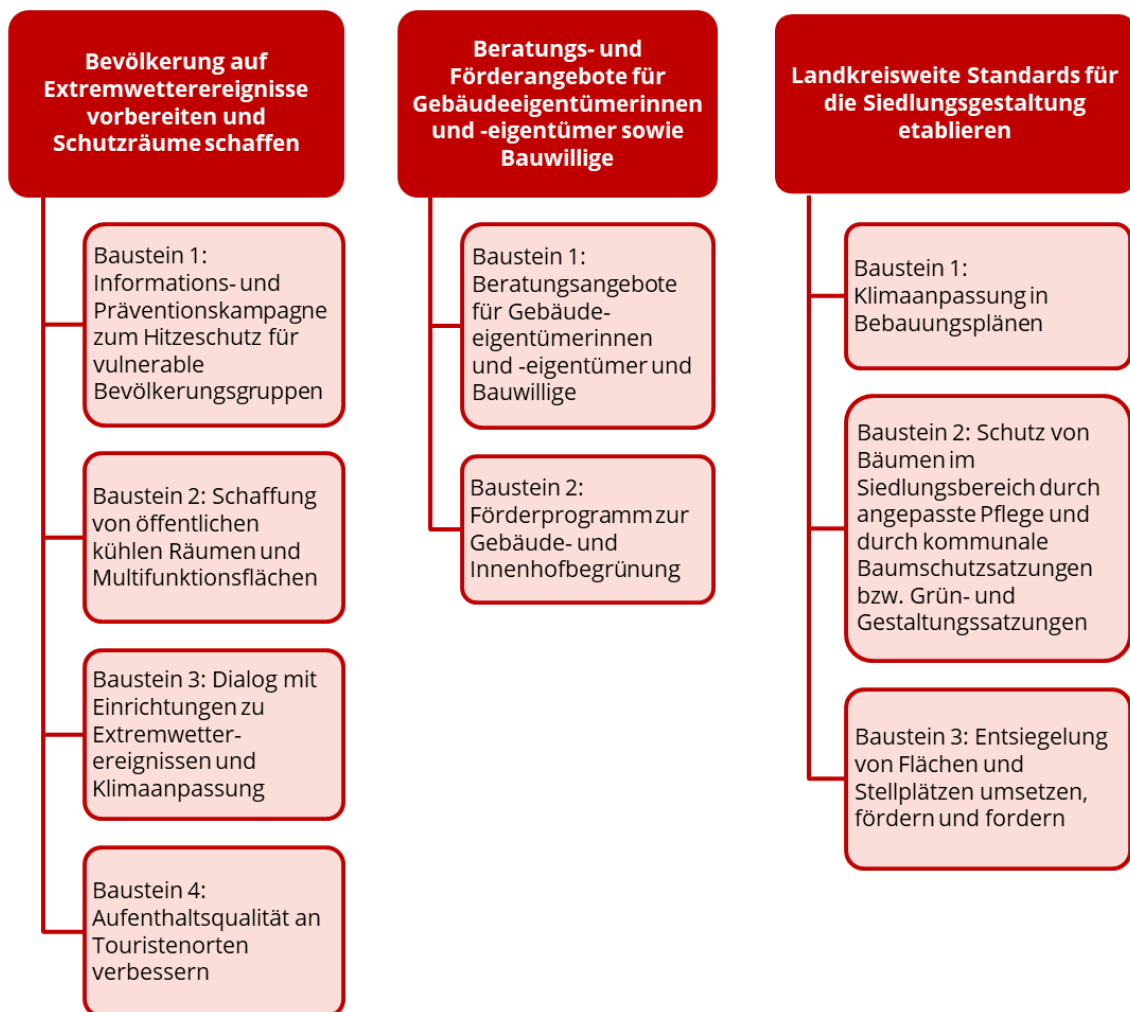


Abbildung 35: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau“ (eigene Darstellung)

## 6.4 Maßnahmen Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur<sup>4</sup>

In Bezug auf die Infrastruktur wurden Ansatzpunkte im Katastrophenschutz, beim kommunalen Abwassermanagement und der Verkehrsinfrastruktur diskutiert. Damit leistet der Landkreis einen Beitrag, die Funktionsfähigkeit der Ver- und Entsorgungsstruktur, von Gesundheitseinrichtungen und Rettungsdiensten während und nach Extremwetterereignissen sicherzustellen. Die in den Maßnahmen formulierten Aktivitäten fokussieren den Handlungsspielraum des Landkreises. Gleichzeitig ist der Landkreis hier, wie auch in anderen Bereichen, abhängig von den Vorgaben und Rahmenbedingungen durch Bund und Land.

Im Rahmen der Klimarisikoanalyse wurden auch die Auswirkungen auf die Häfen und die Hafenlogistik untersucht. Der Landkreis nimmt in seinem Gebiet nur für den Hafen Wangersiel und für den Binnenhafen Hooksiel (Hooksmeer) die Funktion als Untere Hafenbehörde ein. Möglichkeiten zur Klimaanpassung in Häfen muss auf anderer Ebene und in anderen Zuständigkeitsbereichen als der des Landkreises erfolgen, so dass Klimaanpassungsmaßnahmen in Häfen im Rahmen des Maßnahmenkatalogs nicht vorgesehen wurden. Für die Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur wurden **drei Schlüsselmaßnahmen** und **sechs Bausteine** formuliert.

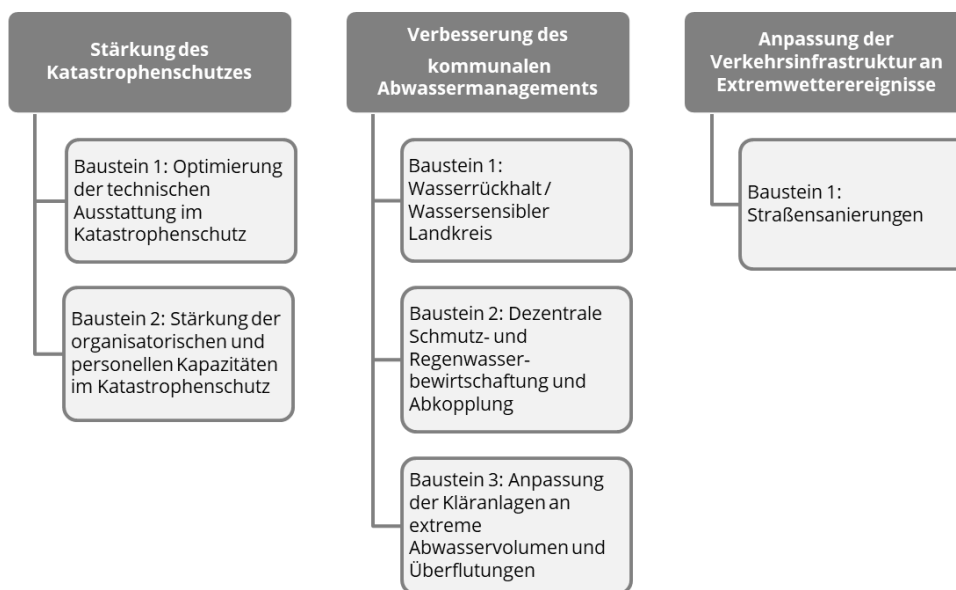


Abbildung 36: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur“ (eigene Darstellung)

<sup>4</sup> „Kritische Infrastrukturen (KRITIS) sind Organisationen und Einrichtungen mit wichtiger Bedeutung für das staatliche Gemeinwesen, bei deren Ausfall oder Beeinträchtigung nachhaltig wirkende Versorgungsengpässe, erhebliche Störungen der öffentlichen Sicherheit oder andere dramatische Folgen eintreten würden.“ Quelle: BSI Allgemeine Informationen zu KRITIS unter [Link](#)

## 6.5 Maßnahmen Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften

Bei den kreiseigenen Liegenschaften hat der Landkreis das Potential, Klimaanpassungsmaßnahmen direkt umzusetzen und damit kreiseigene Gebäude und Flächen vor Extremwetterereignissen zu schützen. Darüber hinaus kann der Landkreis eine Signalwirkung für die Kommunen, Bevölkerung und Unternehmen im Landkreis erzeugen, indem er eine Vorbildfunktion einnimmt und klimaangepasste Lösungen vorlebt sowie deren Integration in die Planungsprozesse vorantreibt. Im Rahmen der **zwei Schlüsselmaßnahmen** und **fünf Bausteinen** sind einerseits bauliche Ansatzpunkte beschrieben und andererseits Aktivitäten, die am Nutzerverhalten ansetzen.

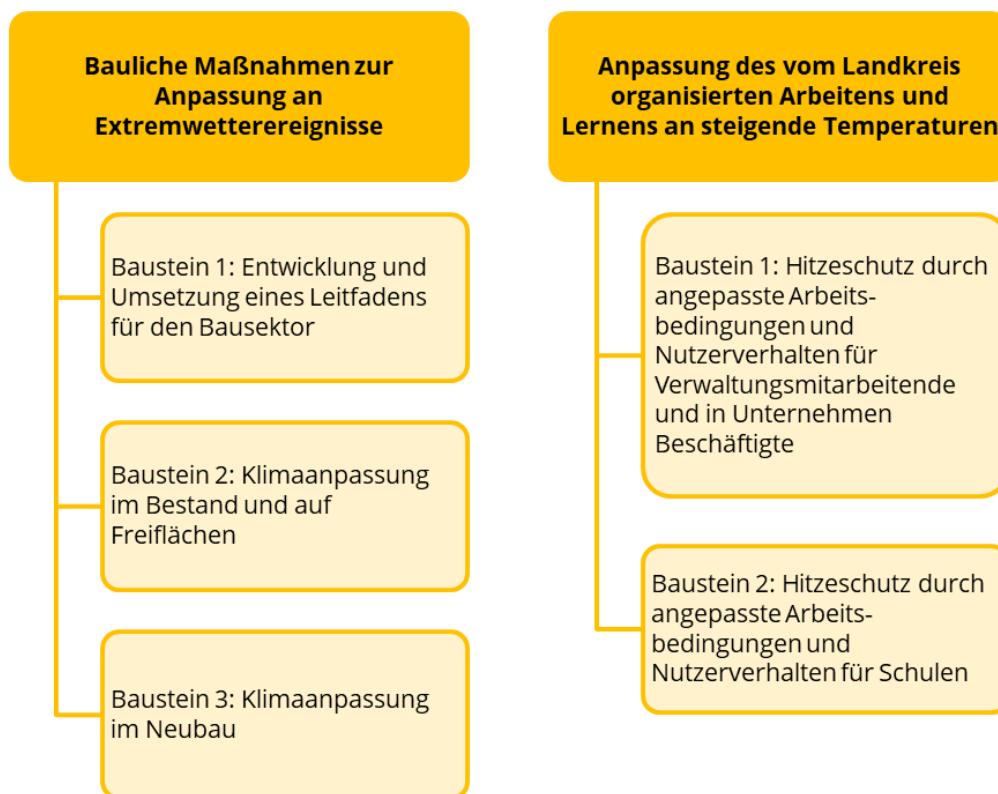


Abbildung 37: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften“ (eigene Darstellung)

## 6.6 Maßnahmen Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes

Aufgrund seiner Lage am Meer und der angrenzenden Küstenbereiche kommt dem Küstenschutz im Kreisgebiet eine bedeutende Rolle zu. Gleichzeitig hat der Landkreis einen begrenzten Handlungsspielraum im Küstenschutz. Vor diesem Hintergrund wurden in **zwei Schlüsselmaßnahmen und fünf Bausteinen** Ansätze für Maßnahmen zu Deichbau und -pflege sowie zum ökologischen Sedimentmanagement erarbeitet.

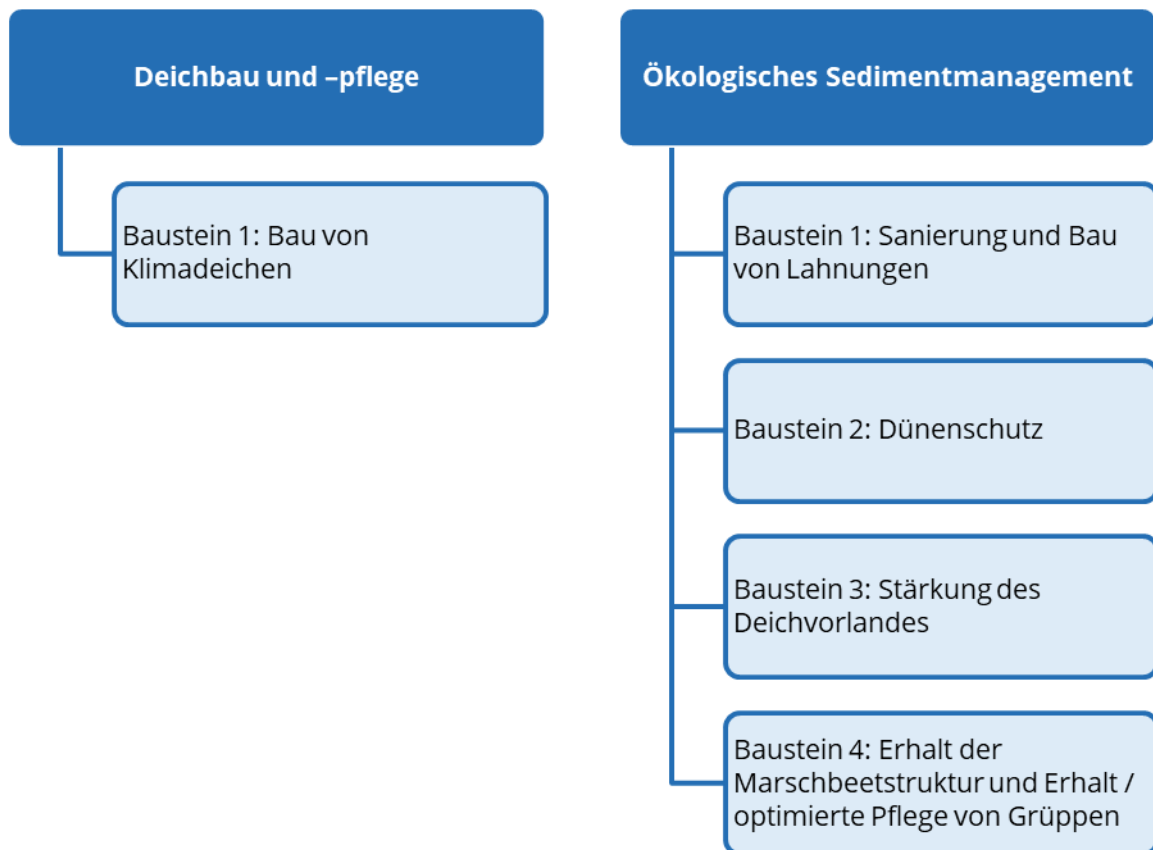


Abbildung 38: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes“ (eigene Darstellung)

## 6.7 Maßnahmen Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis

Der Landkreis Friesland ist ein landwirtschaftlich geprägter Raum. Die Landwirtschaftsfläche überwiegt gegenüber den Gebäude-, Frei- und Waldflächen. Im Rahmen der Maßnahmenentwicklung wurde als zentrale Maßnahme ein „Landkreisweites Wassermanagement“ definiert. Darüber hinaus befassen sich die Maßnahmen mit der Pflanzenproduktion, der Grünlandbewirtschaftung und Nutztieren, die ebenfalls vor den Auswirkungen der Klimawandelfolgen geschützt werden müssen. Im Weiteren wurden zwei waldbezogene Maßnahmen definiert. Insgesamt sind im Projektziel **sechs Schlüsselmaßnahmen** und **18 Bausteine** formuliert.

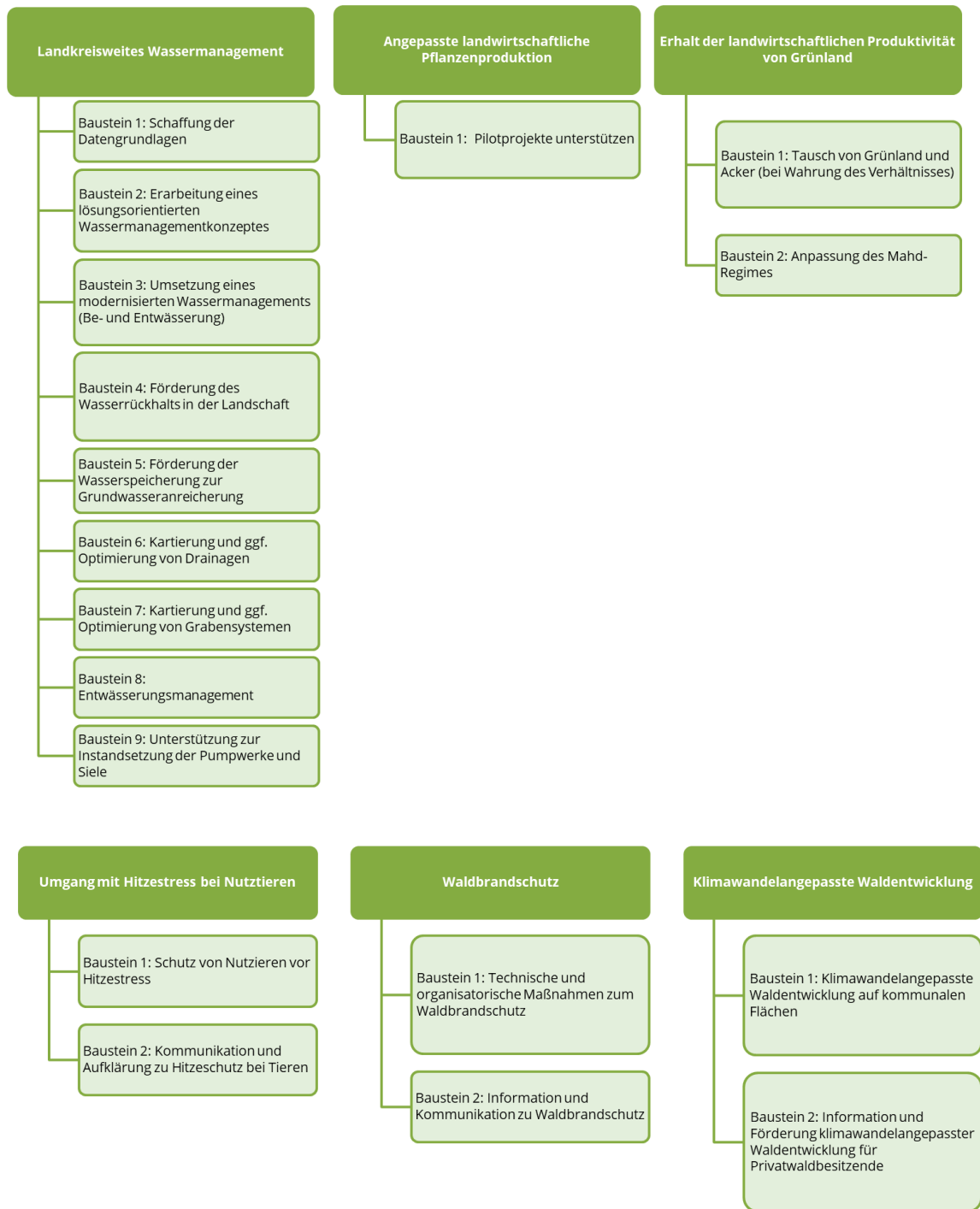


Abbildung 39: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis“ (eigene Darstellung)

## 6.8 Maßnahmen Klimaresiliente Ökosysteme

Klimaresiliente Ökosysteme sind entscheidend, um ihre ökologischen Funktionen und Dienstleistungen langfristig zu erhalten. Ein gut funktionierender Biotopverbund spielt dabei eine zentrale Rolle. Darüber hinaus tragen Projekte zum Bodenschutz, der Erhalt und die Wiedervernässung von Feuchtgebieten sowie die Bekämpfung invasiver Arten maßgeblich zur Stärkung der Klimaresilienz der Ökosysteme bei. **Vier Schlüsselmaßnahmen und acht Bausteine** beschreiben Handlungsansätze für den Landkreis Friesland.

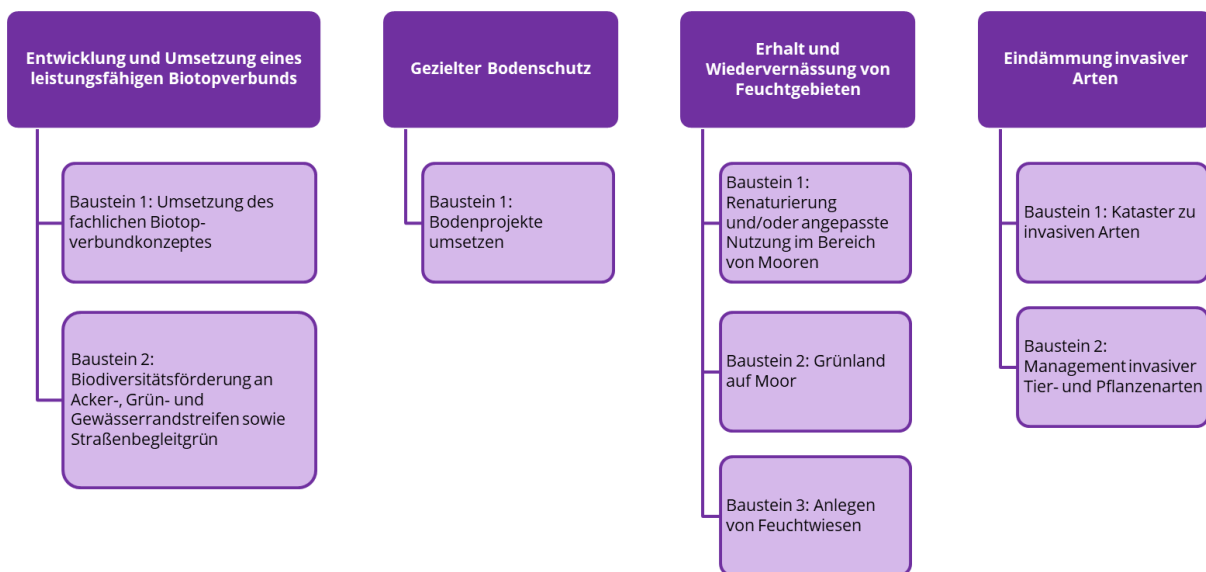


Abbildung 40: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimaresiliente Ökosysteme“ (eigene Darstellung)

## 6.9 Empfehlungen zur Maßnahmenpriorisierung und zeitlichen Einordnung

Mit dem Maßnahmenkatalog sind Schlüsselmaßnahmen zusammengestellt, die möglichst kurzfristig begonnen und in ihrer Gesamtheit umgesetzt werden sollen. Durch die Ableitung aus der Klimarisikoanalyse handelt es sich um die wichtigsten und drängendsten Handlungsansätze.

Um aus dem umfassenden Maßnahmenkatalog eine Schwerpunktsetzung zu ermöglichen, wurde für jede Maßnahme qualitativ eine Priorität abgeleitet. Von den insgesamt 23 Schlüsselmaßnahmen erhielten 17 eine hohe Prioritätszuordnung. Alle weiteren Maßnahmen wurden mit einer mittleren bzw. eine Maßnahme mit einer geringen Priorität bewertet. Grundsätzlich sollen alle Maßnahmen möglichst kurzfristig initiiert und umgesetzt werden. Nach der Initiierung sollen die Maßnahmen mittel- und langfristig als Daueraufgaben fortgeführt werden.

Tabelle 16: Maßnahmen mit hoher Priorität (eigene Darstellung).

Projektziel	Maßnahmen mit hoher Priorität
Übergreifende Maßnahmen	Organisationsstrukturen Klimaanpassung
	Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit
	Querschnitt Klimaanpassung und Klimaschutz
Klimagerechter Dorf- und Stadtbau	Bevölkerung auf Extremwetterereignisse vorbereiten und Schutzräume schaffen
	Landkreisweite Standards für die Siedlungsgestaltung etablieren
Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur	Stärkung des Katastrophenschutzes
	Verbesserung des kommunalen Abwassermanagements
Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften	Bauliche Maßnahmen zur Anpassung an Extremwetterereignisse
Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes	Deichbau und -pflege
	Ökologisches Sedimentmanagement
Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis	Landkreisweites Wassermanagement
	Angepasste landwirtschaftliche Pflanzenproduktion
	Umgang mit Hitzestress bei Nutztieren
	Waldbrandschutz
	Klimawandelangepasste Waldentwicklung
Klimaresiliente Ökosysteme	Entwicklung und Umsetzung eines leistungsfähigen Biotopverbunds
	Erhalt und Wiedervernässung von Feuchtgebieten

Aus den prioritären Maßnahmen wird eine Auswahl zur kurzfristigen Umsetzung im zweiten Halbjahr 2025 und ersten Halbjahr 2026 empfohlen. In diesem Zeitraum sollen die Maßnahmen initiiert und alle weiteren Maßnahmen für die Umsetzung vorbereitet werden.



Abbildung 41: Auswahl prioritärer Maßnahmen zur kurzfristigen Initiierung der Umsetzung (eigene Darstellung)

## 6.10 Finanz- und Personalbedarf

Die Herausforderungen des Klimawandels und die damit einhergehende notwendige Klimaanpassung erfordern zusätzlichen Finanz- und Personalbedarf. In diesem wirtschaftlichen Abwägungsprozess müssen jedoch auch die zukünftigen Kosten berücksichtigt werden, die durch die Folgen des Klimawandels entstehen und den kommunalen Haushalt belasten werden. Eine Anfang 2023 veröffentlichte Studie, in Auftrag gegeben vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und fachlich begleitet vom Bundesumweltministerium, hat ergeben, dass zwischen 2000 und 2021 in Deutschland Schäden in Höhe von mindestens 145 Milliarden Euro durch die Folgen des Klimawandels entstanden sind. Die Prognosen für zukünftige Kosten bis 2050 liegen zwischen 280 und 900 Milliarden Euro (vgl. BMWK, 2023).

Für die Realisierung der Schlüsselmaßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes werden zusätzliche Finanz- und Personalressourcen benötigt, die nachfolgend dargestellt werden. Für jede Maßnahme erfolgte eine Einordnung zur Kostenschätzung von „Personal“, „Sachkosten“ sowie „Investitionen (für bauliche Maßnahmen)“.

## Personalbedarf

Einige der im Rahmen der Maßnahmen beschriebenen Aktivitäten können vom bestehenden Personal übernommen werden. Grundsätzlich bedeuten neue Aufgaben aber auch zusätzliche Personalressourcen und Kapazitäten. Bei den meisten Maßnahmen muss eine Einschätzung zum benötigten Personalbedarf im Laufe der Umsetzung erfolgen, da erst dann die konkreten Aufgaben und der damit verbundene Personalaufwand eindeutig absehbar sind. Für einige wenige Maßnahmen wurde der Personalbedarf bereits im Erarbeitungsprozess ermittelt.

Tabelle 17: Benannte Personalbedarfe (eigene Darstellung).

Projektziel	Maßnahmentitel	Schätzung Personalbedarf
Übergreifende Maßnahmen	Organisationsstrukturen Klimaanpassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personalstelle Klimaanpassungsmanagement</li> </ul>
Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau	Bevölkerung auf Extremwetterereignisse vorbereiten und Schutzräume schaffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung einer eigenen Fachstelle für die Planung von Außenanlagen</li> <li>Für die weiteren Bausteine ist zusätzlicher Personalbedarf im Rahmen der Umsetzung zu prüfen</li> </ul>
Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur	Stärkung des Katastrophenschutzes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erweiterung der Personalkapazitäten in der Unteren Katastrophenschutzbehörde</li> </ul>

## Sachkosten und Investitionen

Zusätzlich zu den Personalkapazitäten werden Finanzmittel für Sachkosten und Investitionen benötigt. Unter Sachkosten werden in den Maßnahmen unter anderem benannt:

- Kosten für Öffentlichkeitsarbeit
- Kosten für Präventions- und Informationskampagnen
- Kosten für die Erstellung von Konzepten, Strategien, Leitfäden sowie Analysen/Gutachten (ggf. Beauftragung externer Dienstleister)
- Kosten für Förderprogramme
- Kosten für Veranstaltungen

- Kosten für Schulungen
- Kosten für die Unterstützung von Hilfsorganisationen

Neben Sachkosten werden Investitionskosten in der konkreten Realisierung der Maßnahmen anfallen. Im Rahmen der Maßnahmen wurde eine Schätzung zum Investitionsbedarf vorgenommen. Allerdings werden auch hier konkrete Angaben erst möglich sein, wenn die weitere Maßnahmenumsetzung angegangen wird. Die Investitionskosten beziehen sich dabei lediglich auf bauliche Maßnahmen.

