



SOCLIMPACT ABSCHLUSSBERICHT

Zusammenfassung der Ergebnisse des
EU-Forschungsprojekts „SOCLIMPACT“ und ihre
Bedeutung für die Klimapolitik der Insel Fehmarn



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under Grant Agreement No776661

IMPRESSUM

Verfasser: Dr. Philipp Siegel, Damian Arikas
Baltic Environmental Forum Germany
Osterstraße 58, 20259
Hamburg, Deutschland

Layout: Elionor Ferrer, Baltic Environmental Forum Germany
Titelbild: Umweltrat Fehmarn. Bild Seite 20: Reiseuhu, unsplash.com.

Dieser Bericht wurde im Rahmen des SoclImpact-Projekts mit finanzieller Unterstützung des Forschungs- und Innovationsprogramms „Horizont 2020“ der Europäischen Union im Rahmen der Finanzhilfvereinbarung Nr. 776661 entwickelt. Der Inhalt dieser Broschüre spiegelt ausschließlich die Ansichten der Autoren wider und gibt in keiner Weise die Ansicht des Programms „Horizont 2020“ oder der Europäischen Kommission wieder.

© Hamburg 2021

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung – Was ist SOCLIMPACT und was wurde untersucht?	4
2. Klimaprojektionen.....	5
2.1 Extremtemperaturen.....	6
2.2 Humidex.....	7
2.3 Kühlungstage	8
2.4 Meeresspiegelanstieg.....	9
2.5 Windextreme.....	11
3. Konsultationen von Entscheidungsträgern.....	13
3.1 Das Planspiel	13
3.2 Diskussionen und Erkenntnisse.....	15
4. Tourismus-Befragung.....	16
5. Ausblick	18

1. EINLEITUNG – WAS IST SOCLIMPACT UND WAS WURDE UNTERSUCHT?

Nach Untersuchungen des Weltklimarates (IPCC) wärmt sich die Erdatmosphäre kontinuierlich auf (IPCC 2019). Der andauernde Ausstoß von Treibhausgasen wird dazu führen, dass sich dieser Trend weiterhin fortsetzt und zu Konsequenzen im Klimasystem führt, durch die es zu irreversiblen Umwelt- aber auch zu sozio-ökonomischen Schäden kommen kann. Aufgrund ihrer exponierten Lage im Meer werden Inseln durch diese Veränderungen besonders betroffen sein.

Die grobe räumliche Auflösung von Klimamodellen macht es bisher schwer, fundierte Aussagen über die Zukunft von – insbesondere kleineren – Inseln zu treffen. Des Weiteren fehlen wissenschaftlich-fundierte Informationen über wirtschaftliche Folgen des Klimawandels im marinen und maritimen Sektor. Politische Entscheidungsträger benötigen jedoch akkurate Informationen über mögliche Klimawandelfolgen, um fundierte Kosten-Nutzen-Vergleiche unterschiedlicher Anpassungsstrategien durchführen zu können und geeignete vorsorgliche Maßnahmen politisch zu rechtfertigen und zu beschließen.

Das europäische Forschungsprojekt SOCLIMPACT (www.soclimpact.net) untersuchte daher mögliche Klimawandel-Auswirkungen auf Inseln, ebenso wie ihre möglichen sozio-ökonomischen Effekte für den Zeitraum 2030-2100. Dies geschah im Kontext der EU-Strategie für „Blaues Wachstum“ mit dem Ziel, die europaweite Klimapolitik, um inselnspezifische Anpassungswege und Maßnahmen der CO₂-Einsparung zu ergänzen.

Der Fokus lag dabei auf den vier Sektoren Tourismus, erneuerbare Energien, Aquakultur und maritimer Transport. Das Projekt hat sich dafür auf 12 Inseln und Inselgruppen im gesamten EU-Raum konzentriert (Fehmarn, die Azoren, die Balearen, die Kanaren, Korsika, Kreta, Madeira, Malta, Martinique & Guadeloupe, Sardinien, Sizilien und Zypern), um möglichst genaue Aussagen zu klimatischen Veränderungen über den gesamten EU-Raum hinweg treffen zu können und um Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Inseln aufzudecken. Auf Basis der Vorhersagen und Modellierungen wurden anschließend mit Entscheidungsträgern auf den einzelnen Inseln Anpassungsstrategien diskutiert und teilweise Pläne erarbeitet, um die Resilienz der Inseln zu erhöhen indem negative Klimafolgen durch geeignete Maßnahmen besser abgefedert werden.

2. KLIMAPROJEKTIONEN

Weltweit unterliegt das Klima ständigen Veränderungen im Zeitverlauf. Doch durch den vom Menschen verursachten Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlenstoffdioxid (CO₂) oder Methan (CH₄), kommt es seit Beginn der industriellen Revolution zu schnelleren und stärkeren Veränderungen des Klimas als unter natürlichen Dynamiken zu erwarten wäre. Um klimatische Veränderung abzubilden oder vorherzusagen, werden komplexe Computermodelle entwickelt, für die selbst spezialisierte Hochleistungsrechner oft wochenlang laufen müssen. Innerhalb dieser Modelle werden dann über geografische Gitternetze vorhandene Wetterdaten, Informationen zu Vegetation und der Biosphäre, sowie Eis, Wolken und Ozeanen integriert. Aus der simulierten Interaktion der eingespeisten Parameter werden Zukunftsvorhersagen zum Klima über das Gitternetz verteilt erstellt. Um die Funktionalität von Klimamodellen zu testen, werden mit ihnen zunächst oft Rechnungen mit Daten aus der Vergangenheit bis in die Gegenwart erstellt. Stimmen die Ergebnisse mit der Realität überein, kann das Modell auch innerhalb gewisser Grenzen für Zukunftsprojektionen eingesetzt werden.

Der Weltklimarat verwendet zur Modellierung von Klimaprognosen aktuell das Konzept des „repräsentativen Konzentrationspfades“ (RCP = Representative Concentration Pathway). Bei den Pfaden handelt es sich um Szenarien, in denen eine bestimmte Menge ausgestoßener Treibhausgase vorhergesagt wird. Diese Mengen werden in den einzelnen Szenarien als wahrscheinlich angenommen, abhängig davon, welche politischen und wirtschaftlichen Interessen in den nächsten Jahren und Jahrzehnten dominieren werden, um Treibhausgasemissionen zu begrenzen. Für die Prognosen des Weltklimarates werden insgesamt vier Treibhausgasszenarien untersucht, von denen angenommen wird, dass sie mit gleichgroßer Wahrscheinlichkeit eintreten können. Jedes dieser vier möglichen Treibhausgasszenarien wird mit einem vorhergesagten Strahlungsantrieb belegt, einem Maß für die Änderung der Energiebilanz der Erde, das besagt, wie viel Energie durch Strahlung aus dem Weltall aufgenommen wird und wie viel auch wieder abgegeben wird. Die Strahlung wird dabei in W/m² angegeben und die Menge der aufgenommenen Energie ist abhängig von der CO₂-Konzentration in der Erdatmosphäre. Je weniger CO₂, desto mehr Strahlungsenergie wird abgegeben und umgekehrt. Die Szenarien bewegen sich zwischen einer Welt mit starken Klima- und Umweltschutzanstrengungen, bei der weniger Strahlungsantrieb herrscht (RCP-Szenario 2.6 mit 2,6 W/m²) und einem „Weiter-so-wie-bisher“ Szenario, bei dem weiterhin viel CO₂ in die Atmosphäre ausgestoßen wird (RCP-Szenario 8.5 mit 8,5 W/m²). Das SOCLIMPACT Projekt hat sich auf diese zwei Szenarien konzentriert, um die möglichen Veränderungen in den modellierten Klimavariablen zur Mitte (Durchschnittswert für die Jahre 2046 – 2065) und zum Ende des Jahrhunderts (Durchschnittswert für die Jahre 2081 – 2100) im Vergleich zum durchschnittlichen Zustand der Referenzperiode von 1986-2005 vorherzusagen. Diese Szenarien werden durch mehrere unabhängige Global Circulation Models (GCMs) simuliert. Aus den Mittelwerten der Projektionen unterschiedlicher GCMs können dann Aussagen zu Wahrscheinlichkeiten und Unsicherheiten der klimatischen Veränderung getätigt werden.