In einigen Fällen ist unter der Rubrik „Investitionen“ keine Angabe vermerkt, beispielsweise wenn eine Schlüsselmaßnahme zunächst die Erarbeitung eines Leitfadens vorsieht oder eine Einschätzung nicht möglich ist. Die Erstellung des Leitfadens selbst beinhaltet keine baulichen Tätigkeiten. Es ist jedoch möglich (und gewünscht), dass die Ergebnisse des Konzepts in späteren Umsetzungsphasen Baumaßnahmen nach sich ziehen, wodurch Investitionskosten zu einem späteren Zeitpunkt entstehen können.

Zu einigen Maßnahmen wurden Angaben zu hohen Investitionskosten gemacht (vgl. Tabelle 18). Darüber hinaus beinhaltet das Klimaanpassungskonzept weitere Maßnahmen, die mit geringem oder keinem Investitionsbedarf einhergehen."

Tabelle 18: Einschätzung zum Investitionsbedarf der Maßnahmen (eigene Darstellung).

Projektziel	Maßnahmentitel	Schätzung Investitionskosten
Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau	Bevölkerung auf Extremwetterereignisse vorbereiten und Schutzräume schaffen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittel bis hoch</li> <li>• Kosten für Installation und Unterhaltung von öffentlich zugänglicher Trinkwasserbereitstellung</li> </ul>
Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau	Landkreisweite Standards für die Siedlungsgestaltung etablieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittel</li> </ul>
Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur	Stärkung des Katastrophenschutzes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten für die Anschaffung technischer Ausstattung im Katastrophenschutz</li> <li>• Kosten für die Anschaffung und Instandhaltung eines Notstromanhängers</li> <li>• Kosten für den Ausbau der Kommunikationsinfrastruktur</li> </ul>

Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften	Bauliche Maßnahmen zur Anpassung an Extremwetterereignisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoch</li> <li>• Kosten für Baumaterialien bei Sanierung und Neubau</li> <li>• Kosten für klimaangepassten Neubau (Planung und Umsetzung)</li> <li>• Kosten für die Planung und Umgestaltung von klimaangepassten Freiflächen inkl. Bewässerungskonzepte</li> </ul>
Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften	Anpassung des vom Landkreis organisierten Arbeitens und Lernens an steigende Temperaturen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten für die Trinkwasserbereitstellung</li> </ul>
Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis	Landkreisweites Wassermanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoch bis sehr hoch</li> </ul>
Klimaresiliente Ökosysteme	Erhalt und Wiedervernässung von Feuchtgebieten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ggf. sehr hoch</li> <li>• Kosten für Flächenankauf</li> </ul>

### Finanzierungsansatz

Angesichts der angespannten Haushaltslage ist es von zentraler Bedeutung, verfügbare Fördermittel optimal zu nutzen und finanzielle Ressourcen effizient einzusetzen. Auf Bundes- und Landesebene stehen Förderprogramme bereit, die fortlaufend angepasst und erweitert werden. Daher wird empfohlen, möglichst viele Fördermittel für die lokale Projektumsetzung zu akquirieren und die Förderlandschaft im Blick zu behalten. Finanzierungsansätze sind in den Maßnahmensteckbriefen aufgeführt.

## 7 Konzept für die Akteursbeteiligung

Die Beteiligung relevanter Akteurinnen und Akteure bildet eine zentrale Grundlage für die Entwicklung und den Erfolg des Klimaanpassungskonzepts des Landkreises Friesland. Neben der Analyse des beobachteten und erwarteten Klimawandels sowie der räumlichen und funktionalen Betroffenheiten ermöglicht eine breite und umfassende Beteiligung, das Klimaanpassungskonzept nachhaltig bei allen relevanten Stakeholdern zu verankern, verschiedene Interessen zu berücksichtigen und potenzielle Hemmnisse frühzeitig zu erkennen und abzubauen.

Um die Einbindung der Akteurinnen und Akteure sicherzustellen, wurden gezielte Formate gewählt. Im Rahmen der Beteiligung fanden Gespräche mit relevanten Fachakteurinnen und -akteuren sowie Fachworkshops statt. Die Ergebnisse dieser Workshops und Gespräche flossen direkt in den Maßnahmenkatalog ein und gewährleisteten so eine bedarfsgerechte und praxisnahe Ausrichtung der Maßnahmen. Ein zentrales Ziel der lokalen Beteiligung war es dabei, die Akzeptanz der Maßnahmen in Verwaltung und Politik zu steigern und so eine Grundlage für deren erfolgreiche Umsetzung zu schaffen.

Die organisatorische Umsetzung des Beteiligungsprozesses lag in der Verantwortung des Fachbereichs Planung, Bauordnung und Klimaschutz des Landkreises Friesland. Dieser arbeitete eng mit externen Dienstleistungsbüros – 4K | Kommunikation für Klimaschutz, GEO-NET Umweltconsulting GmbH und Planungsgruppe Umwelt – zusammen. Zudem wurde der Klimawandelanpassungsmanager der Stadt Wilhelmshaven aktiv eingebunden, um Synergien mit dem benachbarten Klimaanpassungskonzept zu nutzen.

Wesentliche organisatorische Abstimmungen erfolgten über regelmäßige Jour-Fixe-Termine zwischen den beauftragten Dienstleistungsbüros, dem Landkreis Friesland und dem Klimawandelanpassungsmanager der Stadt Wilhelmshaven. Zwischen Dezember 2023 und Mai 2025 wurden in 16 Terminen verschiedene Inhalte und Maßnahmen detailliert abgestimmt und auf Basis des erhaltenen Feedbacks bei Bedarf angepasst.

### 7.1 Akteursanalyse

Die Herausforderung der Klimaanpassung im Landkreis Friesland betrifft zahlreiche Bereiche des kommunalen Handelns. Eine wirksame Anpassung an die lokalen Auswirkungen des Klimawandels ist nur durch die enge Zusammenarbeit mit örtlichen Fachexpertinnen und -experten möglich. Sie tragen entscheidend dazu bei, relevante Klimarisiken zu erkennen und praxisnahe Maßnahmen zu entwickeln.

Um die relevanten Akteurinnen und Akteure für die Konzepterstellung gezielt einzubinden, wurde zunächst eine umfassende Akteursanalyse durchgeführt. Der Erfolg eines Beteiligungsprozesses hängt maßgeblich von der Expertise und dem Engagement der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab. Daher wurde besonderer Wert auf einen sorgfältigen Auswahlprozess gelegt.

Im Rahmen der Analyse wurden Institutionen identifiziert, die in den zentralen Handlungsfeldern des Erarbeitungsprozesses eine Schlüsselrolle spielen. Die Akteursanalyse orientierte sich an den Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS), aus denen im Verlauf des Prozesses die relevanten Handlungsfelder für das Klimaanpassungskonzept des Landkreises zusammengeführt wurden (vgl. Kap. 4.1.2).

Tabelle 19: Handlungsfelder der DAS als Grundlage für die Akteursanalyse (eigene Darstellung).

Cluster	Handlungsfeld
I: Wasser	a) Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft b) Küsten- & Meeresschutz c) Fischerei
II: Infrastruktur	a) Gebäude b) Energieinfrastruktur c) Verkehr und Verkehrsinfrastruktur
III: Land und Landnutzung	a) Boden b) biologische Vielfalt, Naturschutz c) Landwirtschaft d) Wald und Forstwirtschaft
IV: Gesundheit	a) menschliche Gesundheit
V: Wirtschaft	a) Industrie und Gewerbe a.1) Tourismus b) Finanzwirtschaft
VI: Stadtentwicklung, Raumplanung und Bevölkerungsschutz	a) Stadt- und Siedlungsentwicklung b) Raumplanung c) Bevölkerungsschutz
VII: Übergreifende/sonstige Handlungsfelder	a) Kultur/Bildung b) Gemeinden/Städte c) politische Akteure

Die Akteursanalyse ergab eine Vielzahl von Akteurinnen und Akteuren, die folgenden Gruppen zugeordnet werden können:

- **Verwaltung Landkreis/Kommunen/Land:** Als zentrale Akteure nehmen die Verwaltungen auf Kreisebene und in den Kommunen eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung und Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen ein. Durch das Klimaanpassungskonzept sollen sie die notwendigen Ressourcen, Kompetenzen und Entscheidungsbefugnisse erhalten, um die Richtung und Prioritäten der Klimaanpassung im Landkreis Friesland maßgeblich zu beeinflussen. Ergänzend dazu spielen auch verschiedene Landesbehörden eine wichtige Rolle, da sie durch fachliche Expertise, rechtliche Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten wesentliche Grundlagen für die Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen schaffen. Insbesondere in den Bereichen Wasserwirtschaft, Naturschutz, Raumordnung und Infrastruktur leisten sie einen entscheidenden Beitrag zur strategischen Planung und praktischen Umsetzung.
- **Eigenbetriebe:** Die kommunalen Eigenbetriebe tragen eine maßgebliche Verantwortung bei der Umsetzung technischer und infrastruktureller Maßnahmen zur Klimaanpassung. Ihre Expertise und operativen Fähigkeiten ermöglichen die praktische Umsetzung der Konzepte, insbesondere in Bereichen wie Wassermanagement, Energieversorgung und Abfallwirtschaft.
- **Politik:** Die politischen Entscheidungsträgerinnen und -träger im Landkreis Friesland – darunter der Landrat, Bürgermeisterinnen und Bürgermeister, Kreistagsabgeordnete sowie Stadt- und Gemeinderäte – setzen die politischen Rahmenbedingungen für die Klimaanpassung. Durch ihre Beschlüsse bestimmen sie die inhaltliche Ausrichtung des Klimaanpassungskonzepts und stellen die erforderlichen finanziellen sowie personellen Ressourcen für die Umsetzung bereit.
- **Wirtschaft:** Die Privatwirtschaft spielt eine Schlüsselrolle in der Klimaanpassung – sei es durch Innovationen, Investitionen oder die Anpassung von Geschäftsmodellen an neue klimatische Herausforderungen. Unternehmen und Branchenvertretungen sind sowohl von Klimarisiken betroffen als auch potenzielle Partnerinnen und Partner in der Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Die Landwirtschaft ist als zentrale Akteursgruppe besonders gefordert, da sie unmittelbar von klimatischen Veränderungen betroffen ist. Dürren, Starkregenereignisse und veränderte Vegetationsperioden erfordern Anpassungsstrategien, die sowohl betriebliche als auch regionale Lösungsansätze umfassen. Ebenso spielen für den Küstenlandkreis beispielsweise Wasser- und Bodenverbände (Körperschaften öffentlichen Rechts) eine wichtige Rolle.

Die frühzeitige Einbindung der Akteurinnen und Akteure stärkt die Akzeptanz und ermöglicht Synergien zwischen wirtschaftlichen Interessen und kommunalen Zielen.

- **Zivilgesellschaft (Verbände, Vereine, Initiativen):** Die Zivilgesellschaft umfasst eine Vielzahl von Akteurinnen und Akteuren, welche die Perspektiven und Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger einbringen und das Bewusstsein für Klimaanpassung in der Bevölkerung fördern. Ihr Engagement ist entscheidend für die Akzeptanz der Maßnahmen und für die Aktivierung einer breiten Basis für lokales Handeln.

Diese Zielgruppen wurden mit verschiedenen Formaten in den partizipativen Erarbeitungsprozess (vgl. Abbildung 42) eingebunden.

## 7.2 Beteiligungsformate für die Erarbeitung des Konzeptes

Für einen partizipativen Erarbeitungsprozess wurden verschiedene Formate gewählt (vgl. Abbildung 42).

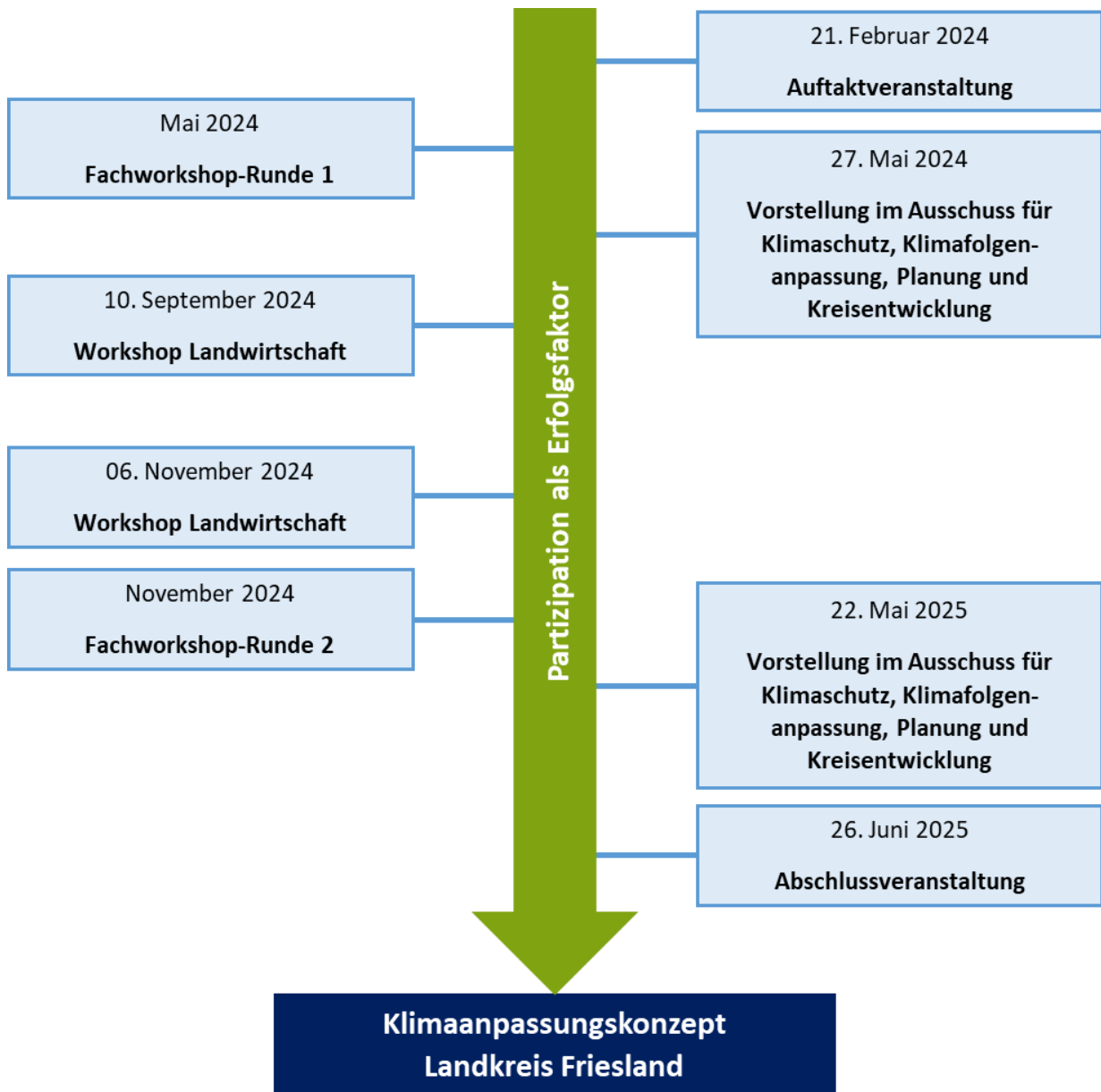


Abbildung 42: Beteiligungsformate zur Erarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes (eigene Darstellung)

Bereits während der Konzepterstellung wurde ein umfassender Beteiligungsprozess durchgeführt, der allen relevanten Interessensvertretungen die Möglichkeit zur Mitwirkung bot. Dies wurde durch die gezielte und strukturierte Einbindung verschiedener Akteursgruppen in die Erarbeitung der Maßnahmen sichergestellt (vgl. Kap. 7.1). Der inhaltliche Schwerpunkt lag auf der Einbindung von Fachakteurinnen und -akteuren, die ihr Fachwissen in Themen-Workshops einbrachten.

In mehreren Feedbackschleifen wurden die Maßnahmen gemeinsam abgestimmt und weiterentwickelt. Zusätzlich wurde die Öffentlichkeit frühzeitig durch eine Auftaktveranstaltung in den Prozess einbezogen. Ein Zwischenbericht sowie eine Ergebnisvorstellung fanden im Ausschuss für Klimaschutz, Klimafolgenanpassung, Planung und Kreisentwicklung statt. Die finalen Maßnahmen wurden schließlich in einem Maßnahmenkatalog zusammengefasst (vgl. Anhang E Maßnahmenkatalog).

## **Öffentliche Beteiligung**

Ein zentraler Bestandteil der Entwicklung des integrierten Klimaanpassungskonzepts für den Landkreis Friesland war die Beteiligung der Öffentlichkeit und der Politik. Ziel dieses Prozesses war es, möglichst viele Perspektiven und Fachkenntnisse in die Konzepterstellung einzubeziehen, um praxisnahe und wirkungsvolle Maßnahmen zu entwickeln. Besonders die politische Mitwirkung spielte eine entscheidende Rolle, da der Beschluss des Konzepts und die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen maßgeblich von der Unterstützung durch die Politik abhängen.

### **a) Auftaktveranstaltung**

Der Beteiligungsprozess zur Erstellung des integrierten Klimaanpassungskonzepts für den Landkreis Friesland wurde mit einer Auftaktveranstaltung eingeleitet. Ziel der Veranstaltung war es, die Ausgangssituation, die Notwendigkeiten und Anforderungen sowie die Erwartungen an lokale Klimaanpassungsaktivitäten zu beleuchten. Darüber hinaus diente die Veranstaltung dazu, den Beteiligungsprozess zu starten, weitere potenzielle Akteurinnen und -akteure zu identifizieren und auf die engagierte Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen einzustimmen.

Die öffentliche Auftaktveranstaltung fand am 21. Februar 2024 im Theater Am Dannhalm in Jever als Präsenzveranstaltung statt. Einladungen wurden per E-Mail über den Landrat an ca. 150 Institutionen aus Verwaltung und externen Stakeholdern versandt, darunter die Kreiskommunen, die Politik und von Klimaanpassung betroffene Institutionen. Zusätzlich wurde die interessierte Öffentlichkeit über Presseveröffentlichungen eingeladen.

Nach der Begrüßung durch Sven Ambrosy, Landrat des Landkreises Friesland, und einer thematischen Einführung zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Landkreis Friesland und Niedersachsen durch das NLKWN folgte ein Podiumsgespräch. Anschließend hatten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Möglichkeit, sich in verschiedenen Gruppen intensiv mit den Auswirkungen des Klimawandels und möglichen Klimaanpassungsmaßnahmen für den Landkreis Friesland auseinanderzusetzen. Im Rahmen einer Ideenbörse wurde in den fünf Handlungsfeldern Landwirtschaft, Küstenschutz und Wasserhaushalt, kritische Infrastrukturen und Dorf- und Stadtumbau diskutiert.

Die Ergebnisse der Ideenbörse flossen in die weitere Entwicklung der Maßnahmen ein und bildeten eine wichtige Grundlage für die Ausarbeitung des integrierten Klimaanpassungskonzeptes.

### **b) Abschlussveranstaltung**

Den Abschluss des Beteiligungsprozesses zur Erstellung des integrierten Klimaanpassungskonzeptes für den Landkreis Friesland bildet die Abschlussveranstaltung, die am 26. Juni 2025 im Dienstleistungszentrum des Landkreises Friesland stattfindet. Diese Veranstaltung dient nicht nur der Vorstellung der erarbeiteten Ergebnisse, sondern markiert auch den Übergang von der Konzepterstellung zur konkreten Umsetzung der Maßnahmen.

Eingeladen sind alle Akteurinnen und Akteure aus dem Beteiligungsprozess sowie Vertreterinnen und Vertreter der Kommunalpolitik, Planungs- und Bauämter, Wasserbehörden und Nachbarlandkreise. Ziel ist es, die Ergebnisse des Klimaanpassungskonzeptes zu präsentieren, Synergien zur aktuell laufenden Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes herzustellen und den nächsten Schritt – die Umsetzung der Maßnahmen – einzuleiten.

Dabei werden exemplarische Maßnahmen aus dem Maßnahmenkatalog vorgestellt, um die praktische Umsetzung greifbarer zu gestalten. Die Abschlussveranstaltung bietet zudem eine Plattform für den weiteren Austausch und die Vernetzung der relevanten Akteurinnen und Akteure, um gemeinsam an der erfolgreichen Umsetzung der Klimaanpassungsmaßnahmen zu arbeiten.

### **c) Ausschuss für Klimaschutz, Klimafolgenanpassung, Planung und Kreisentwicklung**

Die politische Verankerung des Klimaanpassungskonzeptes war ein wesentlicher Schritt, um eine nachhaltige und langfristige Umsetzung sicherzustellen. Daher wurde der Ausschuss für Klimaschutz, Klimafolgenanpassung, Planung und Kreisentwicklung frühzeitig in den Prozess eingebunden. In diesem Gremium wurden ein Zwischenbericht sowie eine Ergebnisvorstellung präsentiert, um die politischen Entscheidungsträgerinnen und -träger umfassend über den aktuellen Stand der Konzepterstellung zu informieren und damit die Beschlussfassung des Konzeptes im Kreistag vorzubereiten. Die Vorstellung und Diskussion des Projektaufbaus sowie der relevanten Inhalte boten den Ausschussmitgliedern die Möglichkeit, Anregungen einzubringen und das weitere Vorgehen aktiv mitzugestalten.

## Fachliche Beteiligung

Die Einbindung von Fachakteurinnen und -akteuren war ein zentraler Bestandteil der Entwicklung des integrierten Klimaanpassungskonzepts. In einem intensiven und mehrstufigen Beteiligungsprozess wurde ein Maßnahmenprogramm entwickelt, das auf die spezifischen Anforderungen des Landkreisgebiets abgestimmt ist (vgl. Anhang E Maßnahmenkatalog).

In der Beteiligung wurden zunächst die zukünftigen lokalen Klimarisiken als Ausgangspunkt der Maßnahmenentwicklung betrachtet (vgl. Kap. 4.1). Anstatt sich lediglich auf derzeit realisierbare Maßnahmen zu beschränken, wurde darauf abgezielt, langfristige Herausforderungen proaktiv anzugehen. Durch die gezielte Einbindung regionaler Fachexpertise wurde sichergestellt, dass die erarbeiteten Maßnahmen sowohl fundiert als auch praxisnah sind.

Der Beteiligungsprozess umfasste zwei Workshop-Runden, die sich und entsprechend den Projektzielen auf fünf thematische Arbeitsgruppen verteilten.

### 1. Workshop-Runde: Betroffenheiten und Entwicklung von Maßnahmenideen

In der 1. Workshop-Runde lag der Fokus auf der Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels in den Handlungsfeldern sowie der Entwicklung erster Maßnahmenideen. Grundlage der Diskussion waren die von der externen Dienstleistung vorgestellten Klimarisiken in den jeweiligen Handlungsfeldern, die anhand von Klimawirkungsketten analysiert und bewertet wurden (vgl. Kap. 4.1). Die Teilnehmenden brachten erste Maßnahmenvorschläge ein, die im weiteren Prozess geprüft und konkretisiert wurden. Insgesamt fanden fünf Termine statt, wovon drei gemeinsam mit der Stadt Wilhelmshaven durchgeführt wurden (vgl. Tabelle 20: Übersicht Workshoptermine und dort adressierte Handlungsfelder (eigene Darstellung)).

Tabelle 20: Übersicht Workshoptermine und dort adressierte Handlungsfelder (eigene Darstellung).

#### Workshop

**Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes**  
(gemeinsam mit Stadt Wilhelmshaven)  
13.05.2024

**Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis**  
(gemeinsam mit Stadt Wilhelmshaven)  
14.05.2024

#### Adressierte Handlungsfelder

Gewässer und Wasserhaushalt  
Versorgung und Entsorgung

Land- und Forstwirtschaft  
Artenschutz und Biodiversität

**Betroffenheit kritischer Infrastruktur ermitteln und optimieren**  
(gemeinsam mit Stadt Wilhelmshaven)  
16.05.2024

Wirtschaft und Tourismus  
Versorgung und Entsorgung  
Verkehr und Mobilität

Hafen  
Mensch und Gesundheit  
Mensch und Gesundheit  
Stadtgrün

**Klimagerechter Dorf- oder Stadtbau**  
24.05.2024

Wirtschaft und Tourismus  
Verkehr und Mobilität

**Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften**  
23.05.2024

Bauwesen und Immobilien  
Stadtgrün  
Versorgung und Entsorgung

Die Workshops der 1. Runde wurden online durchgeführt. Insgesamt nahmen 50 Personen aus 22 verschiedenen Ämtern und Institutionen teil, wobei einige Teilnehmerinnen und Teilnehmer an mehreren Workshops mitwirkten. Die Verteilung der teilgenommenen Akteurinnen und Akteure an der 1. Workshop-Runde stellt sich wie folgt dar:

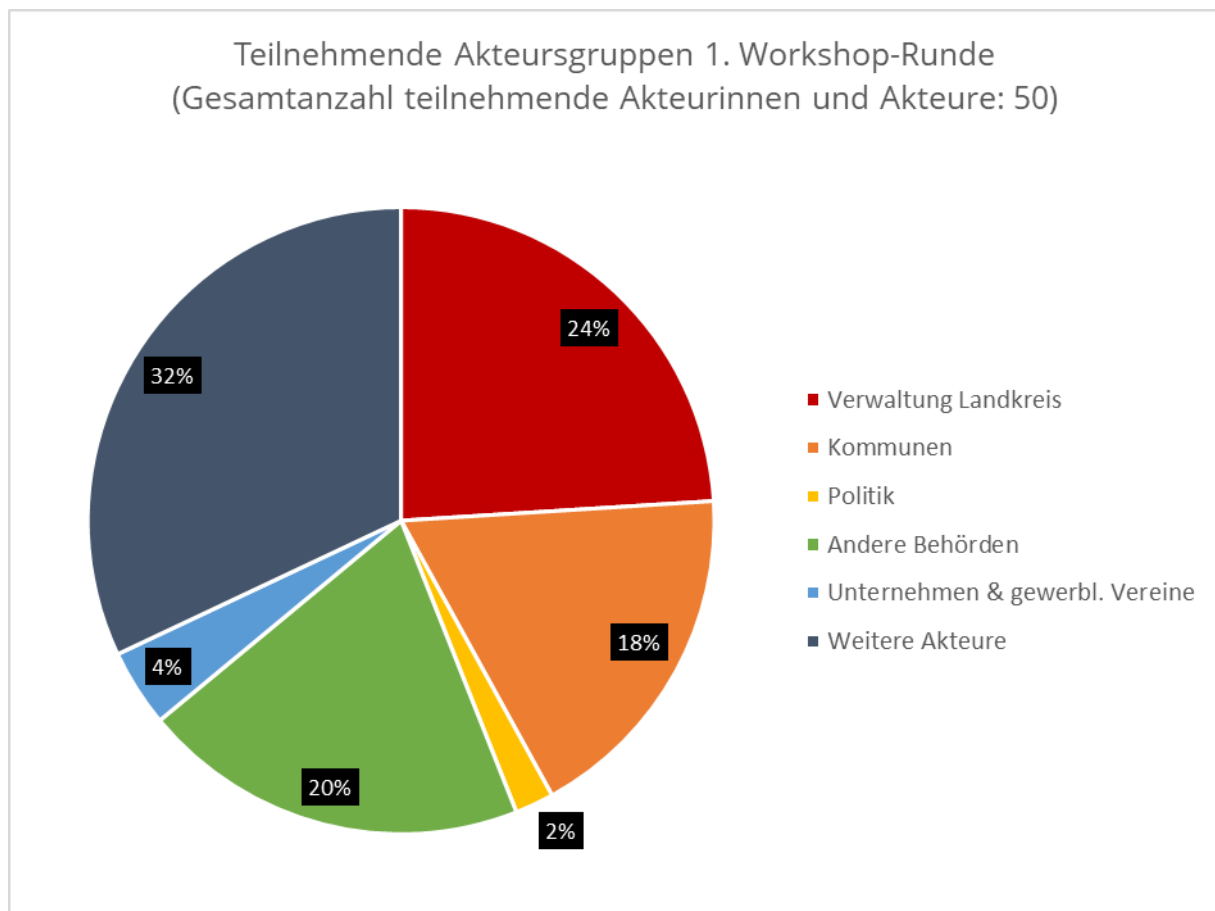


Abbildung 43: Teilnehmende Akteursgruppen 1. Workshop-Runde (eigene Darstellung)

In der Diskussion wurden die Klimawirkungsketten durch wichtige Beiträge mit lokalem Bezug ergänzt. Zudem wurden Verknüpfungen zu anderen laufenden Projekten und Verfahren identifiziert, die in die Maßnahmenentwicklung einfließen.

Nach den Workshops erhielten die Fachakteurinnen und -akteure eine Dokumentation der Ergebnisse. Zudem konnten weitere Anmerkungen eingereicht und so auch die Einschätzung weiterer Fachakteurinnen und -akteure einbezogen werden. Dieser iterative Prozess trug dazu bei, die lokalen Klimarisiken zu bewerten und die funktionale Betroffenheit im Landkreis Friesland zu erfassen.

### **Fachworkshops Landwirtschaft**

Zur Vorbereitung auf die zweite Workshop-Runde fanden zwei Fachworkshops mit Vertretungen der Landwirtschaft in Präsenz statt. Da die Landwirtschaft im Landkreis Friesland eine zentrale Zielgruppe im Klimaanpassungsprozess ist, wurde eine intensive Beteiligung angestrebt. Ziel war es, die Akteurinnen und Akteure frühzeitig im Konzept einzubinden, das Projektvorhaben vorzustellen und gemeinsam Maßnahmen zu entwickeln.

Während der Workshops wurden spezifische Herausforderungen und Anpassungsbedarfe der Landwirtschaft eingehend diskutiert, um gezielt geeignete Maßnahmen abzuleiten. Teilgenommen haben Vertretungen der Ortsverbände, der Landwirtschaftskammer, des Grünlandzentrums und der Landfrauen.

### **2. Workshop-Runde: Maßnahmenabstimmung**

Die 2. Workshop-Runde konzentrierte sich auf die Abstimmung der entwickelten Maßnahmen. Diese Workshops fanden online statt. Die Workshops dienten einer fachlichen sowie inhaltlichen Prüfung und Präzisierung der ausgearbeiteten Maßnahmenbeschreibungen.

In dieser Runde nahmen 30 Personen aus 16 verschiedenen Institutionen teil, von denen einige Teilnehmende an mehreren Workshops mitwirkten. Die Verteilung der teilgenommenen Akteursgruppen an der 2. Workshop-Runde stellt sich wie folgt dar:

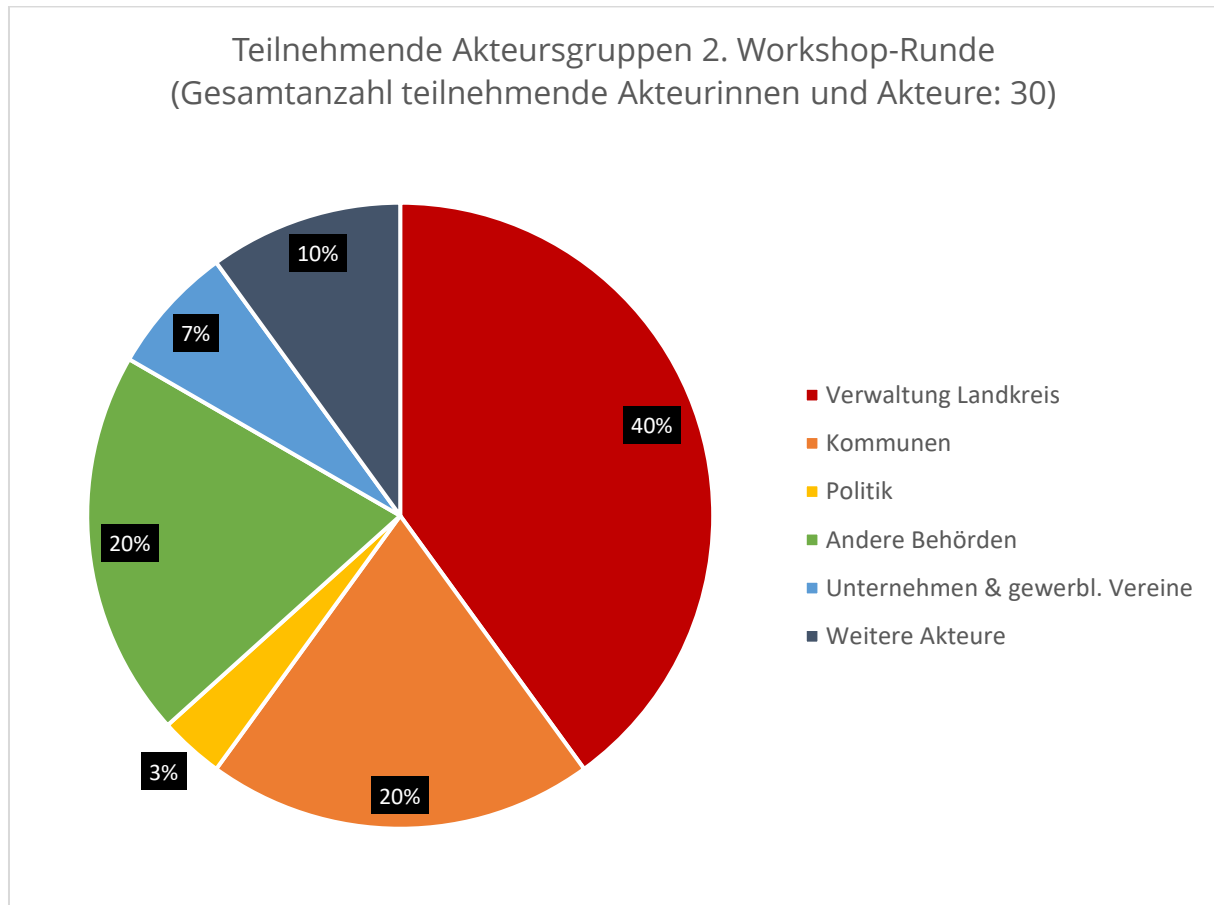


Abbildung 44: Teilnehmende Akteursgruppen 2. Workshop-Runde (eigene Darstellung)

Nach der 2. Workshop-Runde erhielten die Teilnehmenden aller Workshoprunden noch einmal die Möglichkeit zur schriftlichen Rückmeldung zu den Maßnahmensteckbriefen.

Die Ergebnisse dieses intensiven Beteiligungsprozesses sind in den Maßnahmenkatalog eingeflossen (vgl. 6 Maßnahmenkatalog für den Landkreis Friesland).

### 7.3 Akteursbeteiligung bei der Umsetzung des Konzeptes

Die Klimaanpassung ist eine Querschnittsaufgabe, die zahlreiche kommunale Handlungsbereiche betrifft und daher auf die Mitwirkung und Akzeptanz unterschiedlicher Akteurinnen und Akteure angewiesen ist. Um die verschiedenen Interessen zu berücksichtigen und die Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes effektiv zu gestalten, ist eine umfassende Akteursbeteiligung auch während der Umsetzung von zentraler Bedeutung. Dieser Prozess stärkt die Akzeptanz und trägt zur fachlichen und gesellschaftlichen Integration der Maßnahmen bei. Die Einbindung der Akteurinnen und Akteure soll frühzeitig und kontinuierlich erfolgen, um bestehendes Wissen zu nutzen, Synergien zu schaffen und das Verständnis für gemeinsame Herausforderungen zu fördern.

Die kontinuierliche Beteiligung relevanter Akteursgruppen soll sicherstellen, dass die Umsetzung des Klimaanpassungskonzepts auf einem breiten Fundament gemeinsamer Verantwortung basiert. Dabei stehen folgende Zielsetzungen im Fokus:

- **Erhöhung der Akzeptanz:** Eine transparente Kommunikation und die aktive Einbindung relevanter Interessensgruppen stärken die Unterstützung für Klimaanpassungsmaßnahmen.
- **Förderung des Wissensaustauschs:** Der Dialog zwischen Verwaltung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Wissenschaft ermöglicht es, bestehende Expertise zu nutzen und innovative Ansätze für die Klimaanpassung zu identifizieren.
- **Mobilisierung von Ressourcen:** Die Zusammenarbeit mit öffentlichen und privaten Partnerinnen und Partnern eröffnet neue Finanzierungsmöglichkeiten und bringt wertvolles Fachwissen in den Prozess ein.
- **Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses:** Der Austausch fördert die Verständigung über die zentralen Herausforderungen, Ziele und Maßnahmen des Klimaanpassungskonzepts und stärkt das gemeinschaftliche Engagement.
- **Multiplikatoreffekt:** Beteiligte Akteurinnen und Akteure fungieren als Vermittelnde innerhalb ihrer Netzwerke und tragen zur Bekanntmachung sowie Akzeptanz der Maßnahmen bei.

Zur Umsetzung dieser Ziele werden unterschiedliche Beteiligungsformate eingesetzt, die den jeweiligen Zielgruppen und ihrem Informationsbedarf gerecht werden.

### **Kooperationen und Partnerschaften**

Partnerschaften tragen dazu bei, die Klimaanpassungsbotschaft in die Breite zu tragen. Gemeinsame Projekte oder Förderprogramme können sowohl die Reichweite als auch die Wirkung der Maßnahmen stärken.

- **Zusammenarbeit mit Unternehmen:** Die Wirtschaft kann sowohl durch eigene Klimaanpassungsmaßnahmen als auch durch Kooperationen mit dem Landkreis aktiv zur Umsetzung beitragen. Die Integration wirtschaftlicher Akteursgruppen trägt nicht nur zur Anpassung an den Klimawandel bei, sondern stärkt auch die langfristige Wettbewerbsfähigkeit.
- **Bildungspartnerschaften:** Schulen und Universitäten spielen eine zentrale Rolle bei der Sensibilisierung junger Generationen für Klimaanpassungsthemen. Lehrmaterialien und Projekte fördern das Bewusstsein und die aktive Beteiligung von Schülerinnen und Schülern, Studentinnen und Studenten sowie Lehrerinnen und Lehrern.

- **Einbindung von NGOs und Umweltverbänden:** Umweltorganisationen leisten wertvolle Öffentlichkeitsarbeit und tragen zur Akzeptanz der Maßnahmen bei. Ihre Beteiligung an Planung und Umsetzung verstärkt die Sichtbarkeit und Legitimität des Klimaanpassungskonzepts.

### **Bürgerbeteiligung**

Die aktive Mitwirkung und das Bewusstsein der Bürgerinnen und Bürger sind wichtige Säulen des Klimaanpassungskonzepts. Maßnahmen zur Bürgerbeteiligung schaffen Möglichkeiten, um individuelle Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel zu fördern und das Verständnis für die Klimaherausforderungen zu stärken:

- **Kampagnen und Programme:** Informationskampagnen und Förderprogramme sollen das Bewusstsein für Klimaanpassung schärfen und Bürgerinnen und Bürger zur aktiven Teilnahme ermutigen. Wettbewerbe oder Fördermaßnahmen können zusätzliche Anreize für individuelles Engagement schaffen.
- **Bürgerforen und Workshops:** In offenen Veranstaltungen können Interessierte sich über geplante Maßnahmen informieren, ihre Anregungen einbringen und aktiv an der Entscheidungsfindung mitwirken.
- **Multiplikatorinnen und Multiplikatoren aus der Zivilgesellschaft:** Personen oder Gruppen mit besonderer Vorbildfunktion können Klimaanpassungsthemen gezielt in ihre Netzwerke tragen und so die Reichweite der Maßnahmen vergrößern.

### **Netzwerkarbeit und überregionale Zusammenarbeit**

Netzwerkarbeit ist ein wesentlicher Baustein, um einen nachhaltigen Wissensaustausch zu fördern und von den Erfahrungen anderer Städte und Gemeinden zu lernen. Überregionale Kooperationen bieten die Möglichkeit, innovative Ideen zu übernehmen und Synergien zu nutzen (vgl. Kap. 9).

### **Öffentlichkeitsarbeit**

Eine kontinuierliche, verständliche und transparente Kommunikation über den jeweils aktuellen Kenntnisstand und Fortschritt des Klimaanpassungskonzepts ist für alle Akteurinnen und Akteure entscheidend. Die Öffentlichkeitsarbeit wird in Kapitel 8 näher erläutert.

## 8 Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

### Warum ein Konzept?

Die Themen Klimawandel und Klimaschutz werden seit langem medial und gesellschaftlich thematisiert und diskutiert. Durch Katastrophen, wie z.B. die Starkregenereignisse im Ahrtal 2021 und in Spanien 2024, aber auch das Hochwasser im Winter 2023/2024 in Niedersachsen, sind auch die Folgen des Klimawandels vermehrt in den Fokus der Berichterstattung gerückt. In Folge dieser Berichterstattung werden auch immer wieder Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel aufgezeigt und finden somit Wahrnehmung in der Gesellschaft. Diese Maßnahmen können sich aufgrund der regionalen Klimawirkungen je nach Region allerdings stark voneinander unterscheiden. Für den Landkreis Friesland sollen die regionalen Klimawirkungen und die im Klimaanpassungskonzept entwickelten Maßnahmen verständlich kommuniziert und erläutert werden.

Die Kommunikation zum Klimaanpassungskonzept und zum Klimawandel im Allgemeinen soll transparent und wissenschaftsbasiert erfolgen, dabei gilt es die Maßnahmen und deren Wirkung in den Vordergrund zu stellen. Diese wurden entwickelt, um die Risiken des Klimawandels im Landkreis Friesland zu minimieren, Schäden zu vermeiden, aber auch Potenziale zu nutzen. Es soll der Bevölkerung vermittelt werden, dass der Landkreis Handlungsmöglichkeiten für eine lebenswerte Kreisentwicklung in den nächsten Jahrzehnten besitzt. Gleichzeitig soll kommuniziert werden, dass auch die Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen im Sinne der Eigenvorsorge tätig werden können oder müssen, um den Risiken des Klimawandels zu begegnen.

Für die strategische Ausrichtung des Landkreises Friesland wurden 2022 sechs Mittelfristige Entwicklungsziele (MEZ) mit dazugehörigen Handlungsschwerpunkten (HSP) aufgestellt (Weitere Informationen auf der Website des Landkreises Friesland unter [Link](#) sowie die Veröffentlichung unter [Link](#)). Diese legen die schwerpunktmäßige Ausrichtung des Landkreises Friesland für die nächsten Jahre fest. Mit diesen Mittelfristigen Entwicklungszielen und Handlungsschwerpunkten soll Friesland zielgerichtet und konsequent weiterentwickelt werden. Ein Bezug zwischen den MEZ und HSP wird im Rahmen der Gesamtstrategie erläutert (vgl. Kap. 5). Bei der Umsetzung der MEZ und HSP sollen u.a. folgende Querschnittsaufgaben beachtet werden, zu denen auch das integrierte Klimaanpassungskonzept und das Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit beitragen:

- Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern
- Nachhaltigkeit
- Klimaschutz, Klimaneutralität und Klimaresilienz, Strukturwandel
- Netzwerkarbeit

## Ziele der Kommunikation

Eine erfolgreiche Umsetzung des integrierten Klimaanpassungskonzepts im Landkreis Friesland kann nur gemeinsam mit den unterschiedlichen Akteurinnen und Akteuren erfolgen. Den Bürgerinnen und Bürgern, den Städten und Gemeinden im Landkreis Friesland, den verschiedenen Fachbereichen innerhalb der Landkreisverwaltung, aber auch von den besonders relevanten Unternehmen und Institutionen, die für die Umsetzung wichtig sind. Eine kontinuierliche zielgruppenspezifische Kommunikation der Relevanz des Klimawandels ist dabei notwendig, um die Grundlage für eine Beteiligung an der Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes zu schaffen.

Die Kommunikation kann dabei in zwei Themenblöcke mit den zugehörigen zentralen Kommunikationszielen unterteilt werden:

1. Information über den Klimawandel und die daraus resultierenden Veränderungen
  - Information über Klimaschutz und Klimaanpassung, Unterschiede erläutern – Synergien aufzeigen
  - Schaffung eines Bewusstseins für die konkreten Risiken des Klimawandels für die verschiedenen Teile der Gesellschaft
  - Handlungsmöglichkeiten aufzeigen, um diesen Risiken zu begegnen
  - Aufzeigen der Chancen des Klimawandels und der Klimaanpassung
  - Motivation zur Übernahme von Verantwortung im eigenen sozialen und/oder beruflichen Kontext
2. Kommunikation des integrierten Klimaanpassungskonzeptes des Landkreises Friesland
  - Zielgruppengerechte Information über die Ziele und zentralen Inhalte des Anpassungskonzeptes
  - Kommunikation der einzelnen Projekte/Maßnahmen und ihrer Umsetzung
  - interessierten Betroffenen/Akteurinnen und Akteuren die Möglichkeit geben Anregungen, Hinweise und Kritik einzubringen sowie aktiv mitzuwirken

## Zielgruppen der Kommunikation

Die Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes basiert auf einem Beteiligungsprozess, im Rahmen dessen relevante Akteurinnen und Akteure aus dem Landkreis Friesland, den Fachbereichen der Landkreisverwaltung und den Städten und Gemeinden sowie weitere externe Expertinnen und Experten einbezogen wurden (vgl. Kap. 7).

Für eine konzeptionelle Weiterentwicklung und die Umsetzung muss das Konzept weiterhin in die Verwaltung getragen und verbreitet werden. Neben der Landkreisverwaltung sollten die Kommunen und Fachöffentlichkeit sowie die allgemeine Bevölkerung zur Klimaanpassung angesprochen und aktiviert werden.

Die Besonderheiten, Bedürfnisse und Anforderungen der jeweiligen Zielgruppe geben den Orientierungsrahmen für die Kommunikation vor. Die Zielgruppen sollen in ihren Handlungs- und Aktionsräumen angesprochen werden, Betroffenheiten sollten anschaulich beschrieben werden (informieren und sensibilisieren) und konkrete Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt und angeboten werden (unterstützen). Zudem sollten für die Ansprache bereits bestehende Kommunikationsstrukturen bei thematischen Anknüpfungspunkten genutzt werden.

Für die regionale Öffentlichkeitsarbeit lassen sich im Landkreis Friesland insbesondere die in Abbildung 45 aufgeführten Zielgruppen differenzieren.



Abbildung 45: Zielgruppen (blau) und Aufgaben der Öffentlichkeitsarbeit (grün) (eigene Darstellung)

## Informieren und sensibilisieren

Diese Form der Öffentlichkeitsarbeit ist zielgruppenorientiert vorzunehmen. Um die oben genannten Zielgruppen über das Thema Klimaanpassung zu informieren und dafür zu sensibilisieren, können bestehende regionale Medien genutzt werden (vgl. Übergreifende Maßnahme „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“):

- Internetseiten: Für den Landkreis Friesland steht als erstes Informationsportal die Website des Landkreises unter [Link](#) zur Verfügung. Dort finden sich Informationen zu allen regionsrelevanten Themen. Außerdem können die Internetseiten für Klimaanpassung unter [Link](#) und Klimaschutz des Landkreises Friesland unter [Link](#) zur Informationsvermittlung genutzt werden.
- Die Präsenz des Landkreises Friesland in sozialen Medien wie facebook und Instagram sollte zusätzlich einbezogen werden. Diese werden durch die Pressestelle des Landkreises betreut.
- Veranstaltungen (Klimatag, Bürgersprechstunde, Woche der Klimaanpassung, Klimaspaziergänge, Fair Trade Friesland u.v.m.)
- Koordination und Verbreitung der vorhandenen und im Rahmen des Konzeptes zu entwickelnden Leitfäden
- Gezielte Pressemeldungen
- Weitere Medien wie z.B. Infoflyer und Broschüren oder Klimarundgänge, auch in Zusammenarbeit mit den Städten und Gemeinden.

Die Zielgruppen verfügen in Teilen bereits über ein gutes Wissen und die entsprechenden Informationen zur Klimaanpassung. Dieses Wissen gilt es auszubauen und geeignete Möglichkeiten zur Vermittlung von Wissen und Informationen zu schaffen. Von besonderer Bedeutung für die Kommunikationsaktivitäten ist daher die Einrichtung einer Informationsplattform auf der Website des Landkreises Friesland (vgl. Übergreifende Maßnahme „Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit“). Vorhandene Informationen und Daten zum Klimawandel sollten auf der Homepage möglichst umfassend und gebündelt für die breite Öffentlichkeit verfügbar sein. Als erste Anlaufstelle für das Thema Klimaanpassung im Landkreis Friesland sollten hier auch (regionale) Best-Practice-Beispiele aus den verschiedenen Handlungsfeldern aufgezeigt werden.

Überregional sind bereits gute Informationsplattformen etabliert, die mit der regionalen Informationsplattform verknüpft werden sollten. Beispiele hierfür sind die „KomPass-Tatenbank“ des Umweltbundesamtes unter [Link](#)) und die Homepage des Zentrum Klimaanpassung (ZKA) mit Informationen zu Klimaanpassung unter [Link](#).

## Unterstützen

Zur Unterstützung sollten konkrete Kommunikationsangebote insbesondere für Städte und Gemeinden entwickelt werden. Im Maßnahmenkatalog werden für die Maßnahmen kommunikative Instrumente identifiziert und erläutert, die es umzusetzen gilt (vgl. Anhang E Maßnahmenkatalog).

Die Website des Landkreises bietet eine wichtige Hilfestellung: Neben der Bereitstellung von Hintergrundinformationen für die breite Öffentlichkeit wird hier auch Fachwissen für die Fachöffentlichkeit gebündelt. Leitfäden, Flyer, Drucksachen, Datenbanken und die im Rahmen des Klimaanpassungskonzeptes erstellten Betroffenheitskarten sowie (zukünftige) Ergebnisse aus dem Klimaanpassungskonzept (Wassermanagementkonzept, Maßnahmenevaluation, etc.) sollten auf der Informationsplattform eingestellt werden. Ein zusätzlicher Mehrwert entsteht durch die Sammlung von (regionalen) Best-Practice-Beispielen. Zudem könnten neben der Landkreisverwaltung auch die Daten externer Akteurinnen und Akteure wie bspw. der Naturschutzverbände auf der Plattform eingebunden werden. Auch überregionale Informationen sollten mit der regionalen Informationsplattform verknüpft werden.

In der KomPass-Tatenbank des Umweltbundesamtes finden sich neben Informationen für die breite Öffentlichkeit eine Vielzahl an Maßnahmen und Projekten zur Anpassung an die Klimawandelfolgen als Beispiele für die Anwendung auf kommunaler Ebene. Ein weiteres hilfreiches Instrument des Umweltbundesamtes ist der Klimalotse unter [Link](#). Dieser Online-Leitfaden unterstützt Kommunen bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels und richtet sich daher vor allem an Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Städten und Gemeinden.

Für die Umsetzung der vorgestellten Beispiele und Ideen ist die Kooperation mit lokalen Akteurinnen und Akteuren wichtig, da viele der genannten Ansätze lokal umgesetzt werden müssen. Der Landkreis kann hier als Servicestelle die Kommunen unterstützen.

Die Stelle des Klimaanpassungsmanagements des Landkreises Friesland unterstützt die Städte und Gemeinden durch Vernetzungsangebote (vgl. Anhang E Maßnahmen Übergreifende Maßnahme „Organisationsstrukturen Klimaanpassung“). Sie fördert den fachlichen Austausch und koordiniert und initiiert die Angebote von Seiten des Landkreises.

Um Projekte und Aktionen zum Thema Klimaanpassung umzusetzen, gibt es verschiedene Fördermöglichkeiten. Das Niedersächsische Klimagesetz (NKlimaG) verpflichtet Landkreise in §18 Absatz 2 „die kreis- oder regionsangehörigen Gemeinden zur Inanspruchnahme von Klimaschutzfördermitteln zu beraten und bei deren Beantragung zu unterstützen.“

Der Landkreis Friesland hat hierzu eine Personalstelle geschaffen und bietet dieses Angebot neben den Kommunen auch für Bürgerinnen und Bürger an. In Zusammenarbeit mit dem Klimaanpassungsmanagement soll dieses Beratungsangebot um Fördermittel zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels erweitert werden.

### **Monitoring und Erfolgskontrolle der Kommunikationsaktivitäten**

Abschließend ist es erforderlich, die Kommunikationsaktivitäten und deren Erfolg in den Kontext des gesamten Prozesses einzuordnen. Eine solche Erfolgskontrolle ermöglicht es, die Wirksamkeit der Aktivitäten zu bewerten und sicherzustellen, dass sie den angestrebten Zielen entsprechen. So können Anpassungen vorgenommen werden, um die Kommunikation effektiver auszugestalten. Dieser Verbesserungsprozess bildet das Fundament für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Kommunikationsaktivitäten im Rahmen des Klimaanpassungskonzepts. Eine fortlaufende Anpassung ist entscheidend, um zu gewährleisten, dass die Kommunikation den sich ständig verändernden Anforderungen und Erwartungen gerecht wird und einen effektiven Beitrag zur Zielerreichung leistet. Zu dem Zweck sollten die Ziele in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Pro Ziel sind Indikatoren zu definieren, die einen aussagekräftigen Anhaltspunkt dazu liefern, ob das Ziel erreicht wurde.

## 9 Verstetigung

Das integrierte Klimaanpassungskonzept des Landkreises Friesland zeigt die im Erarbeitungsprozess gewonnenen Erkenntnisse zu den Risiken und Wirkungen des Klimawandels sowie die daraus abgeleiteten Ziele und Schlüsselmaßnahmen auf. Diese Erkenntnisse müssen als Abwägungsbelange in die Planungs- und Entscheidungsprozesse des Landkreises eingebunden werden. Eine fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit und der fachliche Austausch mit den Kommunen des Landkreises stellen hierbei ein zentrales Instrument dar. Ziel muss es sein, dass Aspekte der Klimafolgenanpassung in Zukunft bei allen Prozessen in Friesland frühzeitig und kontinuierlich berücksichtigt werden, ohne den Verwaltungsaufwand spürbar zu erhöhen.