Auch in Nordeuropa und auf Fehmarn werden die Folgen des Klimawandels messbar und spürbar sein. Eine Forschungsgruppe am Institut für Atmosphäre und Umwelt der Goethe-Universität Frankfurt/Main hat sich im Rahmen von SOCLIMPACT unter anderem damit beschäftigt, möglichst genaue Klimavorhersagen für den Ostseeraum zu treffen. So hat die Forschungsgruppe aus Erkenntnissen mehrerer Klimaprojektionen zusammengefasst, dass Durchschnittstemperaturen auf Fehmarn wahrscheinlich ansteigen werden und auch Temperaturextreme wie Hitzewellen an Häufigkeit zunehmen werden. Die Anzahl der Kältewellen soll sich im Durchschnitt nicht ändern. Des Weiteren sollen sich die Anzahl an windigen Tagen und solche mit starken Niederschlägen häufen. Auch das Wasser um Fehmarn herum wird vermutlich Veränderungen ausgesetzt sein. Die Klimaforscher prognostizieren, dass durch die wärmebedingte Ausdehnung des Wassers aufgrund erhöhter Oberflächen-

temperaturen, sowie dem Abschmelzen von Polarkappen und Gletschern, der Meeresspiegel der Ostsee ansteigen wird. Wegen dem aus der Schmelze resultierenden höheren Süßwassereintrag wird außerdem vorhergesagt, dass es zu einer Verringerung des Salzgehaltes kommen wird.

Einige dieser klimatischen Veränderungen wurden für Fehmarn mit Hilfe unterschiedlicher Variablen im Rahmen des Projektes visuell dargestellt und sollen in den folgenden Unterabschnitten präsentiert werden. Dabei ist anzumerken, dass es sich bei Klimaprojektion um ungenaue Vorhersagen handelt, da sehr viele Indikatoren und Zusammenhänge nicht in die Vorhersagen mit einbezogen werden können. Des Weiteren spielen auch die Anpassungsmaßnahmen, die nicht in die Projektionen mit einbezogen sind und noch ergriffen werden, eine Rolle. So könnten Anpassungsmaßnahmen dafür sorgen, dass die Projektionen reine Theorie bleiben. Klimaprojektionen und ihre Auswirkungen sind daher immer mit viel Sorgsamkeit zu betrachten und bilden die wahrscheinlichsten Voraussagen basierend auf aktuellen Kenntnisständen ab. Sie sind keine unwiderrufliche Wahrheit, können jedoch eine fundierte Basis bilden, um politische Klimaanpassungsentscheidungen in die richtige Richtung zu leiten und stellen eine angemessene Diskussionsgrundlage dar.

IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Minnenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press.