Eine zentrale und koordinierende Rolle übernehmen dabei die Stelle des Klimaanpassungsmanagements und der Fachbereich Planung, Bauordnung und Klimaschutz, dem diese zugeordnet ist. Die Rolle der Regional- und Stadtplanung findet sich bereits im regionalen Raumordnungsprogramm (RROP) des Landkreises Friesland aus dem Jahr 2020 in der Begründung zu 1.3 Ziffer 01 wieder:

*„Dabei bietet die Regional- und Stadtplanung dem Klimaschutz als Fachplanung die Möglichkeit, urbanen und peripheren Raum möglichst frühzeitig resilient gegenüber klimatischen Auswirkungen zu gestalten. Die zentralen Handlungsfelder stellen dabei die Anpassung von sowohl Siedlungs-, Freiraum als auch Infrastrukturen an den Klimawandel dar. Die Regional- und Stadtplanung als querschnittsorientierte Aufgabe kann durch ihre Steuerungs- und Koordinierungsfunktion wesentlich dazu beitragen, die Ziele des Klimaschutzes und der –anpassung zu erreichen, da sie unmittelbar auf die Ressourcen Boden, Luft und Wasser wirkt. Durch die Koordinierungs- und Steuerungsfunktion der einzelnen Fachplanungen, kann es durch die Regional- und Stadtplanung ermöglicht werden, eine fachübergreifende und interdisziplinäre Arbeitsweise auszuüben – aber auch anwendungsbezogene Lösungen für Problemstellungen des Klimawandels und Herausforderungen der Klimaanpassung zu erarbeiten.*

*Klimawandel findet sich oft in fast allen Umweltbelangen und Handlungsfeldern wieder, wie z.B. der Wasser- und Energieversorgung, der Gesundheitsbranche sowie in der Biodiversität und Natur und Landschaft. Durch die Integration von Klimaschutz in die formellen und informellen Instrumente der Stadt- und Regionalentwicklung, kann ein möglichst umfassender und mittel- bis langfristig ausgerichteter Ansatz für die Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels für die Region und den Landkreis Friesland angewandt werden.“*

Die Vorsorge vor den Risiken des Klimawandels stellt demnach eine Querschnittsaufgabe der Verwaltung dar, die verschiedenste Bereiche betrifft und eine planerische Koordinierung sowie Unterstützung erfordert. Für eine erfolgreiche Zielerreichung ist es

zudem wichtig, dass die Mitarbeitenden aller relevanten Fachbereiche kontinuierlich für das Thema sensibilisiert werden und ein möglichst breiter Konsens erreicht wird. Der Einbezug der Fachbereiche in die Erarbeitung des Klimaanpassungskonzeptes (z. B. über die Workshops) hat hierfür wichtige Grundlagen geschaffen. Durch die engagierte Mitarbeit der Fachbereiche konnten die wesentlichen Kernpunkte des Konzeptes, insbesondere die Ziele und Maßnahmen, fachbereichsübergreifend abgestimmt werden. Es empfiehlt sich, dass zur Verstetigung des interdisziplinären Austausches zu Klimaanpassungsbelangen sowie zur Umsetzungskontrolle des Klimaanpassungskonzeptes ein regelmäßiger Austausch fortgeführt wird (vgl. Übergreifende Maßnahme Organisationsstrukturen Klimaanpassung).

Ebenso wichtig für ein einheitliches Vorgehen bei der Klimaanpassung ist, dass das Thema auch auf politischer Ebene hoch angesiedelt und explizit kommuniziert wird. Die, von der Politik im Jahr 2022 beschlossene, strategische Ausrichtung des Landkreises Friesland legt für die Umsetzung Mittelfristiger Entwicklungsziele und Handlungsschwerpunkte unter anderem die Themen Klimaschutz, Klimaneutralität und Klimaresilienz und Strukturwandel als Querschnittsaufgaben fest und bietet damit eine Grundlage, auf der ein politischer Grundsatzbeschluss zur Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes und für den Anpassungsprozess wirkungsvoller Strukturen aufbauen kann.

### **Personalstelle Klimaanpassungsmanagement**

Die Umsetzung der Strategien und Maßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes erfordert personelle Ressourcen im Verwaltungsapparat. Während die Projektleitung bei der Umsetzung einzelner Schlüsselmaßnahmen mit dem kalkulierten Arbeitsaufwand von dem jeweiligen Fachbereich übernommen werden muss, erfolgt die Koordination des gesamten Anpassungsprozesses durch das Klimaanpassungsmanagement. Die Aufgaben des Klimaanpassungsmanagements sind vielseitig. Einerseits koordiniert es die Aktivitäten zur Klimaanpassung innerhalb der Verwaltung. Dazu gehört z. B.:

- der Anstoß der Umsetzung der Schlüsselmaßnahmen sowie die Unterstützung der federführenden Fachbereiche zunächst bei der Konkretisierung der Handlungsschritte und später bei der Umsetzung der Maßnahme,
- die Vertretung des Belanges „Klimafolgenanpassung“ im Rahmen von Planungs- und Genehmigungsverfahren (z. B. Stellungnahmen im Rahmen der Beteiligung zur Bauleitplanung),
- die Koordinierung des Controllings aller kommunalen Klimaanpassungsaktivitäten, also die Evaluation der Wirksamkeit der Anpassungsmaßnahmen und Bewertung ihres Beitrags zur Zielerreichung (vgl. Kap. 10),

- die Akquise von Bundes- oder Landesfördermitteln für geeignete Projekte und Maßnahmen (z.B. Förderrichtlinie Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels: Förderschwerpunkt A.3 Ausgewählte Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel),
- sowie die Netzwerkarbeit zum Wissenstransfer und zum Erfahrungsaustausch mit der Klimaforschung und mit anderen Kommunen,
- bei Bedarf der Anstoß weiterer Klimaanpassungsmaßnahmen.

Andererseits bildet das Klimaanpassungsmanagement die koordinierende Stelle für die Anregung privater Anpassungsaktivitäten und Beantwortung von anpassungsbezogenen Fragen von Privatpersonen. Dies umfasst unter anderem:

- die regelmäßige und ereignisbezogene Information der Bevölkerung über die lokalen Ausprägungen des Klimawandels, die einhergehenden Risiken und Vorsorgemöglichkeiten (z. B. im Vorfeld eines erwarteten Stark- oder Dauerregens oder bei einer nahenden Hitzewelle) über verschiedenen Medien (vgl. Kap. 8) - z. B. durch Erarbeitung klassischer Leitfäden für die individuelle Vorsorge oder auch Bewerbung angepassten Verhaltens über Social Media), die Information über und Bewerbung von Förderprogrammen für private Klimaanpassungsmaßnahmen,
- die Information über Fortschritte bei der Umsetzung des Klimaanpassungskonzeptes.

### **Fortführung des internen Austausches**

Für eine erfolgreiche Verstetigung der Klimaanpassung im Verwaltungshandeln ist der regelmäßige und kontinuierliche Austausch aller von Klimarisiken betroffenen Fachbereiche erforderlich. So können Synergien zwischen den jeweiligen klimaanpassungsbezogenen Aktivitäten frühzeitig erkannt und besser genutzt werden. Auch potenzielle Konflikte können so schnell identifiziert und durch die gemeinsame Entwicklung von Lösungen aus dem Weg geräumt werden. Dieses Potenzial der fachbereichsübergreifenden Zusammenarbeit in Klimaanpassungsfragen nutzt der Landkreis Friesland bereits: Es findet ein anlassbezogener interner Austausch der einzelnen Fachbereiche zu Klimaanpassungsthemen statt. Dies wird zukünftig fortgeführt und bei Bedarf weitere Fachbereiche und Stakeholder hinzugezogen.

### **Integration der Geodaten zur Klimaanpassung in das Geoinformationssystem**

Der Landkreis Friesland verfügt über ein Geoinformationssystem, mit dessen Anwendung die Fachbereiche bereits vertraut sind. Auch im Rahmen der Erstellung des Klimaanpassungskonzeptes wurde eine Vielzahl von Daten mit Raumbezug (Geodaten) generiert (z.B. Betroffenheitskarten vgl. Kap. 4).

Diese Daten sollten allen Fachbereichen möglichst einfach zugänglich gemacht werden, um die Berücksichtigung von Klimaanpassungsfragen bei Entscheidungen zu vereinfachen und zu fördern. Aus diesem Grund bietet sich eine Integration der Geodaten in die bestehende Geodatenstruktur an - so wird vermieden, dass Informationen zur Klimaanpassung aufwendig in den einzelnen Karten des Klimaanpassungskonzeptes recherchiert werden müssen.

## 10 Controlling-Konzept

Neben der Verstetigung der Klimaanpassung ist der Aufbau eines dauerhaften Controllings eine zentrale Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Anpassungskonzeptes. Das Controlling muss dabei über eine reine Daten-/Faktensammlung hinausgehen und im Sinne einer echten Evaluation die Fortschritte im regionalen Anpassungsprozess dokumentieren und bewerten.

Das Controlling steuert hierdurch zielführend den gesamten Planungs- und Umsetzungsprozess des Anpassungskonzeptes. Es dient zur weiteren Optimierung der Konzept- und Maßnahmenumsetzung, der Anpassungsziele, der frühzeitigen Erkennung von möglichen Schwachstellen und Risiken und dem effizienten Einsatz von Ressourcen.

Damit soll sichergestellt werden, dass das Konzept zur Anpassung an den Klimawandel regelmäßig überprüft wird, falls notwendig, Ziele und Prioritäten angepasst und neue Handlungsfelder integriert werden.

Der Aufbau des Controllings ist in Abbildung 46 dargestellt, die Kernziele sind:

- Monitoring
- Maßnahmenevaluation
- Fortschrittsbericht zur Klimaanpassung

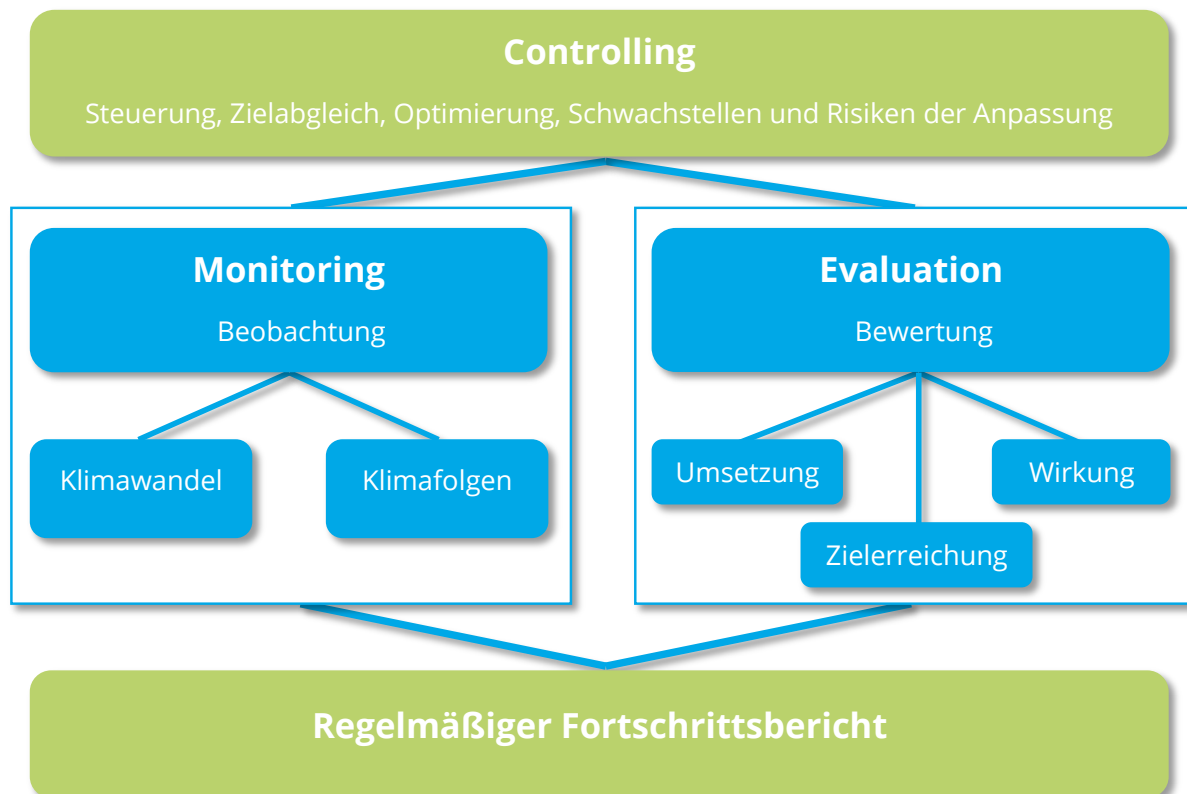


Abbildung 46: Aufbau des Controllings (eigene Darstellung)

Das Monitoring dient zur kontinuierlichen Beobachtung der in der Kommune tatsächlich eingetretenen Klimaveränderungen (Klimawandelmonitoring) sowie der Klimafolgen (Klimafolgenmonitoring). Die Evaluation setzt sich mit der Bewertung des Umsetzungsstandes der Anpassungsmaßnahmen, des Anpassungskonzepts sowie des Anpassungsprozesses auseinander (Prozessevaluation).

Innerhalb des Landkreises und darüber hinaus wirkt das Controlling als Dokumentations- und Kommunikationsinstrument unterstützend, um Akteure und Akteurinnen zu motivieren und neue Interessierte für eine Mitarbeit zu gewinnen. Daher ist das Controlling eng mit der Öffentlichkeitsarbeit verknüpft. Eine Veröffentlichung der wesentlichen Ergebnisse dient der Transparenz innerhalb der Verwaltung sowie gegenüber der Politik und Bevölkerung. Die Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt im Evaluierungsturnus der Maßnahmen alle 2 Jahre oder bei Bedarf früher.

### Monitoring

Um die im Rahmen des Anpassungskonzepts entwickelten Maßnahmen überprüfen und bewerten zu können, müssen die Grundlagen kontinuierlich aktualisiert werden. Die zu betrachtende Grundgesamtheit stellen dabei alle im Rahmen der räumlichen und funktionalen Betroffenheitsanalyse als prioritär eingestuft Klimawirkungen dar.

Die prioritäre Einstufung erfolgte anhand von verwaltungsinternen und politischen Prozessen. Hierüber können Veränderungen erfasst und, falls erforderlich, Handlungsschritte oder weitere Maßnahmen abgeleitet werden.

Dem Landkreis Friesland liegen über das Land Niedersachsen bereits Messdaten zu vielen Klimaparametern vor, die über die Kartenserver des Landes Niedersachsen eingesehen werden können (NIKO, NIKLIS, LBEG, Umweltkarten Niedersachsen). Zu den vorliegenden Klimaparametern gehören beispielsweise Temperaturparameter (Frosttage, Eistage, Sommertage, Tropennächte, Hitzeperioden, Jahresmitteltemperatur) Niederschlagsparameter (Niederschlagsmenge, Starkregenereignisse, Trockentage, maximale Tagesniederschlagssumme, Trockenperioden) Wasserhaushalt (Verdunstung, Klimatische Wasserbilanz, Grundwasserneubildung). Weitere Indikatoren können dem Maßnahmenkatalog entnommen werden. Im Rahmen der Maßnahmenevaluation sollen neue Messdaten, sofern sie vorliegen, erhoben werden. Ist für eine Erhebung von bestimmten Daten bislang keine Struktur vorhanden, sollte die Möglichkeit für eine Erhebung neuer Daten geschaffen werden.

Das Anpassungskonzept ist der Anlass dafür, zukünftig weitere Klimadaten, Informationen zu klimarelevanten Themen (z.B. Entsiegelungskataster) und zur Umweltsituation zu erfassen.

Von besonderer Relevanz sind hier auch Daten, die für die Maßnahme „Landkreisweites Wassermanagement“ und damit verbundene Maßnahmen von Bedeutung sind. Dies sind u. a. Daten zu Wasserbilanz, Grundwasserstand, Zusatzwasserbedarf, Hochwasserereignisse, Entsiegelungskataster (Land Niedersachsen), Starkregengefahrenkarte sowie Starkregenhinweiskarten ((LBEG / NLWKN) sofern diese Karten in Zukunft einen Mehrwert zu lokalen Analysen bieten).

### **Maßnahmenevaluation**

Im Rahmen des vorliegenden Konzepts wird durch die Evaluation untersucht, ob und in welchem Umfang die Maßnahmen das angestrebte Ziel erreicht haben bzw. was geändert werden muss, um die Ziele zu erreichen. Eine Evaluation kann daher sowohl als Erfolgskontrolle durchgeführter Maßnahmen als auch als Hinweis auf Verbesserungen oder Veränderungen der Vorgehensweise dienen. Durch den Vergleich der angestrebten Maßnahmenziele mit den tatsächlich erreichten Ergebnissen lässt sich der Erfolg einer Maßnahmenumsetzung bewerten und gegebenenfalls steuern. Dieser Teil des Controllings bietet darüber hinaus die Möglichkeit, neu erstellte und noch nicht durchgeführte Maßnahmen zu diskutieren und die erwarteten Stärken und Schwächen zu benennen.

Für die prozessorientierte Maßnahmenevaluation bietet der vom Umweltbundesamt (UBA) entwickelte Klimalotse – ein Leitfaden für Kommunen bei der Auseinandersetzung mit Klimafolgen und Anpassung – eine Vorlage, die an die Bedürfnisse des Landkreises angepasst werden kann (vgl. Tabelle 21). Das Umweltbundesamt empfiehlt, eine prozessorientierte Evaluation von Anpassungsmaßnahmen alle ein bis zwei Jahre durchzuführen. So können fehlende Ressourcen oder mögliche Fehlentwicklungen rechtzeitig erkannt werden um steuernd einzugreifen (UBA, 2023).

Tabelle 21: Vorlage für prozessorientierte Maßnahmenevaluation (UBA, 2023).

<b>Prozessorientierte Evaluation</b>			<i>Wappen oder Logo</i>
<b>Klimaanpassungsmaßnahme: „Name der Schlüsselmaßnahme“</b>			
<b>Maßnahmen ID:</b>			
<b>Datum der Evaluation</b>			
<b>Bearbeitung</b>	Name, Abteilung		
<b>Zielsetzung der Maßnahme</b>			
<b>Beschreibung der Maßnahme</b>			
<b>Aktueller Status</b>			
Beschreiben Sie hier in einigen Sätzen den aktuellen Status der betrachteten Maßnahme. Achten Sie dabei auf eine neutrale Beschreibung. Führen Sie an, welche Meilensteine erreicht wurden.			
<b>Bewertung des aktuellen Status</b>			
Stellen Sie hier den geplanten Stand der Maßnahme (Ist-Zustand) dar und vergleichen Sie ihn mit dem geplanten Zustand (Soll-Zustand). Diskutieren Sie dabei, welche vorab festgelegten Meilensteine erreicht wurden und welche Meilensteine bisher noch nicht erreicht werden konnten.			
<b>Bewertung der Kosten</b>			
	<b>Soll</b>	<b>Ist</b>	Nehmen Sie hier eine schriftliche Bewertung der Kostenentwicklung vor.
<b>Investitionskosten</b>	Euro	Euro	- Sind eventuell beobachtete Kostensteigerungen noch im Rahmen

<b>Prozessorientierte Evaluation</b> Klimaanpassungsmaßnahme: „Name der Schlüsselmaßnahme“ Maßnahmen ID:			Wappen oder Logo
<b>Laufende Kosten pro Jahr</b>	Euro	Euro	oder muss hier gegengesteuert werden?  - Hängen geringere Ausgaben eventuell damit zusammen, dass geplante Schritte bisher nicht umgesetzt werden konnten oder Gelder nicht wie geplant zur Verfügung standen?
<b>Beobachtete Wirkung der Maßnahme</b>			
Nehmen Sie hier eine qualitative Beschreibung beobachteter Wirkungen der Maßnahme vor. Diese können sowohl die Klimaanpassung an sich aber auch weitere Synergieeffekte oder Konflikte mit anderen Bereichen betreffen. Falls Sie parallel zur prozessorientierten Evaluation auch eine ergebnisorientierte Evaluation durchführen, können Sie hier wichtige Ergebnisse aus der ergebnisorientierten Evaluation aufnehmen.			
<b>Probleme bei der Umsetzung der Maßnahme</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Notieren Sie hier wichtige Probleme, die sich bei der Umsetzung der Maßnahme ergeben haben.</li> </ul>			
<b>Lösungsvorschläge</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Notieren Sie hier Lösungsvorschläge für die identifizierten Probleme.</li> </ul>			
<b>Empfohlene Schritte zur weiteren Umsetzung der Maßnahme</b>			
Leiten Sie aus den gesammelten Erkenntnissen zentrale nächste Schritte für die Nachsteuerung ab. Halten Sie dabei soweit möglich fest, wann diese Schritte umgesetzt werden sollen und wer für die Umsetzung zuständig ist.			

## **Fortschrittsbericht zur Klimaanpassung**

Das Controlling wird durch Fortschrittsberichte in einem wiederkehrenden Turnus ergänzt, in denen die Entwicklung der erhobenen Daten dargestellt ist, um Effekte des Klimawandels und der Anwendbarkeit der Anpassungsmaßnahmen zu dokumentieren.

Der erste Fortschrittsbericht des integrierten Klimaanpassungskonzepts sollte zum Ende der Anschlussförderung durchgeführt werden. Im Rahmen des ersten Fortschrittsberichtes sollten die Ziele der Maßnahmen mithilfe von Indikatoren operationalisiert werden, um einen transparenten Bewertungsmaßstab zu generieren. Maßnahmen, die sich zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch in der Umsetzung befinden, sollten im Sinne eines Zwischenfazit analysiert werden. In beiden Fällen ist eine Bewertung vorzunehmen, inwiefern die Maßnahme als erfolgreich und abschließend umgesetzt betrachtet werden kann oder ob noch Nachsteuerungen vorgenommen werden sollten. Bei (noch) nicht umgesetzten Maßnahmen stehen die Identifizierung von etwaigen Umsetzungshindernissen sowie die Formulierung von Empfehlungen zu ihrer Auflösung im Mittelpunkt des Evaluationsprozesses. Je nach Maßnahme kann das die Erarbeitung von konkreten Arbeitsschritten zur Unterstützung der Umsetzung oder aber im Einzelfall auch die Modifikation oder gänzliche Aufgabe einer Schlüsselmaßnahme bedeuten. Für die Planung der Gesamtevaluation bietet der vom UBA entwickelte Klimalotse eine Vorlage, die an die Bedürfnisse des Landkreises angepasst werden kann (vgl. Tabelle 22).

Wenn möglich sollte der Evaluationsprozess mit vorhandenen Controlling-Konzepten in der Kommune verknüpft werden. Hierfür bietet sich im Landkreis Friesland die Fortschreibung des Klimaschutzkonzeptes an, die im Jahr 2025 erfolgt. Des Weiteren bieten die Mittelfristigen Entwicklungsziele (MEZ) mit den dazugehörigen Handlungsschwerpunkten (HSP) aus dem Jahr 2022, welche die strategische Ausrichtung des Landkreises Friesland festlegen, die Möglichkeit zur konzeptübergreifenden Evaluation.

Zur Umsetzung und Steuerung der Maßnahmen des integrierten Klimaanpassungskonzepts hat der Landkreis Friesland einen Förderantrag über die Förderrichtlinie „Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ im Förderschwerpunkt „A.2 Umsetzungsvorhaben (Anschlussvorhaben)“ gestellt. Die für drei Jahre geförderte Personalstelle wird auch die Kommunikation und das Controlling des Konzeptes übernehmen. Der Evaluationsprozess wird gegenüber der Öffentlichkeit kommuniziert und die an der Umsetzung beteiligten Akteure und Akteurinnen werden direkt mit einbezogen.

Tabelle 22: Vorlage für die Planung der Gesamtevaluation (Umweltbundesamt, 2024).

<b>Planung der Evaluation der Anpassungsaktivitäten im Landkreis Friesland</b>		Wappen oder Logo
<b>Start der Evaluation</b>		
<b>Leitung des Evaluationsprozesses</b>	Name, Abteilung	
<b>Zielsetzung der Evaluation</b>		
<p>Im Rahmen der Evaluation soll das Anpassungskonzept des Landkreises aktualisiert, fortgeschrieben und an aktuelle Entwicklungen angepasst werden. Dabei soll sowohl der bisherige Anpassungsprozess analysiert als auch erste Aussagen zur Wirkung bereits umgesetzter Maßnahmen getroffen werden. Bei Bedarf sollen zusätzliche Maßnahmen entwickelt werden, mit denen Einwohner*innen der Kommune noch besser über die Folgen des Klimawandels informiert und in den Prozess der Anpassung eingebunden werden können.</p>		
<b>Verantwortliche Person(en)</b>	<b>Beschreibung der Aktivität</b>	
Name, Abteilung	Initiierung der Evaluation	
Anpassungsteam	Analyse von Änderungen der Rahmenbedingungen für die Anpassung	
Name, Abteilung	Übergreifende Analyse des Anpassungsprozesses	
Anpassungsteam	Prozessorientierte Analyse bisheriger Anpassungsmaßnahmen	
Name, Anpassung	Ergebnisorientierte Evaluation bisheriger Anpassungsmaßnahmen	
Anpassungsteam	Neubewertung von Betroffenheiten und Maßnahmen	
Name, Abteilung	Erstellung eines Evaluationsberichts	
<b>Anpassungsteam</b>	Ableitung von Schlussfolgerungen und Aktualisierung des Klimaanpassungskonzeptes	
<b>Maßnahmen zur Beteiligung</b>		

<b>Planung der Evaluation der Anpassungsaktivitäten im Landkreis Friesland</b>		<i>Wappen oder Logo</i>
<b>Start der Evaluation</b>		
<b>Leitung des Evaluationsprozesses</b>	Name, Abteilung	
<b>Zielsetzung der Evaluation</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung eines Workshops mit Bürgerinnen und Bürgern sowie Akteurinnen und Akteuren der Wirtschaft, um mit Ihnen zu diskutieren, was beim bisherigen Anpassungsprozess gut lief und wo Verbesserungspotenziale gesehen werden</li> <li>• Wiederholte Durchführung von Maßnahmen aus dem bisherigen Anpassungsprozess, z. B. Temperaturmessungen durch Schulklassen in der Innenstadt</li> <li>• Vorabveröffentlichung des Evaluationsberichts, um Bürgerinnen und Bürger sowie anderen Akteurinnen und Akteuren die Möglichkeit zur Kommentierung zu geben</li> <li>• Diskussions- und Informationsveranstaltung nach Abschluss des Workshops</li> </ul>		

## 11 Fazit und Ausblick

Das Klimaanpassungskonzept für den Landkreis Friesland bietet eine fundierte Grundlage, um die Auswirkungen des Klimawandels gezielt anzugehen, die Resilienz der Region langfristig zu stärken, sich nachhaltig an die veränderten klimatischen Bedingungen anzupassen und eine lebenswerte Zukunft zu sichern.

Die Bestandsaufnahme und Betroffenheitsanalyse haben wesentliche Grundlagen geschaffen, indem sie die klimatischen Veränderungen und damit verbundene Klimarisiken identifiziert haben. Für den Prozess wurden die besonders relevanten Klimarisiken zusammengefasst und Handlungserfordernisse für den Landkreis abgeleitet. Aufgrund der bereits beobachtbaren und prognostizierten Klimaveränderungen wird ein dringender Handlungsbedarf zur Klimaanpassung deutlich.

- ➔ **Für Klimaanpassung gibt es dringenden Handlungsbedarf:** Es besteht eine Notwendigkeit, sich an die klimatischen Veränderungen anzupassen, um die Lebensqualität im Landkreis zu sichern.

Die gewonnenen Erkenntnisse, insbesondere die Betroffenheitskarten und die Hotspotkarte, bilden eine fundierte Basis für die Entwicklung gezielter Klimaanpassungsmaßnahmen. Mit dem Maßnahmenkatalog wurde ein zielorientierter Umsetzungsplan für die Klimaanpassung im Landkreis Friesland beschrieben und wichtige lokale Umsetzungsaufgaben definiert. Die Maßnahmen sollen möglichst kurzfristig initiiert und dann verstetigt werden. Aus den umfassenden Maßnahmen wurde eine Priorisierung vorgenommen und vor diesem Hintergrund ein Zeitplan für die nächsten beiden Halbjahre aufgestellt. In diesem Zeitraum ist die Umsetzung aller weiteren Maßnahmen vorzubereiten. Der Finanz- und Personalbedarf spielen einen reglementierenden Faktor. Daher ist die rechtzeitige Bereitstellung der erforderlichen Ressourcen sowie eine gründliche Prüfung möglicher Förderprogramme von Bund und Land von entscheidender Bedeutung – vor allem aufgrund der angespannten Haushaltslage.

- ➔ Mit den Maßnahmen werden **konkrete Handlungsansätze** definiert. Gleichzeitig ist es wichtig, frühzeitig die **notwendigen Ressourcen** sicherzustellen und die Umsetzungsaufgaben in bestehende **Prozesse und Strukturen** zu integrieren.

Der durchgeführte Beteiligungsprozess fördert Kooperationen, Netzwerke und einen kontinuierlichen Austausch, die für den langfristigen Erfolg unverzichtbar sind. Klimaanpassung muss als gemeinsames Ziel sowohl innerhalb der Verwaltung als auch mit externen Partnerinnen und Partner verfolgt werden.

- Die Einbindung und aktive Beteiligung der Akteure und Akteurinnen stellt einen entscheidenden Erfolgsfaktor dar. **Kooperation, Zusammenarbeit und Netzwerke** sind von zentraler Bedeutung. Der Landkreis nimmt dabei vor allem eine **koordinierende und unterstützende Rolle** für die Kommunen ein.

Der Prozess hin zu einem klimaresilienten Landkreis ist auf langfristige Entwicklung ausgelegt, erfordert eine Verstetigung der Prozesse und Strukturen sowie eine kontinuierliche Erfolgskontrolle durch Monitoring und Controlling.

- Klimaanpassung ist ein **fortlaufender und langfristiger Prozess**. Neue Erkenntnisse sind regelmäßig zu bewerten und in die Weiterentwicklung der Aktivitäten einzubinden.

Der Landkreis ist sowohl rechtlich als auch politisch abhängig von den übergeordneten Ebenen. Die Aktivitäten des Landkreises sind entsprechend auch unmittelbar von den Gesetzen und Richtlinien auf EU-, Bundes- oder Landespolitischer Ebene abhängig.

- Die Aktivitäten des Landkreises sind in **rechtliche und politische Rahmenbedingungen** eingebettet und sollten regelmäßig darauf aktualisiert und abgestimmt werden.

Für einen lebenswerten Landkreis braucht es die **Zukunftsorientierung** an einem klimaresilienten Landkreis mit klimagerechten Dörfern und Städten, optimierten kritischen Infrastrukturen, klimaangepassten kreiseigenen Liegenschaften, einem nachhaltigen Küstenschutz, einer klimaangepassten Landwirtschaft und klimaresilienten Ökosystemen.

## Glossar

Begriff	Definition
Anfälligkeit	siehe Grundlegende Definitionen auf S. 44f.
Anpassungsfähigkeit	siehe Grundlegende Definitionen auf S. 44f.
Art-Areal-Verschiebung	Veränderung des geografischen Verbreitungsgebiets einer Art oft verursacht durch Umweltveränderungen wie Klimawandel. Diese Verschiebungen können erhebliche Auswirkungen auf Ökosysteme und die Biodiversität haben.
Biodiversität/ biologische Vielfalt	Die Vielfalt aller lebenden Organismen auf der Erde, einschließlich der Artenvielfalt, genetischen Vielfalt und der Vielfalt der Ökosysteme. Biodiversität ist wichtig für das Funktionieren von Ökosystemen und deren Fähigkeit, sich an Veränderungen anzupassen.
Biotoptypen	Spezifischer Lebensraum, der durch charakteristische Umweltbedingungen und die dort vorkommenden Pflanzen- und Tiergemeinschaften gekennzeichnet ist.
Biotopverbund	Netzwerk miteinander verbundener Lebensräume, welches den Austausch von Arten und der genetischen Vielfalt fördert und die ökologischen Funktionen von Landschaften erhält.
Cluster	Eine inhaltliche Bündelung von Handlungsfeldern auf Grundlage räumlicher Konzentration oder thematischer Überschneidung zur Vereinfachung der konzeptuellen Darstellung im Rahmen von Klimaanpassungskonzepten.
Feuchtgebiete	Nach der Ramsar Convention on Wetlands, Artikel 1.1 sind Feuchtgebiete definiert als „Gebiete von Mooren, Sümpfen, Torf- oder Wasserflächen, ob natürlich oder künstlich, permanent oder temporär, mit stehendem oder fließendem Wasser, süß, brackig oder salzig, einschließlich mariner Gewässer mit einer Tiefe von bis zu sechs Metern bei Niedrigwasser.“
Gefährdung	siehe Grundlegende Definitionen auf S. 44f.
Grundwasserabsenkung	Rückgang des Grundwasserspiegels in einem bestimmten Bereich, häufig verursacht durch übermäßige Entnahme von Wasser, Trockenheit oder Veränderungen in der Landnutzung.

Habitat	Natürlicher Lebensraum einer Art, der die notwendigen Bedingungen für ihr Überleben, Wachstum und Fortpflanzung bietet, einschließlich Nahrung, Wasser, Schutz und geeigneter Umweltfaktoren.
Hauptbaumart	Dominierende Baumart in einem Wald oder einem bestimmten Lebensraum, die maßgeblich die Struktur und Funktion des Ökosystems beeinflusst.
Hauptvegetationszeit	Zeitraum im Jahr, in dem Pflanzen aktiv wachsen (i.d.R. April bis Oktober), blühen und Früchte tragen, typischerweise beeinflusst durch klimatische Bedingungen wie Temperatur und Niederschlag.
Hitzestress	Physiologische Belastung von Pflanzen, Tieren oder Menschen durch übermäßige Temperaturen, die zu negativen Auswirkungen wie vermindertem Wachstum, Ertragsverlust und gesundheitlichen Problemen führen kann.
Interpolation	Mathematisches Verfahren zur Schätzung von Werten innerhalb eines bestimmten Datenbereichs, basierend auf bekannten Werten an anderen Punkten.
Klimatische Wasserbilanz	Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung in einem bestimmten Gebiet über einen bestimmten Zeitraum, welches die Verfügbarkeit von Wasserressourcen und die Wasserstände in Böden und Gewässern beeinflusst.
Klimatischer Einfluss	siehe Grundlegende Definitionen auf S. 44f.
Klimarisiko	siehe Grundlegende Definitionen auf S. 44f.
Landschaftswasserhaushalt	System, das die Verteilung, Bewegung und Speicherung von Wasser in der Landschaft umfasst, einschließlich Niederschlag, Verdunstung, Oberflächenabfluss, Versickerung und Grundwasserbewegung.
Lebensraumtyp	Spezifische Kategorie von Lebensräumen, die durch charakteristische Umweltbedingungen und die darin vorkommenden Pflanzen- und Tiergemeinschaften definiert ist (z.B. Wälder, Wiesen, Feuchtgebiete, Gewässer).
Median	Wert, der in einer geordneten Datenreihe genau in der Mitte liegt (Zentralwert), sodass 50 % der Werte darunter und 50 % darüber liegen.

Nährstoffdargebot	Verfügbarkeit von Nährstoffen im Boden oder in einem Ökosystem, die für das Wachstum und die Entwicklung von Pflanzen und Organismen entscheidend sind.
Nutzbare Feldkapazität	Menge an Wasser, die der Boden speichern kann und die für Pflanzen verfügbar ist, nachdem überschüssiges Wasser abgeflossen und der Boden gesättigt ist.
Ökosystem	Dynamisches System, das aus lebenden Organismen (Pflanzen, Tieren, Mikroben) und ihrer abiotischen Umgebung (Luft, Wasser, Boden) besteht, die in Wechselwirkungen zueinander stehen und Energie sowie Nährstoffe austauschen.
Perzentil	Statistischer Wert, der eine Datenreihe in 100 gleich große Teile unterteilt. Jedes Perzentil gibt an, wie viel Prozent der Datenwerte unterhalb dieses Wertes liegen (z.B. liegt das 50. Perzentil (auch Median genannt) genau in der Mitte der Datenreihe, sodass 50 % der Werte darunter und 50 % darüber liegen). Das Perzentil kann als ein Vergleichsmaßstab verwendet werden, um einen bestimmten Wert einordnen zu können.
Räumliches Vorkommen	siehe Grundlegende Definitionen auf S. 44f.
Referenzperiode	Festgelegter Zeitraum, der als Grundlage für die Analyse oder den Vergleich von Daten dient. Sie wird verwendet, um Trends zu identifizieren und Entwicklungen zu bewerten.
Saisonal	Regelmäßige Schwankungen oder Muster, die in bestimmten Jahreszeiten auftreten, oft beeinflusst durch jahreszeitliche Faktoren.
Standortwasserbilanz	Bewertung des Wasserhaushalts an einem bestimmten Standort, die Eingänge (z. B. Niederschlag) und Ausgänge (z. B. Verdunstung, Abfluss) von Wasser berücksichtigt und zur Analyse der Verfügbarkeit und Nutzung von Wasserressourcen dient.
Trockenstress	Physiologische Belastung von Pflanzen oder Organismen aufgrund unzureichender Wasserverfügbarkeit, die zu Wachstumshemmungen, vermindertem Ertrag und in schweren Fällen zum Absterben führen kann.
Vegetationsperiode	Gesamter Zeitraum im Jahr, in dem Pflanzen wachsen können, typischerweise beeinflusst durch Temperatur und Lichtverhältnisse. Sie umfasst sowohl die

Hauptwachstumszeiten als auch Phasen des Wachstums, die weniger intensiv sind (Beginn Frühlingsanfang und Ende erster Frost).

Vitalitätstverlust

Abnahme der Lebensfähigkeit und Gesundheit von Pflanzen, Tieren oder Organismen, oft bedingt durch Stressfaktoren (z.B. Wasser- oder Nährstoffmangel, Krankheiten, ungünstige Umweltbedingungen).

Waldumbau

Gezielte Umgestaltung von Wäldern, um ihre Struktur und Artenvielfalt zu verbessern, insbesondere zur Anpassung an den Klimawandel und zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Umweltveränderungen.

## Literaturverzeichnis

- BKG. (2025). *Geoportal.de*. [https://www.geoportal.de/map.html?map=tk\\_04-hinweiskarte-starkregengefahren-ni](https://www.geoportal.de/map.html?map=tk_04-hinweiskarte-starkregengefahren-ni)
- BMUV. (2008). *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel*.  
<https://www.bmuv.de/DL1322>
- BMUV. (2024). *Gebietsschutz und Vernetzung*.  
<https://www.bmuv.de/themen/naturschutz/ueberblick-naturschutz/gebietsschutz-und-vernetzung>
- BMUV. (2025). *Natürlicher Klimaschutz*. <https://www.bmuv.de/natuerlicher-klimaschutz>
- BMWK. (2023). *Studie „Kosten durch Klimawandelfolgen in Deutschland“*.  
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/kosten-klimawandel-2170246>
- Boden, T. A., Marland, G., & Andres, R. J. (2017). *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions (1751—2014)*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.  
[https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001\\_V2017](https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001_V2017)
- BSI. (2025). *Was sind kritische Infrastrukturen?* <https://www.bsi.bund.de/dok/kritis-allgemein>
- difu. (2018). *Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden 3. akt. u. erw. Auflage*.
- DKRZ. (2025). *Die SSP-Szenarien*.  
<https://www.dkrz.de/de/kommunikation/klimasimulationen/cmip6-de/die-ssp-szenarien>
- Donat, M., Leckebusch, G., Pinto, J., & Ulbrich, U. (2010). European storminess and associated circulation weather types: Future changes deduced from a multi-model ensemble of GCM simulations. *Climate Research*, 42(1), 27–43.  
<https://doi.org/10.3354/cr00853>
- Doyle, U., & Ristow, M. (2006). Biodiversitäts- und Naturschutz vor dem Hintergrund des Klimawandels: Für einen dynamischen integrativen Schutz der biologischen Vielfalt. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 38(4), 101–107.
- DWD. (2020). *Nationaler Klimareport (4. Aufl.)*.
- DWD. (2024a). *Climate Data Center (CDC). Beobachtungs- und Rasterdaten*. Climate Data Center (CDC). Beobachtungs- und Rasterdaten.  
[https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/)

- DWD. (2024b). *Datensätze auf der Basis der RCP-Szenarien*.  
[https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaprojektionen/fuer\\_deutschland/fuer\\_dtld\\_rcp-datensatz\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaforschung/klimaprojektionen/fuer_deutschland/fuer_dtld_rcp-datensatz_node.html)
- DWD. (2024c). *Wetter- und Klimalexikon*. Wetter- und Klimalexikon.  
[https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon\\_node.html](https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/lexikon_node.html)
- DWD. (2025). *Wetter- und Klimalexikon*.  
<https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv3=733890&lv2=101334>
- Fink, A. H., Pohle, S., Pinto, J. G., & Knippertz, P. (2012). Diagnosing the influence of diabatic processes on the explosive deepening of extratropical cyclones. *Geophysical Research Letters*, 39(7), L07803. <https://doi.org/10.1029/2012GL051025>
- Gavrilov, M. B., An, W., Xu, C., Radaković, M. G., Hao, Q., Yang, F., Guo, Z., Perić, Z., Gavrilov, G., & Marković, S. B. (2019). Independent Aridity and Drought Pieces of Evidence Based on Meteorological Data and Tree Ring Data in Southeast Banat, Vojvodina, Serbia. *Atmosphere*, 10(10), 586. <https://doi.org/10.3390/atmos10100586>
- Giorgi, F., Jones, C., & Asrar, G. R. (2008). Addressing climate information needs at the regional level: The CORDEX framework. *WMO Bulletin*, 53(3), 175–183.
- Hajati, M.-C., Harders, D., Petry, U., Elbracht, Dr. J., & Engel, N. (2022). *Dokumentation der niedersächsischen Klimaprojektionsdaten AR5-NI v2.1* (Version 24.08.2022) [PDF]. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.  
[https://doi.org/10.48476/GEOFAKT\\_39\\_1\\_2022](https://doi.org/10.48476/GEOFAKT_39_1_2022)
- Helmholtz-Zentrum Hereon. (2025). *Sturmflutmonitor*.  
<https://hub.hereon.de/portal/apps/experiencebuilder/experience/?id=c157b389112c4207abe338ec5347ea0f>
- Hübener, H., Spekat, A., Bülow, K., Früh, B., Keuler, K., Menz, C., Radtke, K., Ramthun, H., Rathmann, T., Steger, C., Toussaint, F., & Warrach-Sagi, K. (2017). *ReKliEs-De Nutzerhandbuch*. [https://doi.org/10.2312/WDCC/REKLIESDE\\_NUTZERHANDBUCH](https://doi.org/10.2312/WDCC/REKLIESDE_NUTZERHANDBUCH)
- IPCC. (2023). Annex I: Glossary. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 119–130. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.002>
- Kaspar, F., Müller-Westermeier, G., Penda, E., Mächel, H., Zimmermann, K., Kaiser-Weiss, A., & Deutschländer, T. (2013). Monitoring of climate change in Germany – data, products and services of Germany's National Climate Data Centre. *Advances in Science and Research*, 10(1), 99–106. <https://doi.org/10.5194/asr-10-99-2013>

- KLEVER-Risk – Universität Oldenburg, Jade Hochschule und Kooperationspartner. (2023). *Management von Binnenhochwasserrisiken im Küstenraum. Roadmap für eine erfolgreiche Klimaanpassung im westlichen Ostfriesland. Broschüre des Projekts „Klimaanpassung und Extremwettervorsorge – Verbandsübergreifendes Management von Binnenhochwasserrisiken im westlichen Ostfriesland (KLEVER-Risk)“*.  
<https://uol.de/fileadmin/proj/klever/KLEVER-Risk/KLEVER-Risk-Ergebnisbroschuere.pdf?v=1682611847>
- Landkreis Friesland. (2025) *Strategische Ausrichtung des Landkreises Friesland*.  
<https://www.friesland.de/portal/seiten/die-verwaltung-des-landkreises-friesland-wir-sind-fuer-sie-da--901000832-20800.html>.
- Landkreis Friesland. (2025). *Website des Landkreises Friesland*. <https://www.friesland.de/>
- Landkreis Friesland. (2025). *Website des Landkreises Friesland zu Klimaschutz*  
[https://www.friesland.de/klimaschutz\\_und\\_Klimaanpassung](https://www.friesland.de/klimaschutz_und_Klimaanpassung)  
<https://www.friesland.de/klimaanpassung>
- LBEG. (2017). *Bodenkarte von Niedersachsen 1: 50 000 (BK50N)* [Dataset].  
<https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=989>
- LBEG. (2019). *Bodenkarte von Niedersachsen 1: 50 000—Bodenfruchtbarkeit (Ertragsfähigkeit) (BK50BF)* [Dataset].  
<https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1017>
- LBEG. (2022a). *Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1: 50 000 – Mittlere jährliche Grundwasserneubildung 1971—2000, Methode mGROWA22* [Dataset].  
<https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1525>
- LBEG. (2022b). *Potenzieller Zusatzwasserbedarf 1971-2000 (BMBM50J\_1971)* [Dataset].  
<https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1763>
- LBEG. (2025). *Potenzieller Zusatzwasserbedarf (1971-2000)*.  
<https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1763>
- Linke, C. (2024). *Leitlinien zur Interpretation regionaler Klimamodelldaten des Bund-Länder-Fachgespräches „Interpretation regionaler Klimamodelldaten“*.
- LSN. (2025). *LSN-Online*. Katasterfläche nach Nutzungsarten (16) der tatsächlichen Nutzung (ALKIS) (Gemeinde; Zeitreihe ab 2011).  
<https://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/html/default.asp>
- McDonald, R. E. (2011). Understanding the impact of climate change on Northern Hemisphere extra-tropical cyclones. *Climate Dynamics*, 37(7–8), 1399–1425.  
<https://doi.org/10.1007/s00382-010-0916-x>

- Meinke, I. & Helmholtz-Zentrum Geesthacht (Hrsg.). (2020). *Norddeutschland im Klimawandel: Was wissen wir über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Norddeutschland?* Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH.
- Meinshausen, M., Smith, S. J., Calvin, K., Daniel, J. S., Kainuma, M. L. T., Lamarque, J.-F., Matsumoto, K., Montzka, S. A., Raper, S. C. B., Riahi, K., Thomson, A., Velders, G. J. M., & Van Vuuren, D. P. P. (2011). The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. *Climatic Change*, 109(1-2), 213–241. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0156-z>
- Moss, R. H., Edmonds, J. A., Hibbard, K. A., Manning, M. R., Rose, S. K., Van Vuuren, D. P., Carter, T. R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G. A., Mitchell, J. F. B., Nakicenovic, N., Riahi, K., Smith, S. J., Stouffer, R. J., Thomson, A. M., Weyant, J. P., & Wilbanks, T. J. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463(7282), 747–756. <https://doi.org/10.1038/nature08823>
- MWVLW RLP. (2025). *Wetterdaten Rheinland-Pfalz. Bodenfeuchte Hilfe*. <https://www.wetter.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/b81d6f06b181d7e7c1256e920051ac19/6449e62b480fcb10c1257d5f0034e7b5?OpenDocument>
- NLF. (2024). *Daten zur Standortwasserbilanz und deren Zuordnung zu Risikostufen der Haupt-Wirtschaftsbaumarten, sowie der mit ihnen assoziierten Baumarten* [Stand 09/2024 – unveröffentlicht].
- NLWKN. (2025). *Hinweiskarte Starkregengefahren für Niedersachsen veröffentlicht*. [https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presse\\_und\\_offentlichkeit/sarbeitsmitteilungen/hinweiskarte-starkregengefahren-fur-niedersachsen-veroeffentlicht-237468.html](https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presse_und_offentlichkeit/sarbeitsmitteilungen/hinweiskarte-starkregengefahren-fur-niedersachsen-veroeffentlicht-237468.html)
- Peters, G. P., Andrew, R. M., Boden, T., Canadell, J. G., Ciais, P., Le Quéré, C., Marland, G., Raupach, M. R., & Wilson, C. (2013). The challenge to keep global warming below 2 °C. *Nature Climate Change*, 3(1), 4–6. <https://doi.org/10.1038/nclimate1783>
- Pinto, J. G., & Reyers, M. (2017). Winde und Zyklonen. In G. P. Brasseur, D. Jacob, & S. Schuck-Zöller (Hrsg.), *Klimawandel in Deutschland* (S. 67–75). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-50397-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-662-50397-3_8)
- Pinto, J. G., Zacharias, S., Fink, A. H., Leckebusch, G. C., & Ulbrich, U. (2009). Factors contributing to the development of extreme North Atlantic cyclones and their relationship with the NAO. *Climate Dynamics*, 32, 711–737. <https://doi.org/10.1007/s00382-008-0525-0>

- Ramsar Convention Secretariat. (1971). *The Ramsar Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat*. Ramsar, Iran.  
<https://www.ramsar.org/>
- Schmitt, T. G., Marc Krüger, Angela Pfister, Michael Becker, Christoph Mudersbach, Lothar Fuchs, Holger Hoppe, & Inga Lakes. (2018). Einheitliches Konzept zur Bewertung von Starkregenereignissen mittels Starkregenindex. *Einheitliches Konzept zur Bewertung von Starkregenereignissen mittels Starkregenindex*, 2018(2), 113–120.  
<https://doi.org/10.3242/kae2018.02.002>
- Schwalm, C. R., Glendon, S., & Duffy, P. B. (2020). RCP8.5 tracks cumulative CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(33), 19656–19657.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2007117117>
- Spellmann, H., Suttmöller, J., Schulz, C., & Nagel, R.-V. (2020). Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl. In Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, *Waldzustandsbericht 2020 für Niedersachsen* (S. 22–28).
- BA. (2021). Klimawirkungs- und Risikoanalyse für Deutschland 2021 (Kurzfassung). *CLIMATE CHANGE*, 26/2021. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Zusammenfassung>
- UBA. (2022a). *Klimarisikoanalysen auf kommunaler Ebene. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der ISO 14091*.  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2022\\_uba-fachbroschuere\\_kra\\_auf\\_kommunaler\\_ebene.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2022_uba-fachbroschuere_kra_auf_kommunaler_ebene.pdf)
- UBA. (2022b). *Trends der Lufttemperatur*. Trends der Lufttemperatur.  
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-lufttemperatur#steigende-durchschnittstemperaturen-weltweit>
- UBA. (2022c). *Trends der Niederschlagshöhe* [Text]. Trends der Niederschlagshöhe; Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/trends-der-niederschlagshoehe>
- UBA. (2023): *Klimalotse-Vorlage: Maßnahmenevaluation*.  
<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/klimalotse-vorlage-massnahmenevaluation>
- UBA. (2024). *Klimalotse-Vorlage: Evaluationsplan*.  
<https://www.umweltbundesamt.de/dokument/klimalotse-vorlage-evaluationsplan>
- UBA. (2025a). *KomPass Tatenbank*. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank>

UBA. (2025b). *Klimalotse*. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/klimalotse>

UFZ. (2024). *Dürren 1952—2023 (jährlich)*. <https://www.ufz.de/index.php?de=47252>

ZAMG. (2020). *Starkniederschlag*.

<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/starkniederschlag>

ZKA. (2025). *Website vom Zentrum für Klimaanpassung*. <https://zentrum-klimaanpassung.de/>

## Abkürzungsverzeichnis

BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CMIP6	Coupled Model Intercomparison Project 6
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DKRZ	Deutsches Klimarechenzentrum
DWD	Deutscher Wetterdienst
EW/km <sup>2</sup>	Einwohnerinnen und Einwohner pro Quadratkilometer
Ha	Hektar
Hrsg.	Herausgeber
HSP	Handlungsschwerpunkte
KAnG	Bundes-Klimaanpassungsgesetz
KEAN	Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
KLIVO	Deutsches Klimavorsorgeportal
km <sup>2</sup>	Quadratkilometer
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LSN	Landesamt für Statistik Niedersachsen
MEZ	Mittelfristigen Entwicklungsziele
MU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
MWVLW PLP	Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz (2023): Wetterdaten Rheinland-Pfalz
nFK	nutzbare Feldkapazität
NIKO	Niedersächsisches Kompetenzzentrum Klimawandel
NKlimaG	Niedersächsische Klimagesetz
NLF	Niedersächsische Landesforsten
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

OOWV	Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband
RCP	Representative Concentration Pathways
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
SDGs	Sustainable Development Goals
SRI	Starkregenindex
SSP	Shared Socioeconomic Pathways
UBA	Umweltbundesamt
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UN	Vereinten Nationen
WMO	World Meteorological Organisation
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
ZKA	Zentrum Klimaanpassung

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Synthese der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung) .....	9
Abbildung 2: Übersicht der Maßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	11
Abbildung 3: Prozessablauf zum Klimaanpassungskonzept für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung).....	16
Abbildung 4: Räumliche Ausdehnung der für die Auswertung verwendeten Modell-Gitterpunkte (Hintergrundkarte: OpenStreetMap) .....	25
Abbildung 5: Strahlungsantrieb der verschiedenen Representative Concentration Pathways (RCP) und ihre Entwicklung bis 2100 (Quelle: Meinshausen et al., 2011) .....	27
Abbildung 6: Jahresmitteltemperatur im Landkreis Friesland im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a) .....	29
Abbildung 7: Räumliche Darstellung der Anzahl Heißer Tage pro Jahr ( $T_{\max} \geq 30 \text{ °C}$ ) in verschiedenen Perioden im Landkreis Friesland (eigene Berechnung nach DWD, 2024a) .....	30
Abbildung 8: Trockenheitsindex nach de Martonne im Landkreis Friesland im Zeitraum 1970 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	31
Abbildung 9: Saisonmittelwerte der Bodenfeuchte (in % nFK) im Landkreis Friesland im Zeitraum 1991 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a) .....	32
Abbildung 10: Räumliche Darstellung der Anzahl von Starkregenereignissen pro Jahr (> 30 mm pro Tag) in verschiedenen Perioden im Landkreis Friesland (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	33
Abbildung 11: Modellierte Jahresmitteltemperaturen im Landkreis Friesland (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).....	35
Abbildung 12: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen im Landkreis Friesland (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).....	38
Abbildung 13: Änderung der mittleren saisonalen klimatischen Wasserbilanz im Landkreis Friesland (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).....	40
Abbildung 14: Betrachtungsebenen der Betroffenheitsanalyse (eigene Darstellung) .....	45
Abbildung 15: Systematik der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung nach UBA, 2022a) .....	47
Abbildung 16: Klimawirkungskette des Handlungsfelds Innerörtliche Grün- und Freiflächen (eigene Darstellung).....	50
Abbildung 17: Synthese der Klimarisikoanalyse (eigene Darstellung) .....	59

Abbildung 18: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Regionalklima (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0) .....	62
Abbildung 19: Ausschnitte aus der Betroffenheitskarte Grundwasser (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Grundwasser im Anhang C) .....	63
Abbildung 20: Ausschnitte aus der Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft im Anhang C) .....	64
Abbildung 21: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen im Anhang C) .....	66
Abbildung 22: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität im Anhang C) .....	68
Abbildung 23: Ausschnitt aus der Betroffenheitskarte Wald und Forstwirtschaft (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Betroffenheitskarte Wald und Forstwirtschaft im Anhang C) .....	69
Abbildung 24: Ausschnitt aus der Hotspotkarte (eigene Darstellung, Hintergrundkarte: © GeoBasis-DE / BKG (2024) CC BY 4.0, Datengrundlage: vgl. Hotspotkarte im Anhang D) .....	71
Abbildung 25: Darstellung zum Aufbau des Klimaanpassungskonzeptes (eigene Darstellung) .....	73
Abbildung 26: Projektziele des Klimaanpassungskonzeptes für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	74
Abbildung 27: Mit den Maßnahmen adressierte Nachhaltigkeitsziele (eigene Darstellung) .....	82
Abbildung 28: Ableitungsprozess der Klimaanpassungsmaßnahmen Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	83
Abbildung 29: Übersicht der Maßnahmen des Klimaanpassungskonzeptes Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	85
Abbildung 30: Maßnahmensteckbrief „Erste Seite“ (eigene Darstellung) .....	86
Abbildung 31: Maßnahmensteckbrief „Beschreibung“ und „Umsetzung“ (eigene Darstellung) .....	88
Abbildung 32: Maßnahmensteckbrief „Personal und Kosten“ (eigene Darstellung) .....	89
Abbildung 33: Maßnahmensteckbrief „Synergien“ (eigene Darstellung) .....	90