2.1 Extremtemperaturen

Die Veränderung der Menge an Tagen mit Extremtemperaturen ist ein gängiger Indikator, um Klimawandelauswirkungen zu beschreiben. In dieser Betrachtung wurde der Fokus auf das obere Ende der Temperaturskala gelegt. Wie viele andere Werte auch, verteilen sich Temperaturwerte normalerweise um einen Mittelwert. Werte, die am äußersten Rand dieser Normalverteilung liegen und nur in 2% der Zeit vorkommen, werden als „extrem“ bezeichnet. Der dazugehörige modellierte Wettervariable wird als T98p bezeichnet (ein Wert, der die Menge der Tage außerhalb des 98. Perzentils bzw. innerhalb der 1% Extremtemperaturen an beiden Enden der Normalverteilung angibt (Abbildung 1)). Da es für Fehmarn zu Erwärmungen kommen wird, werden eher mehr warme Extremtemperaturen als kalte erwartet. In der Referenzperiode waren 2% oder 7,3 Tage im Jahr in diesem Bereich. Bei großen Klimaschutzanstrengungen wird dieser Wert auf 5% bzw. 18,25 Tage im Jahr zum Ende des Jahrhunderts ansteigen. Im RCP 8.5 Szenario würde dieser Wert hingegen auf 17,8% oder 64,97 der Tage ansteigen und Sommer auf Fehmarn würden am Ende des Jahrhunderts merklich heißer sein als heute. Etwas mehr als 2 Monate im Jahr würden dann von ihren Temperaturen her als „extrem“ erachtet (Abbildung 2). Konkret bedeutet das, dass mehr hitzebedingte gesundheitliche und ökologische Schäden zu erwarten sein werden. So ist es wahrscheinlich, dass es zu einem allgemeinen Anstieg von Herz-Kreislauf Problemen oder Mortalität in Relation mit hohen Temperaturen kommen wird, wie man es heute schon häufig in den Nachrichten bei Rekordtemperaturen hört. Auch ökologisch werden sich wärmere Temperaturen auswirken und Konsequenzen für Landwirtschaft, Brandgefahr, Wasserversorgung und andere Bereiche haben.

<https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/03/D4.3-Atlases-of-newly-developed-hazard-indexes-and-indicators-with-Appendixes-Compressed.pdf>

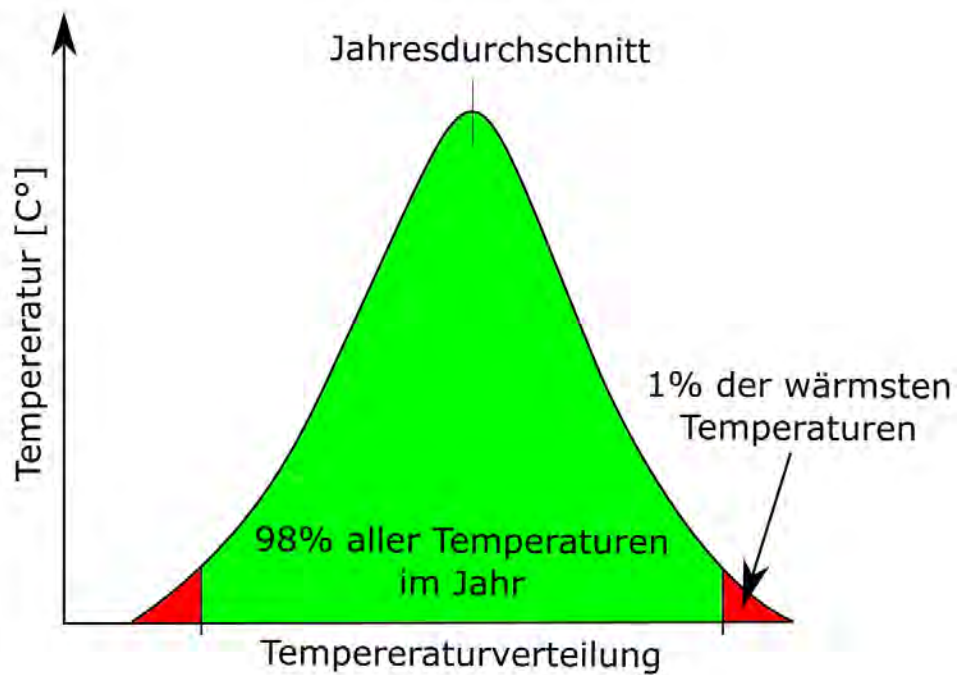


Abbildung 1: Illustration des Konzepts der Normalverteilung. Im Jahresdurchschnitt sind Temperaturen um einen Mittelwert normalverteilt. Bei Extremereignissen treten Temperaturen auf, die sich im untersten oder obersten 1% der Normalverteilung befinden. Der im Projekt betrachtete Wert T98p gibt an, wie viele Tage im Jahr in diesen Temperaturbereich entfallen, bzw. voraussichtlich entfallen werden (Quelle: Philipp Siegel, BEF Deutschland).