Abbildung 34: Übergreifende Maßnahmen und Bausteine (eigene Darstellung).....	91
Abbildung 35: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimagerechter Dorf- und Stadtumbau“ (eigene Darstellung) .....	92
Abbildung 36: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Ermittlung und Optimierung betroffener kritischer Infrastruktur“ (eigene Darstellung) .....	93
Abbildung 37: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimaangepasste kreiseigene Liegenschaften“ (eigene Darstellung).....	94
Abbildung 38: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Sicherstellung eines nachhaltigen Küstenschutzes“ (eigene Darstellung).....	95
Abbildung 39: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimaangepasste Landwirtschaft als Küstenlandkreis“ (eigene Darstellung) .....	96
Abbildung 40: Maßnahmen und Bausteine im Projektziel „Klimaresiliente Ökosysteme“ (eigene Darstellung).....	97
Abbildung 41: Auswahl prioritärer Maßnahmen zur kurzfristigen Initiierung der Umsetzung (eigene Darstellung) .....	99
Abbildung 42: Beteiligungsformate zur Erarbeitung des Klimaanpassungskonzepts (eigene Darstellung).....	107
Abbildung 43: Teilnehmende Akteursgruppen 1. Workshop-Runde (eigene Darstellung) .....	111
Abbildung 44: Teilnehmende Akteursgruppen 2. Workshop-Runde (eigene Darstellung) .....	113
Abbildung 45: Zielgruppen (blau) und Aufgaben der Öffentlichkeitsarbeit (grün) (eigene Darstellung) .....	118
Abbildung 46: Aufbau des Controllings (eigene Darstellung) .....	127
Abbildung 47-A: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots (eigene Darstellung).....	156
Abbildung 48 -A: Jahresniederschlagssummen im Landkreis Friesland im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a) .....	157
Abbildung 49 -A: Anzahl Starkregenereignisse pro Jahr (> 30 mm/Tag) im Landkreis Friesland im Zeitraum 1951 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a).....	157
Abbildung 50-A: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden im Landkreis Friesland (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b) .....	158

Abbildung 51-A: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden im Landkreis Friesland (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b) .....	158
Abbildung 52-A: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen im Landkreis Friesland (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).....	159
Abbildung 53-A: Änderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz im Landkreis Friesland (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).....	159
Abbildung 54-A: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden im Landkreis Friesland (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).....	160
Abbildung 55-A: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden im Landkreis Friesland (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b).....	160
Abbildung 56-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Mensch und Gesundheit für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	161
Abbildung 57-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Innerörtliche Grün- und Freiflächen für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	161
Abbildung 58-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Bauwesen und Immobilien für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	162
Abbildung 59-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Artenschutz und Biodiversität für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	162
Abbildung 60-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Landwirtschaft, Fischerei und Forstwirtschaft für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung).....	163
Abbildung 61-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Gewässer, Wasserhaushalt und Küstenschutz für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	163
Abbildung 62-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Versorgung und Entsorgung für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	164
Abbildung 63-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Verkehr und Mobilität für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung).....	164
Abbildung 64-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Hafen für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	165
Abbildung 65-B Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Wirtschaft und Tourismus für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung) .....	165
Abbildung 66-C Betroffenheitskarte Regionalklima (Quellen: siehe Abbildung).....	166

Abbildung 67-C: Betroffenheitskarte Grundwasser (Quellen: siehe Abbildung).....	167
Abbildung 68-C: Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft (Quellen: siehe Abbildung) .....	168
Abbildung 69-C: Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen (Quellen: siehe Abbildung) .....	169
Abbildung 70-C: Betroffenheitskarte Naturschutz und Biodiversität (Quellen: siehe Abbildung) .....	170
Abbildung 71-C: Betroffenheitskarte Wald- und Forstwirtschaft (Quellen: siehe Abbildung) .....	171
Abbildung 72-D: Hotspotkarte (Quellen: siehe Abbildung) .....	172

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf Bundesebene (eigene Darstellung). 18	18
Tabelle 2: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf Landesebene (eigene Darstellung). 19	19
Tabelle 3: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf Landkreisebene (eigene Darstellung). .....	20
Tabelle 4: Ziele und Pläne zur Klimaanpassung auf kommunaler Ebene (eigene Darstellung). .....	22
Tabelle 5: Langjährige mittlere Entwicklung der Temperaturen, des Niederschlags sowie von meteorologischen Kenntagen im Landkreis Friesland in der Vergangenheit (eigene Berechnung nach DWD, 2024a). .....	30
Tabelle 6: Sturmereignisse und Orkane in der Periode 1971 – 2000 an der DWD-Station Jever (eigene Berechnung nach DWD, 2024a). .....	34
Tabelle 7: Änderung der Jahresmitteltemperatur, Anzahl thermischer Kenntage sowie Länge von Hitzeperioden in den beiden Zukunftsperioden im Landkreis Friesland (Minimum, Median und Maximum aller Modelläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b). .....	37
Tabelle 8: Änderung der mittleren Niederschläge, der klimatischen Wasserbilanz und der Anzahl an Trockentagen im Landkreis Friesland (Minimum, Median und Maximum aller Modelläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b). .....	39
Tabelle 9: Änderung der Auftrittshäufigkeit von Starkregenereignissen sowie des maximalen Tagesniederschlags im Landkreis Friesland (Minimum, Median und Maximum aller Modelläufe) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b). .....	41
Tabelle 10: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wasser (eigene Darstellung). .....	51
Tabelle 11: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Infrastruktur (eigene Darstellung). .....	52
Tabelle 12: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Land und Landnutzung (eigene Darstellung). .....	54
Tabelle 13: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Gesundheit (eigene Darstellung). .....	56
Tabelle 14: Zusammenfassung der relevanten Klimarisiken im Cluster Wirtschaft (eigene Darstellung). .....	58
Tabelle 15: Übersicht Maßnahmen und Bezug zum Natürlichen Klimaschutz (eigene Darstellung). .....	80

Tabelle 16: Maßnahmen mit hoher Priorität (eigene Darstellung). .....	98
Tabelle 17: Benannte Personalbedarfe (eigene Darstellung).....	100
Tabelle 18: Einschätzung zum Investitionsbedarf der Maßnahmen (eigene Darstellung). .....	101
Tabelle 19: Handlungsfelder der DAS als Grundlage für die Akteursanalyse (eigene Darstellung). .....	104
Tabelle 20: Übersicht Workshoptermine und dort adressierte Handlungsfelder (eigene Darstellung). .....	110
Tabelle 21: Vorlage für prozessorientierte Maßnahmenevaluation (UBA, 2023). .....	129
Tabelle 22: Vorlage für die Planung der Gesamtevaluation (Umweltbundesamt, 2024). .....	132
Tabelle 23-A Bewertung der statistischen Signifikanz anhand des Trend- /Rauschverhältnisses (eigene Darstellung).....	156

## Anhang

Anhang A: Bestandsaufnahme

Anhang B: Klimawirkungsketten

Anhang C: Betroffenheitskarten

Anhang D: Hotspotkarte

Anhang E: Maßnahmenkatalog (Datei separat)

## Anhang A: Bestandsaufnahme

Tabelle 23-A Bewertung der statistischen Signifikanz anhand des Trend-/Rauschverhältnisses (eigene Darstellung).

Trend- / Rauschverhältnis	Bewertung
$\geq 2,0$	sehr stark zunehmend
$\geq 1,5$ und $< 2,0$	stark zunehmend
$\geq 1,0$ und $< 1,5$	schwach zunehmend
$< 1,0$ und $> -1,0$	kein Trend
$\leq -1,0$ und $> -1,5$	schwach abnehmend
$\leq -1,5$ und $> -2,0$	stark abnehmend
$\leq -2,0$	sehr stark abnehmend

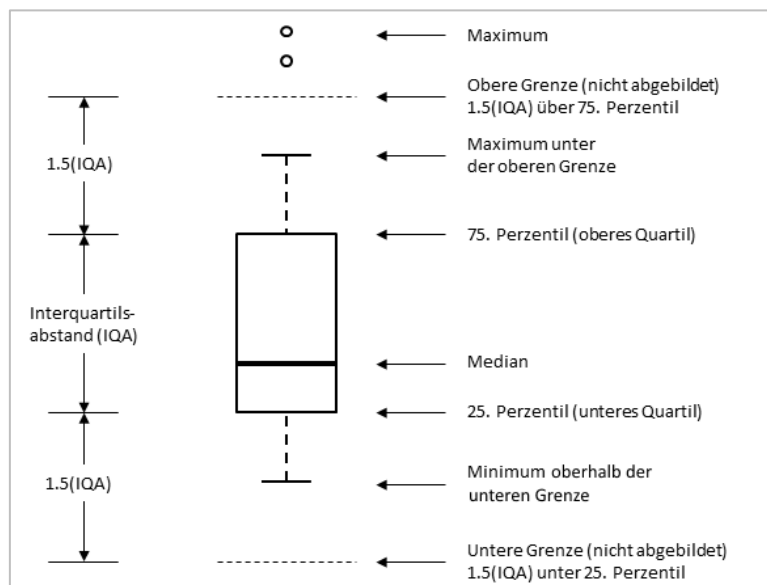


Abbildung 47-A: Konventionen und Bedeutung der grafischen Darstellung eines Box-Whisker Plots (eigene Darstellung)

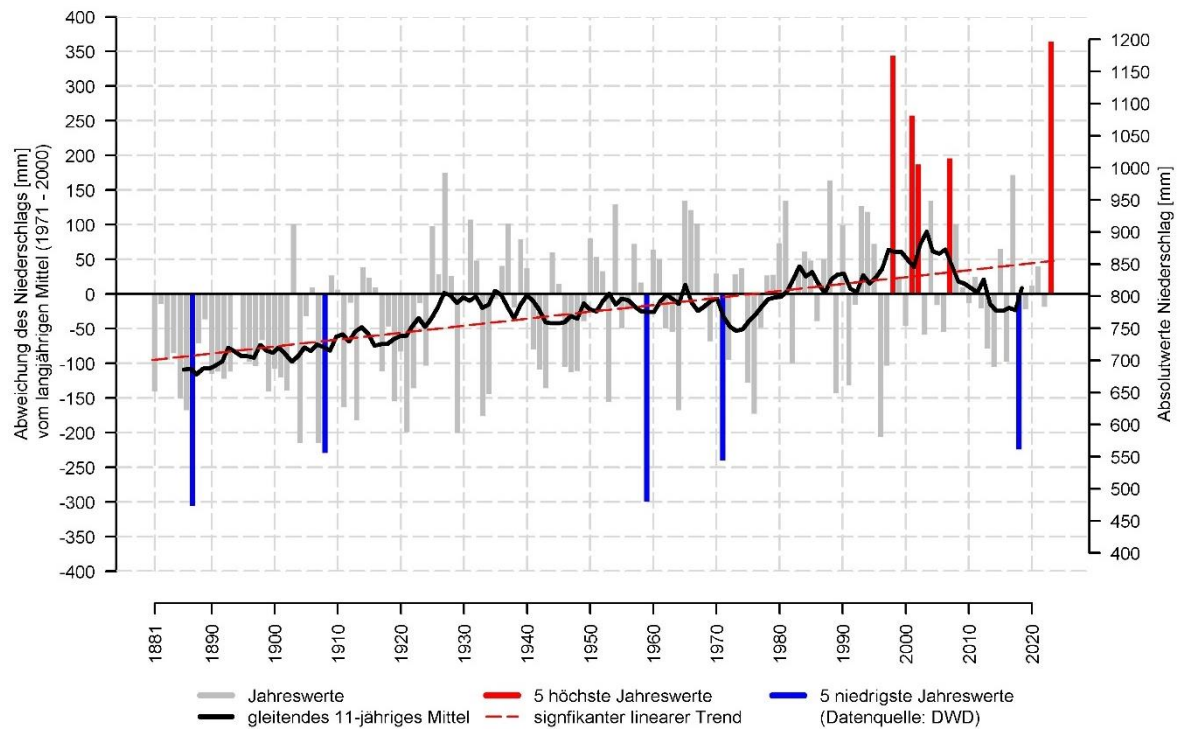


Abbildung 48 -A: Jahresniederschlagssummen im Landkreis Friesland im Zeitraum 1881 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

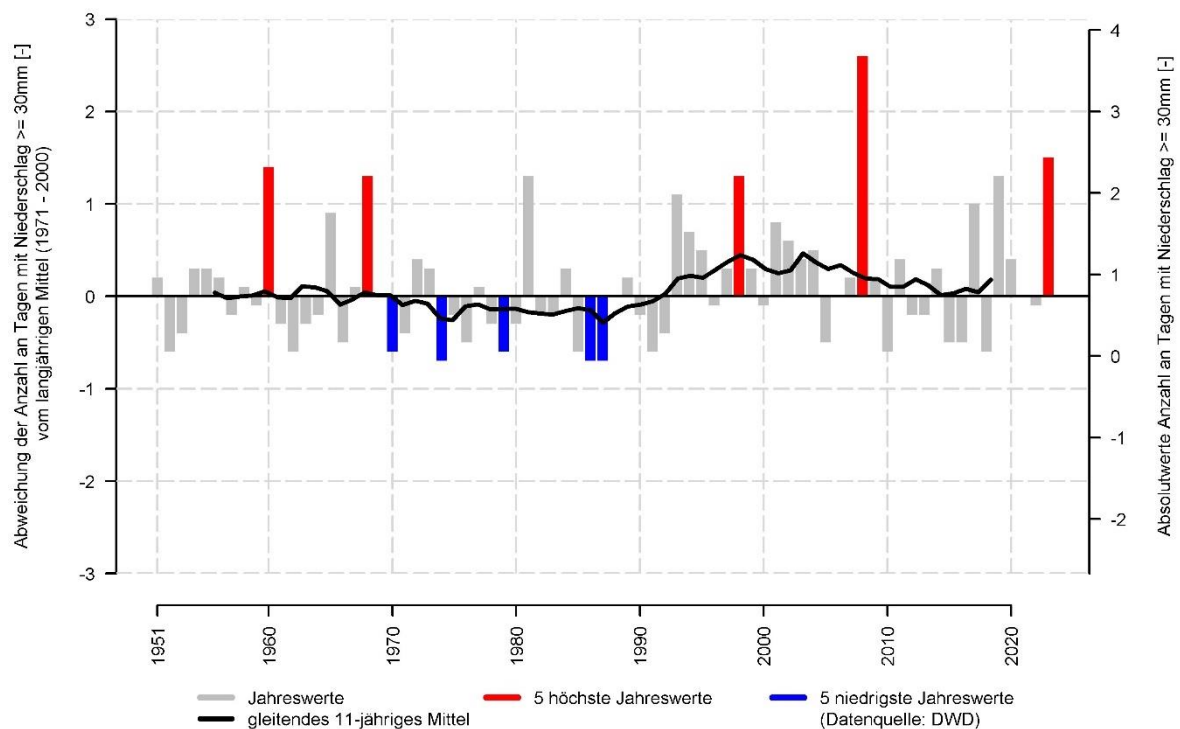


Abbildung 49 -A: Anzahl Starkregenereignisse pro Jahr (> 30 mm/Tag) im Landkreis Friesland im Zeitraum 1951 bis 2023 (eigene Berechnung nach DWD, 2024a)

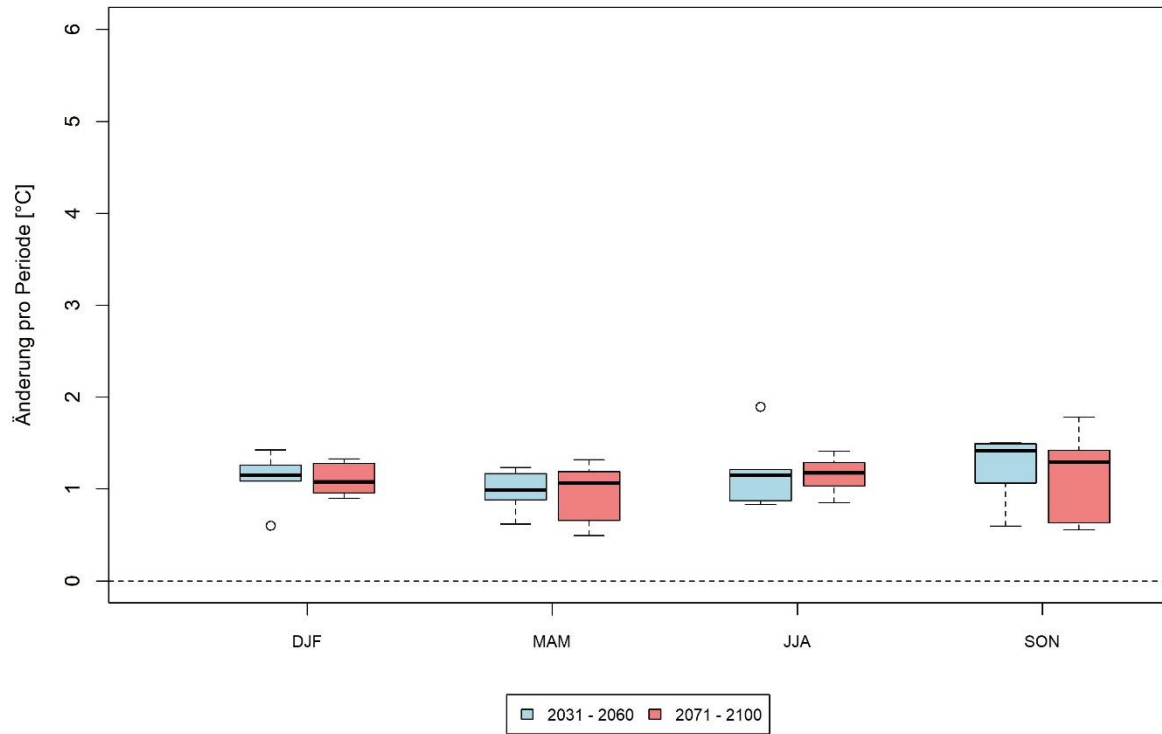


Abbildung 50-A: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden im Landkreis Friesland (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

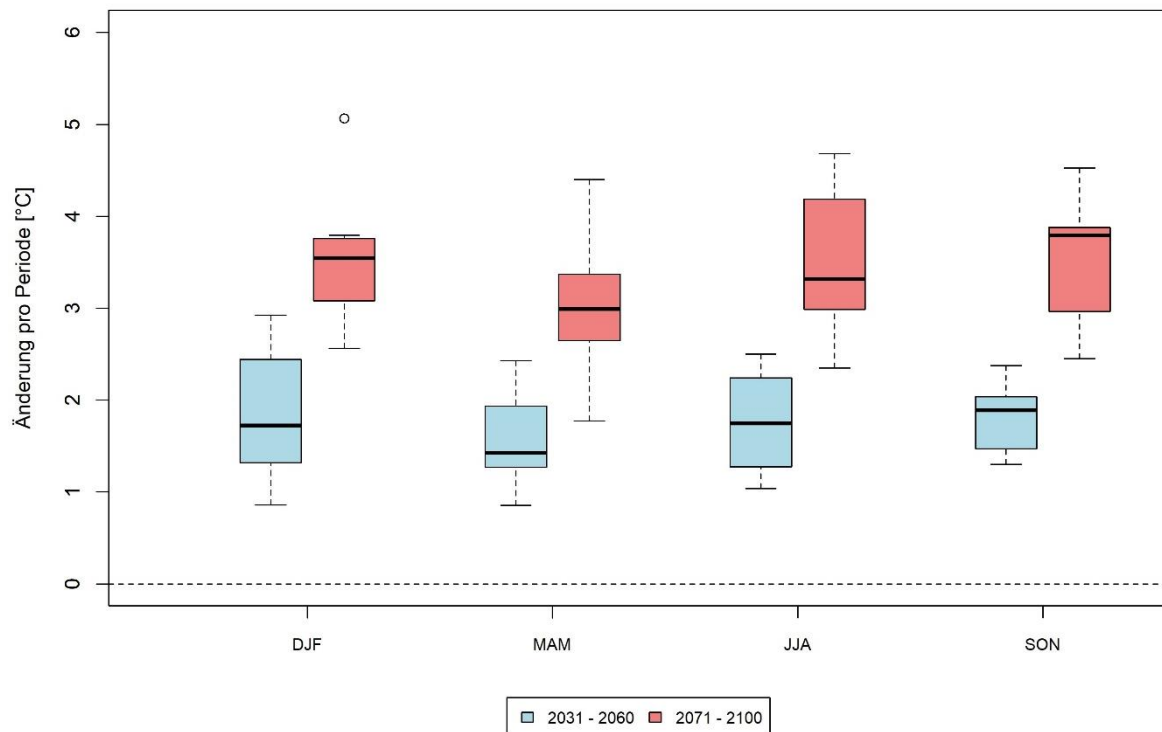


Abbildung 51-A: Änderung der saisonalen Mitteltemperaturen in den beiden Zukunftsperioden im Landkreis Friesland (RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

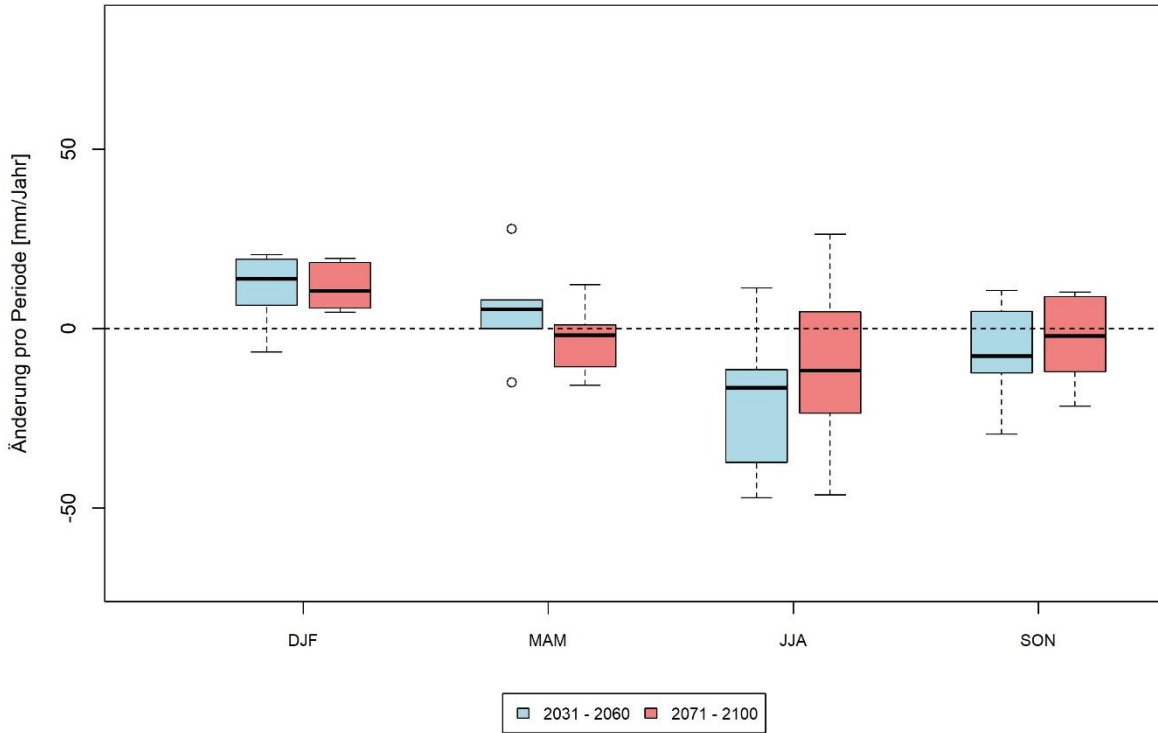


Abbildung 52-A: Änderung der mittleren saisonalen Niederschlagssummen im Landkreis Friesland (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

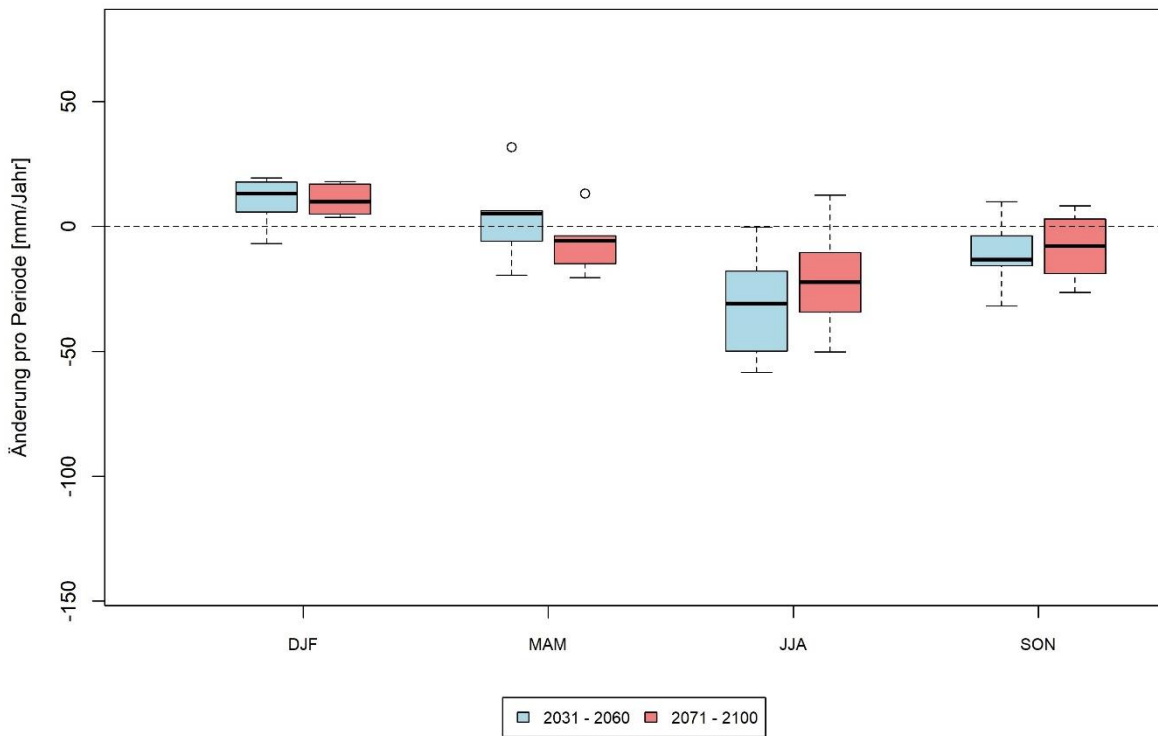


Abbildung 53-A: Änderung der mittleren klimatischen Wasserbilanz im Landkreis Friesland (RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

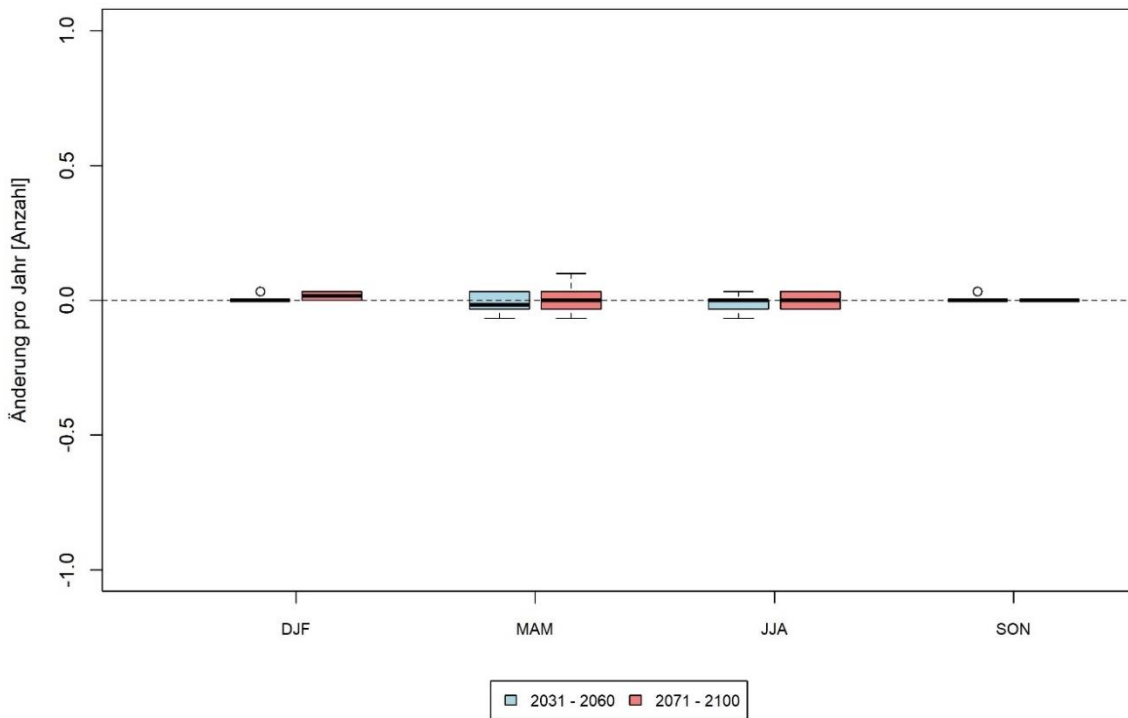


Abbildung 54-A: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden im Landkreis Friesland (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 2.6) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

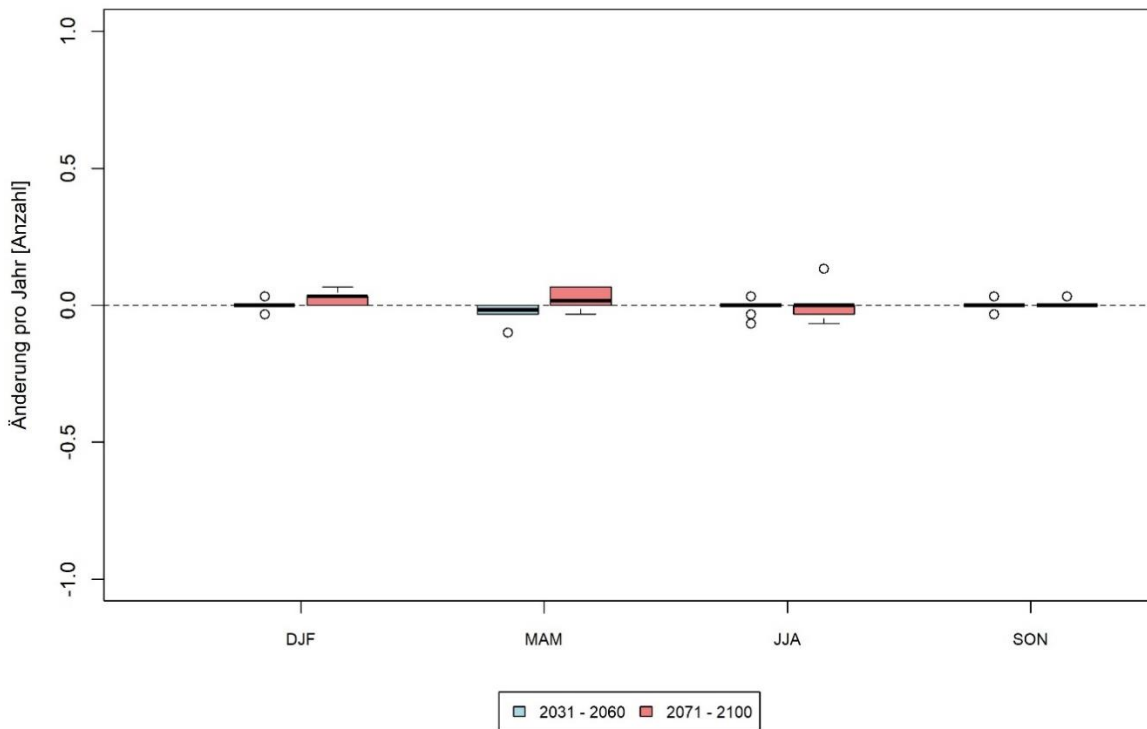


Abbildung 55-A: Änderung der mittleren saisonalen Anzahl langanhaltender Trockenperioden im Landkreis Friesland (22-28 aufeinanderfolgende Tage mit einem Niederschlag < 0,1 mm/d, RCP 8.5) (eigene Darstellung nach DWD, 2024b)

## Anhang B: Klimawirkungsketten

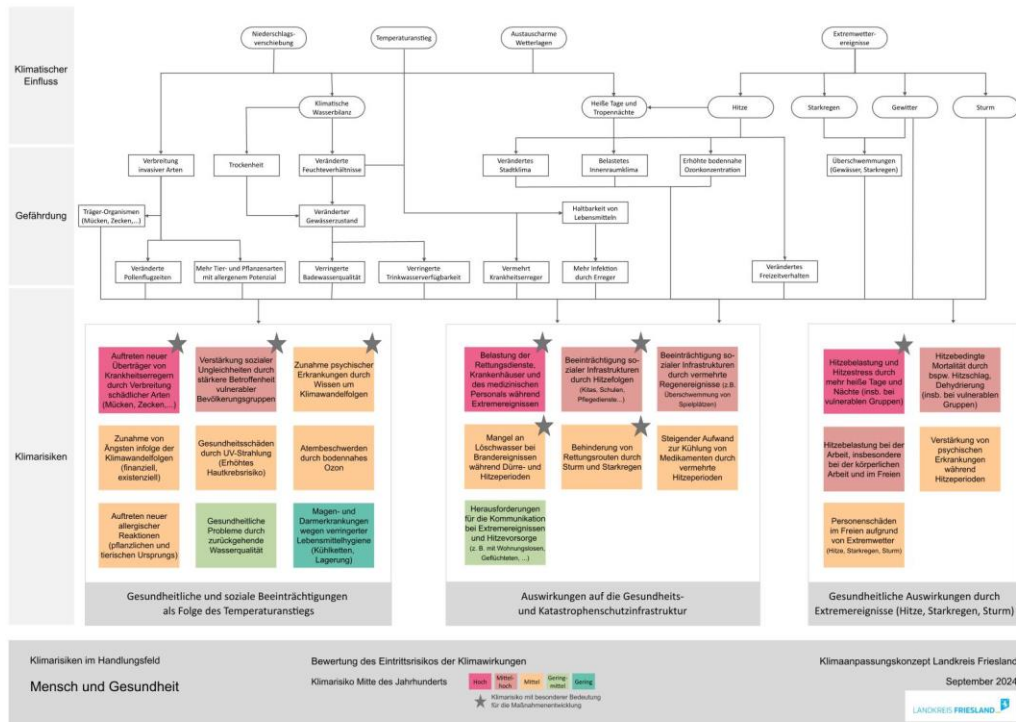


Abbildung 56-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Mensch und Gesundheit für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

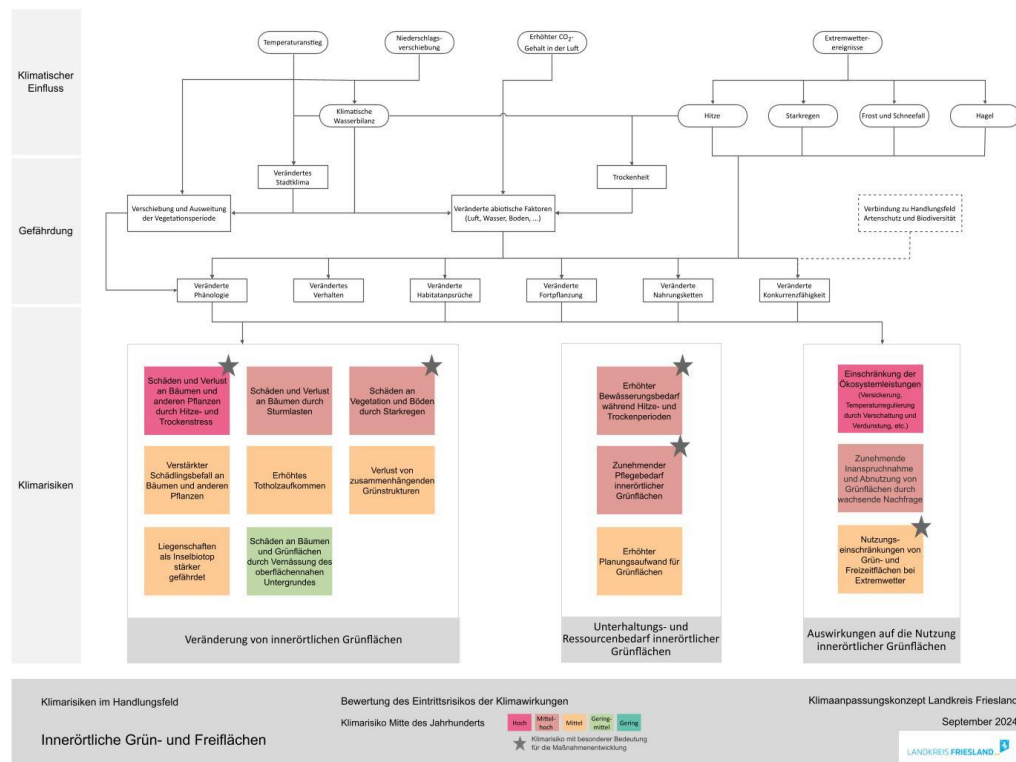


Abbildung 57-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Innerörtliche Grün- und Freiflächen für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

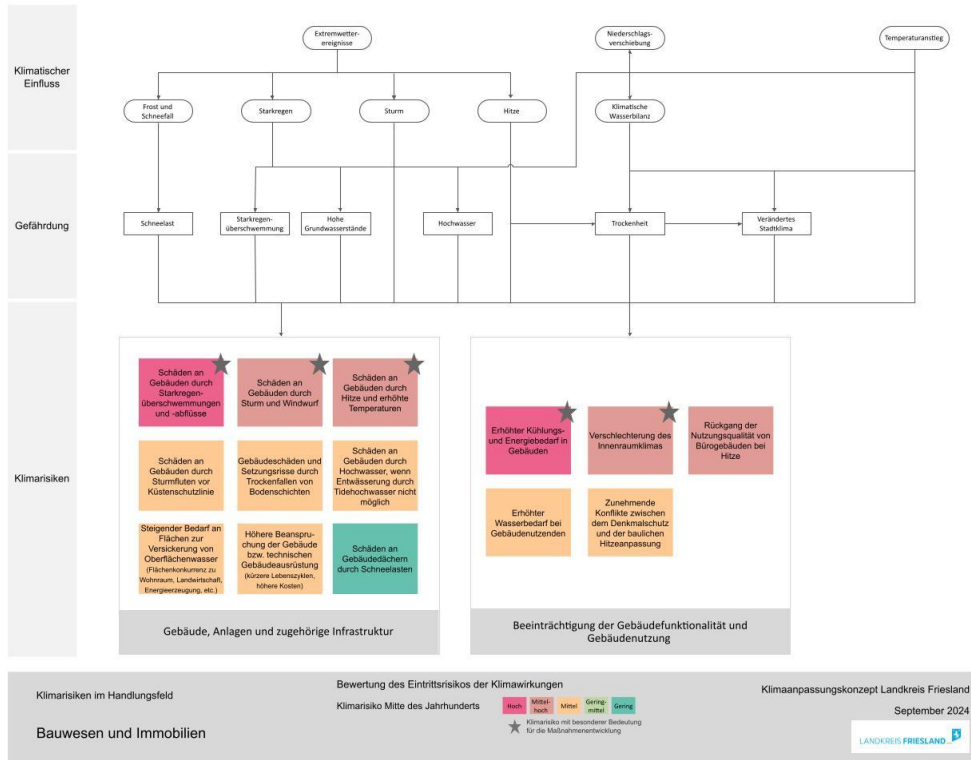


Abbildung 58-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Bauwesen und Immobilien für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

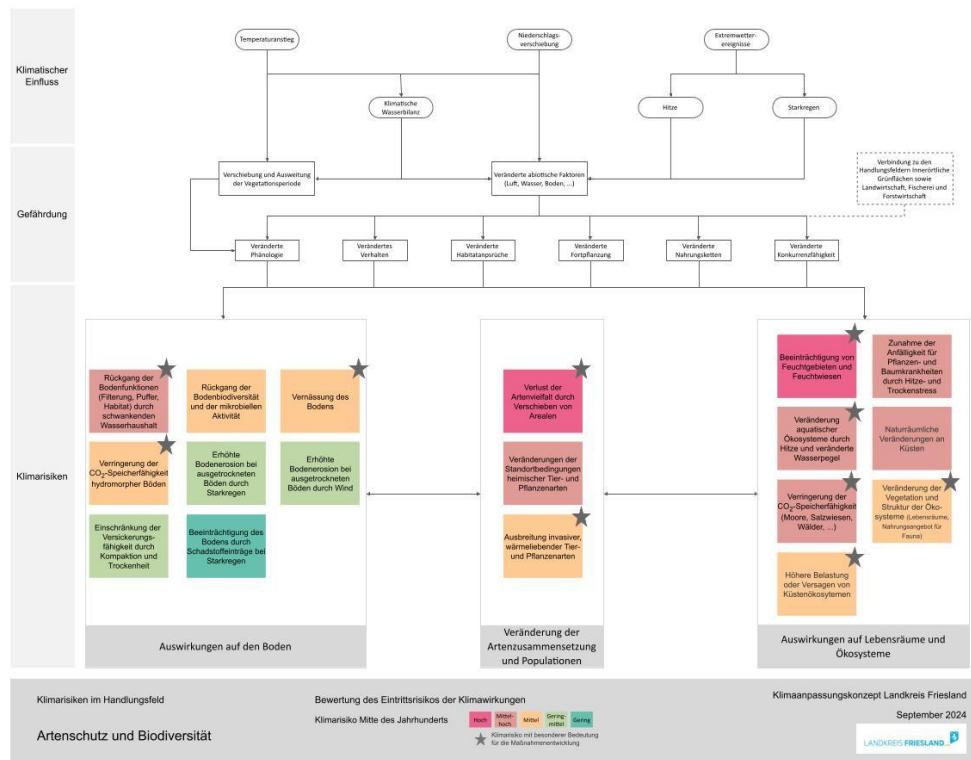


Abbildung 59-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Artenschutz und Biodiversität für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

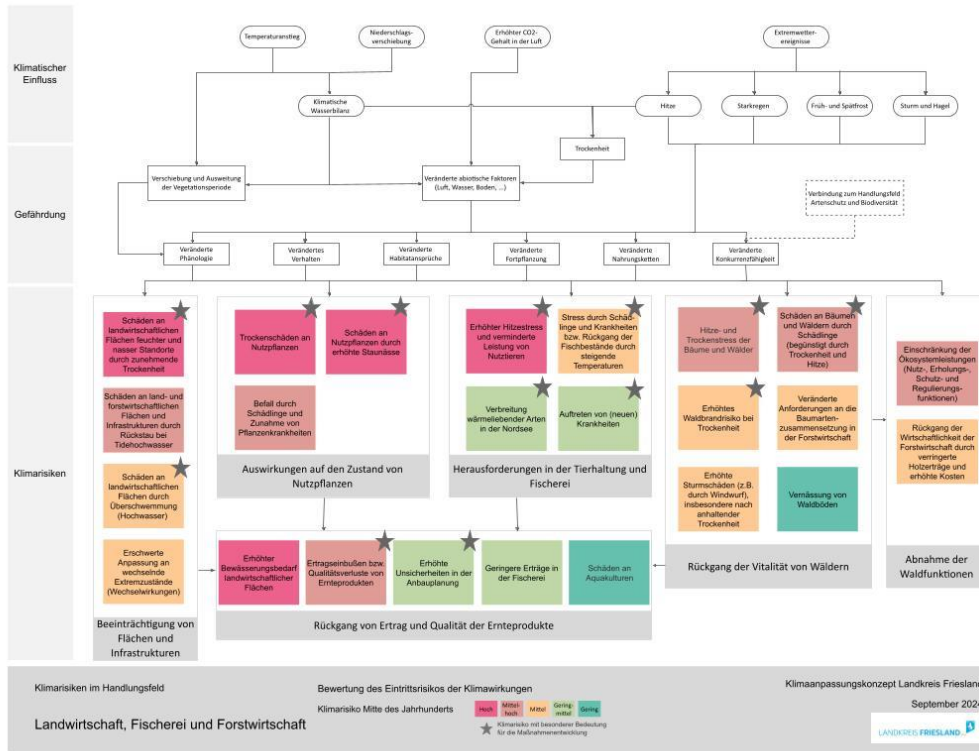


Abbildung 60-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Landwirtschaft, Fischerei und Forstwirtschaft für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

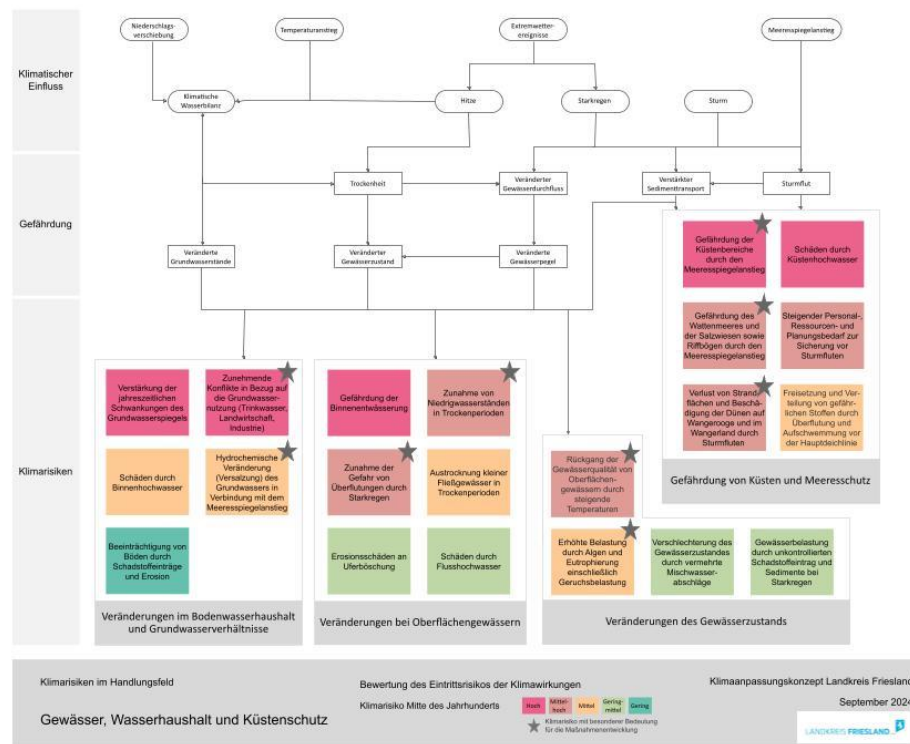


Abbildung 61-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Gewässer, Wasserhaushalt und Küstenschutz für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

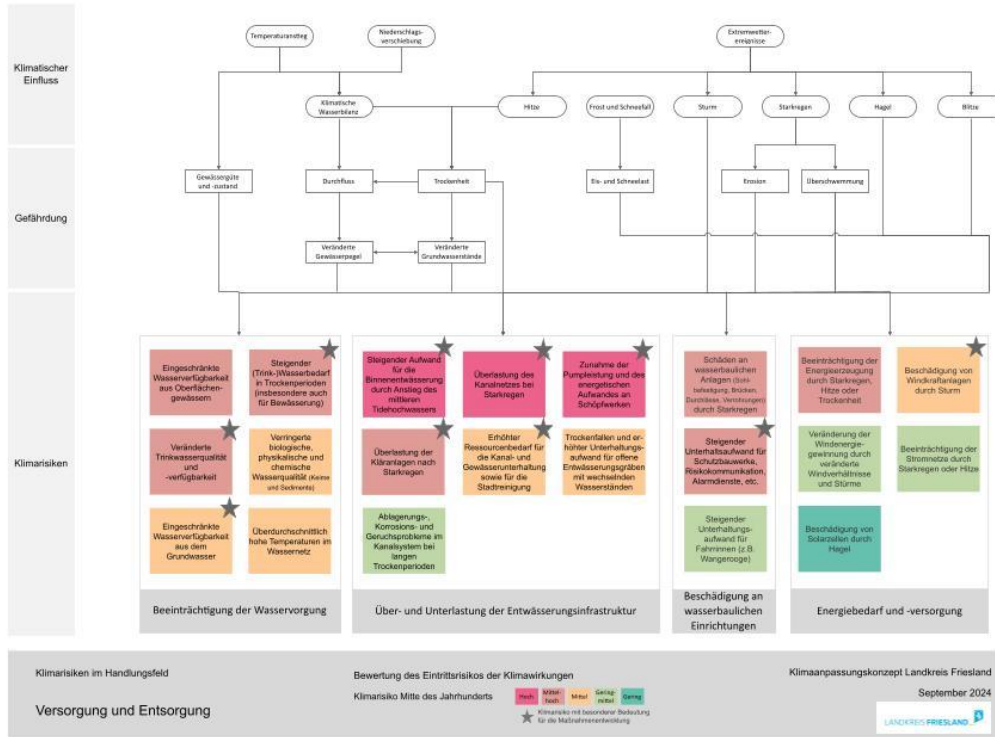


Abbildung 62-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Versorgung und Entsorgung für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

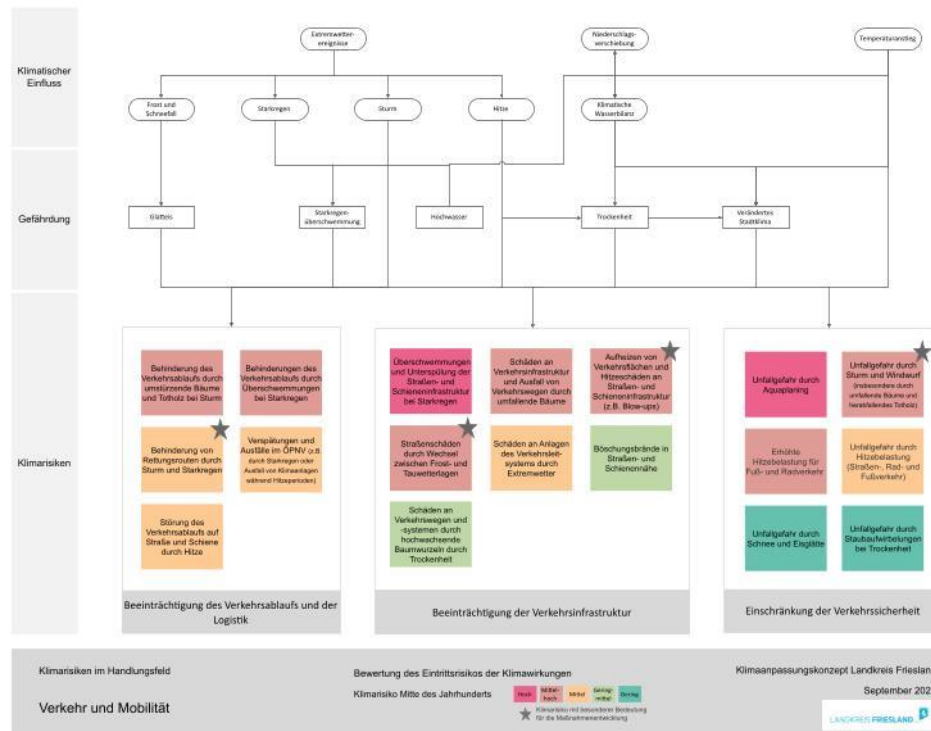


Abbildung 63-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Verkehr und Mobilität für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

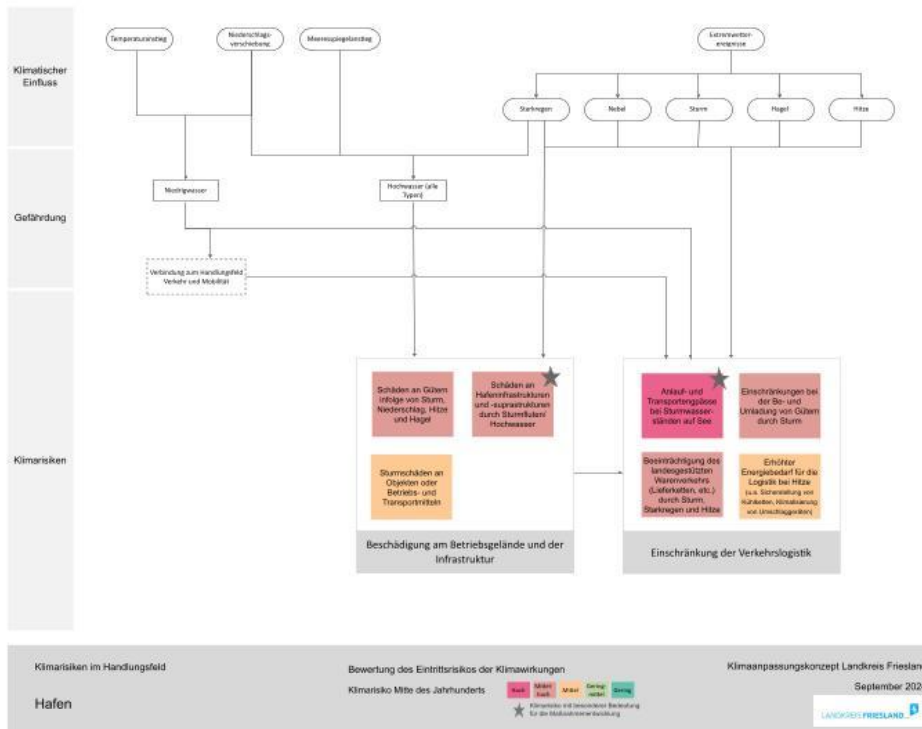


Abbildung 64-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Hafen für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

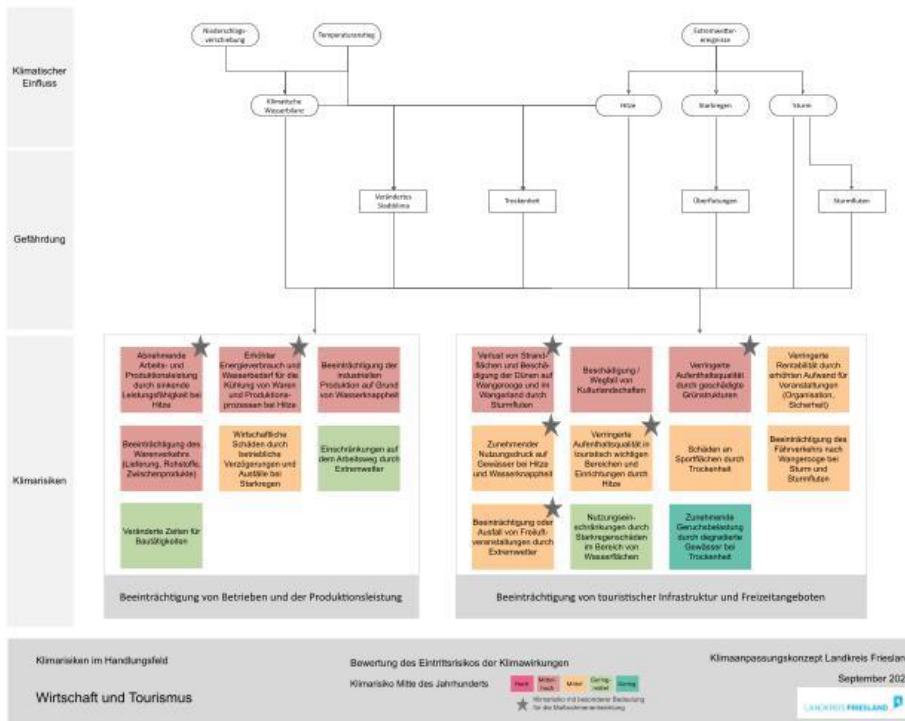


Abbildung 65-B: Klimawirkungskette des Handlungsfeldes Wirtschaft und Tourismus für den Landkreis Friesland (eigene Darstellung)

## Anhang C: Betroffenheitskarten

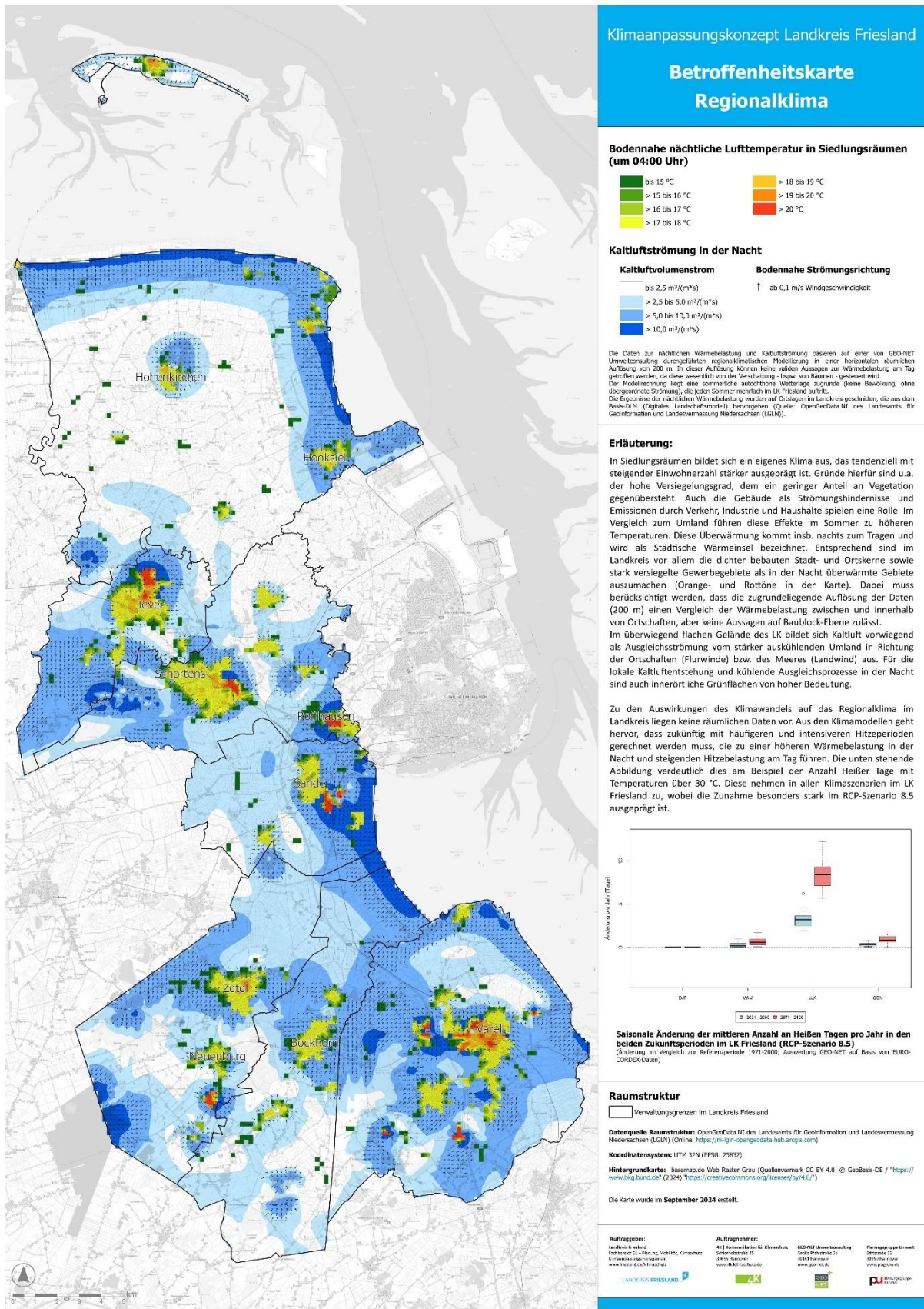


Abbildung 66-C Betroffenheitskarte Regionalklima (Quellen: siehe Abbildung)

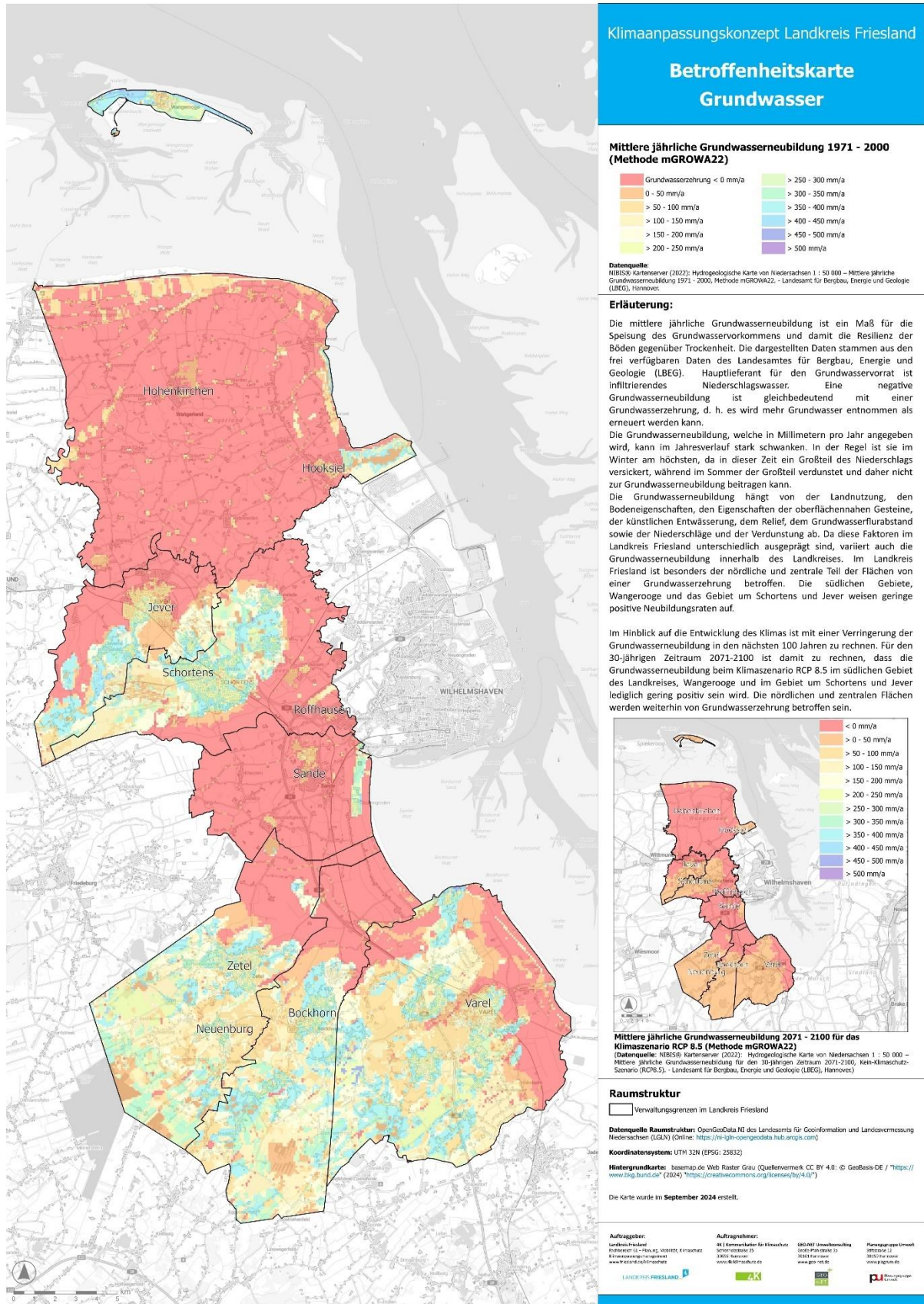


Abbildung 67-C: Betroffenheitskarte Grundwasser (Quellen: siehe Abbildung)

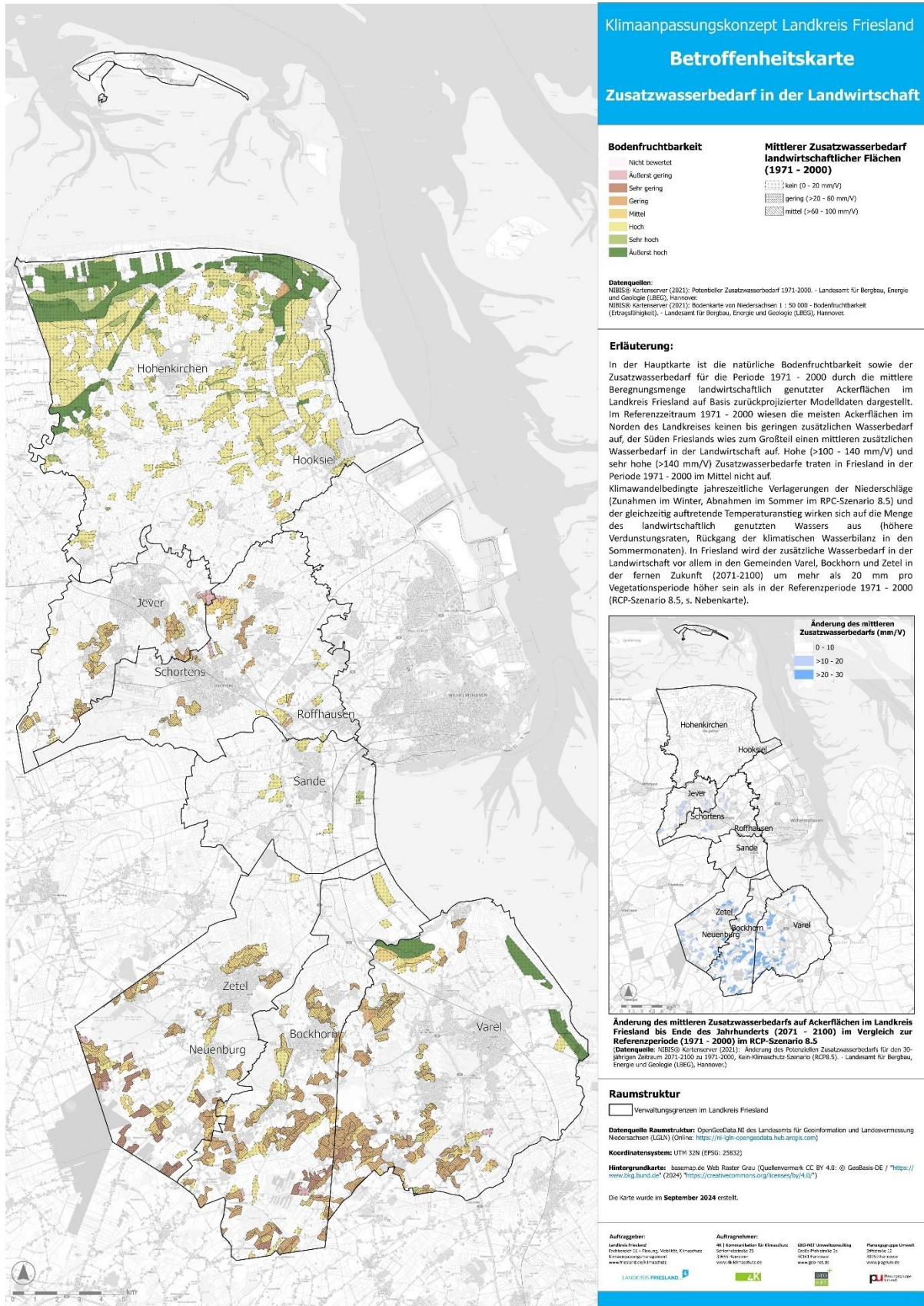


Abbildung 68-C: Betroffenheitskarte Zusatzwasserbedarf in der Landwirtschaft (Quellen: siehe Abbildung)

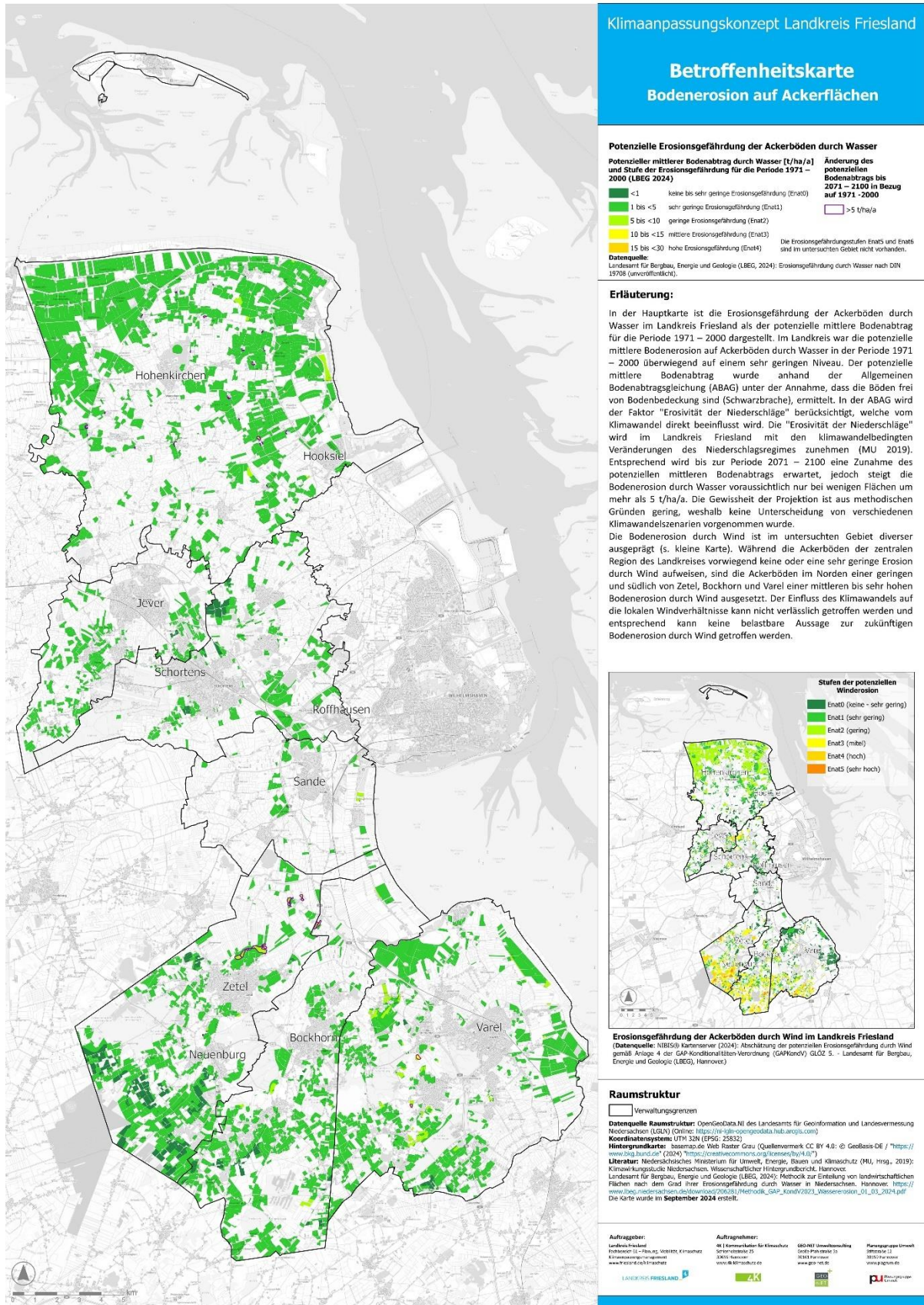
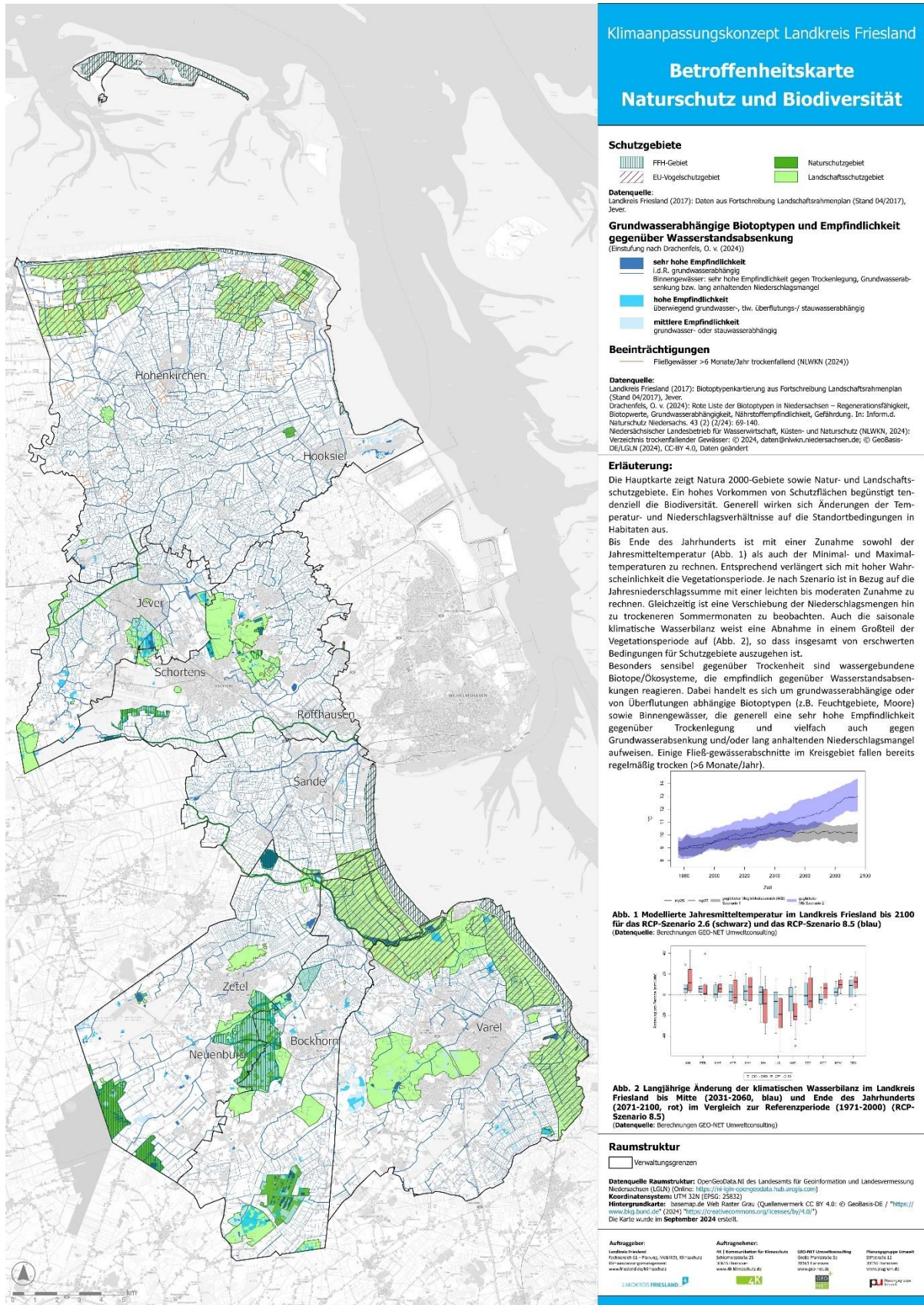


Abbildung 69-C: Betroffenheitskarte Bodenerosion auf Ackerflächen (Quellen: siehe Abbildung)



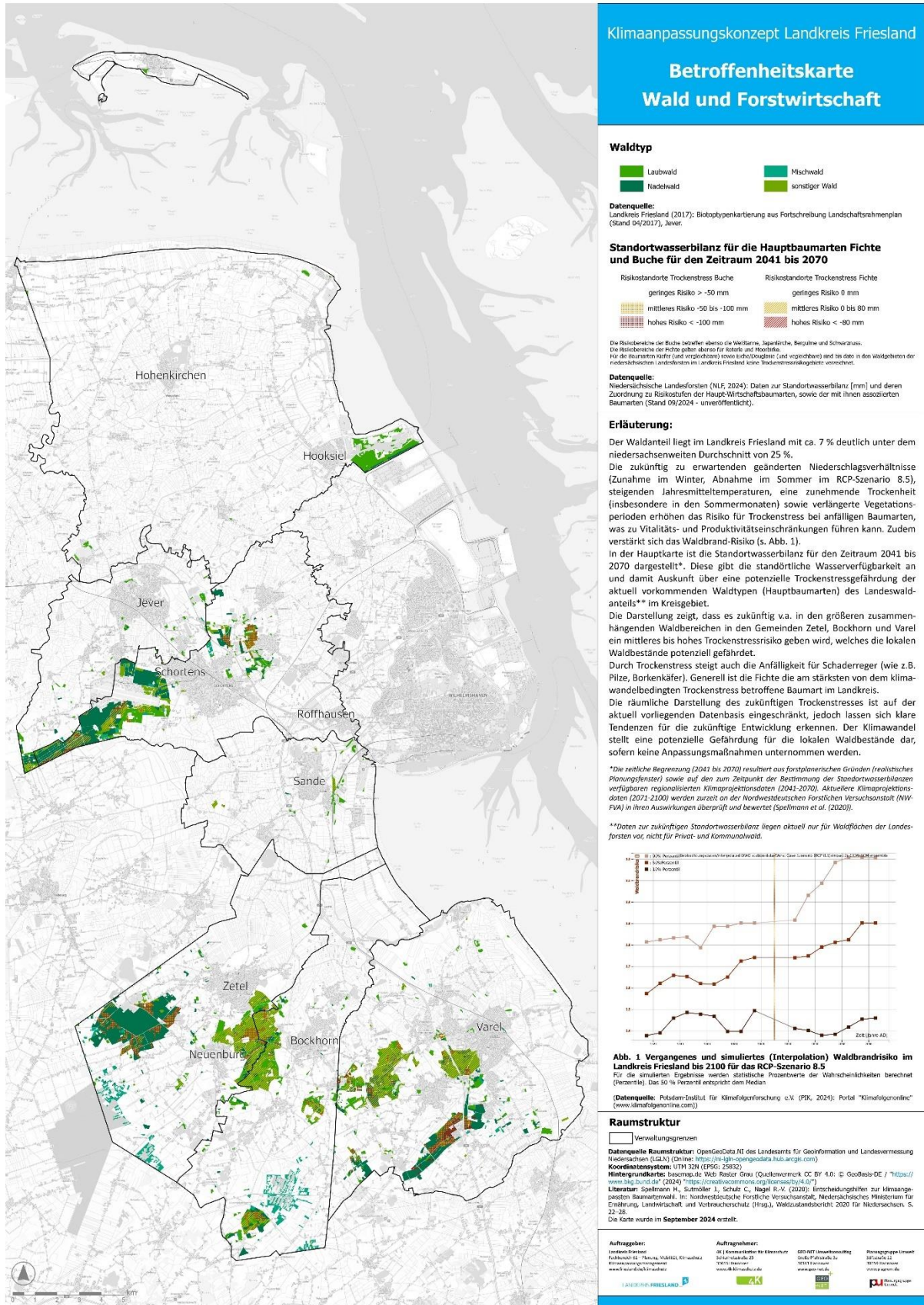


Abbildung 71-C: Betroffenheitskarte Wald- und Forstwirtschaft (Quellen: siehe Abbildung)

## Anhang D: Hotspotkarte

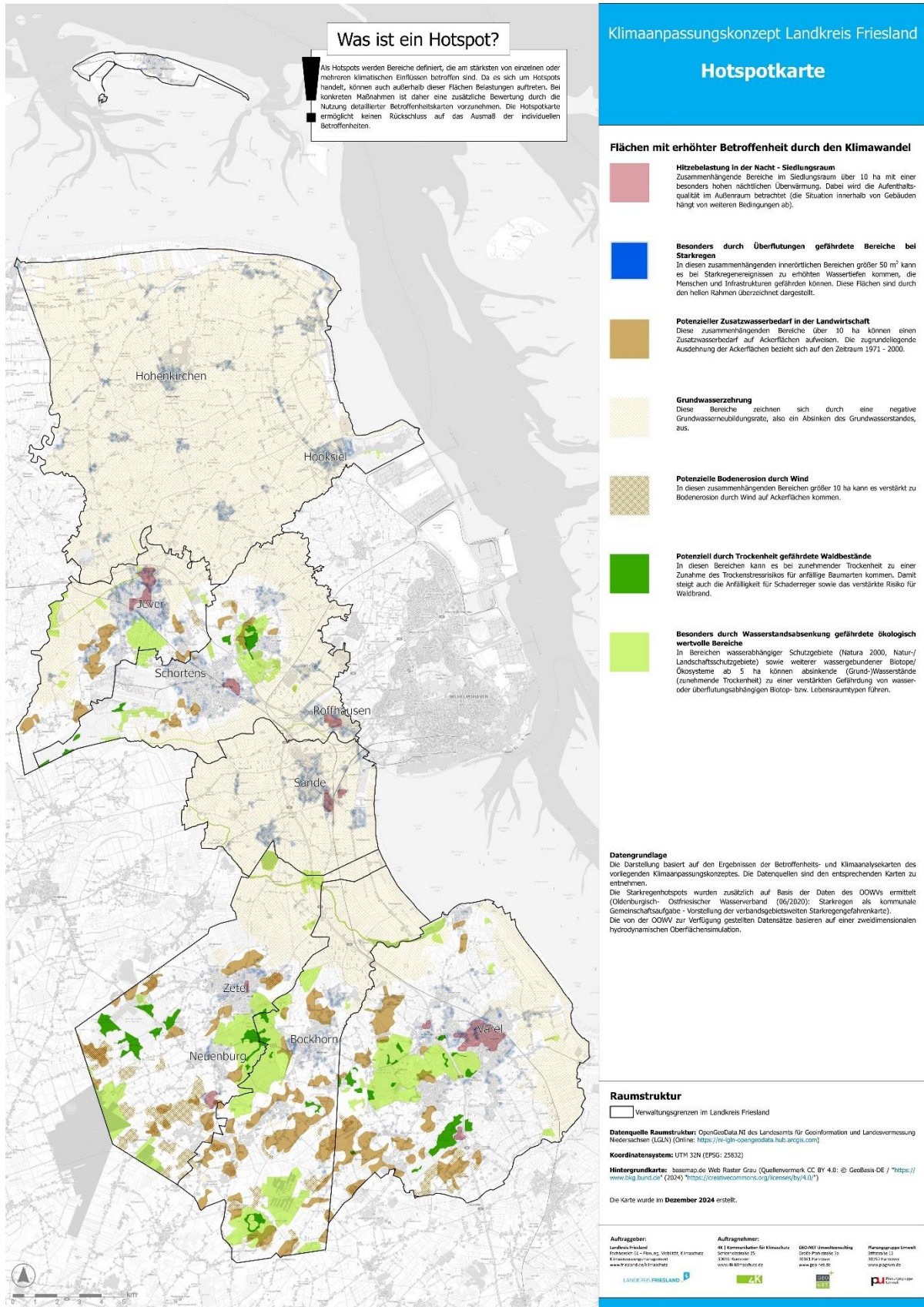


Abbildung 72-D: Hotspotkarte (Quellen: siehe Abbildung)

## Anhang E: Maßnahmenkatalog (Datei separat)