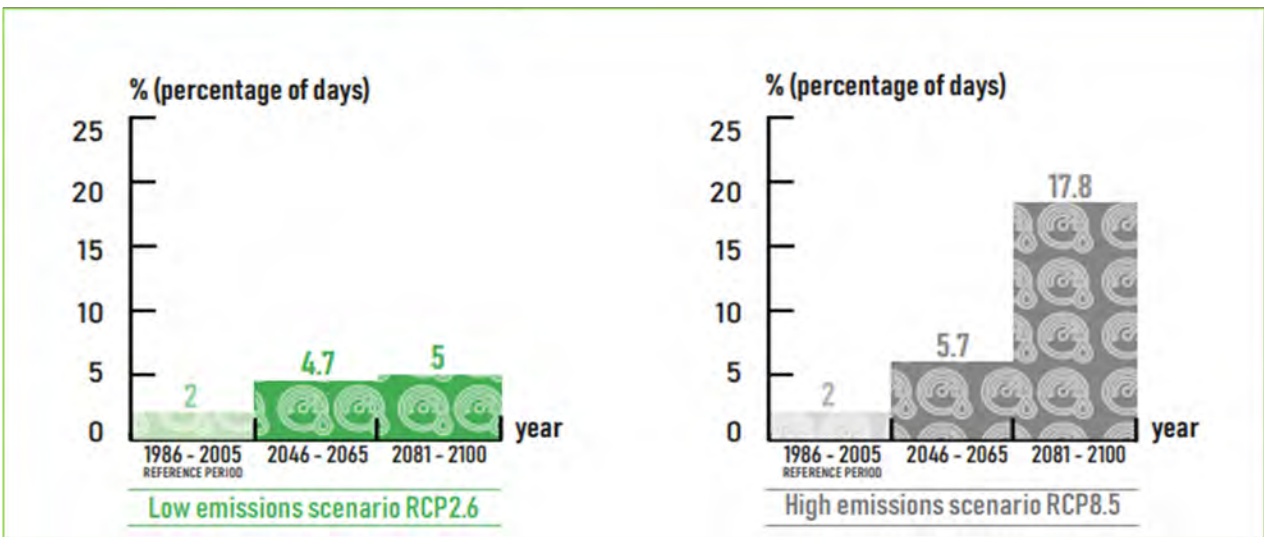


Abbildung 2: Modellierte Extremtemperaturen in den RCP-Szenarios 2.6 und 8.5 auf Fehmarn in Bezug auf das Mittel der Referenzperiode 1986 – 2005.

2.2 Humidex

FWas dieser Anstieg an Extremtemperaturen für das menschliche Wohlbefinden bedeutet, kann mit einem weiteren Parameter errechnet werden. Dabei wird der Humidex als Kenngröße verwendet, um hitzebedingte Einflüsse auf die menschliche Gesundheit zu bemessen.

Der Humidex-Wert gibt eine gefühlte Temperatur an, die für Menschen als unangenehm bewertet wird (in diesem Falle 35 °C und mehr). In der Referenzperiode 1986 – 2005 lag die Anzahl der Tage an denen es 35 °C oder wärmer war im Schnitt bei 1,1 pro Jahr. Wenn es zu Treibhausgastaustößen der Größenordnung des RCP 2.6 Szenarios kommen würde, wird sich die Anzahl der Tage bis zur Mitte und Ende des Jahrhunderts auf 2,1 erhöhen, also im Prinzip stabil bleiben. Bei Ausstoßmengen des RCP 8.5 Szenarios, würde dieser Wert zur Mitte des Jahrhunderts bei 2,3 liegen, und zum Ende des Jahrhunderts auf 8,5 ansteigen. Das heißt, wenn sich der Trend des durch Menschen erzeugten Treibhausgasausstoßes wie bisher fortsetzt, wären für den Zeitraum 2081 bis 2100 im Schnitt 8,5 Tage des Jahres mit unangenehmer Hitze von 35 °C und mehr zu erwarten (Abbildung 3).

<https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/03/D4.3-Atlases-of-newly-developed-hazard-indexes-and-indicators-with-Appendixes-Compressed.pdf>

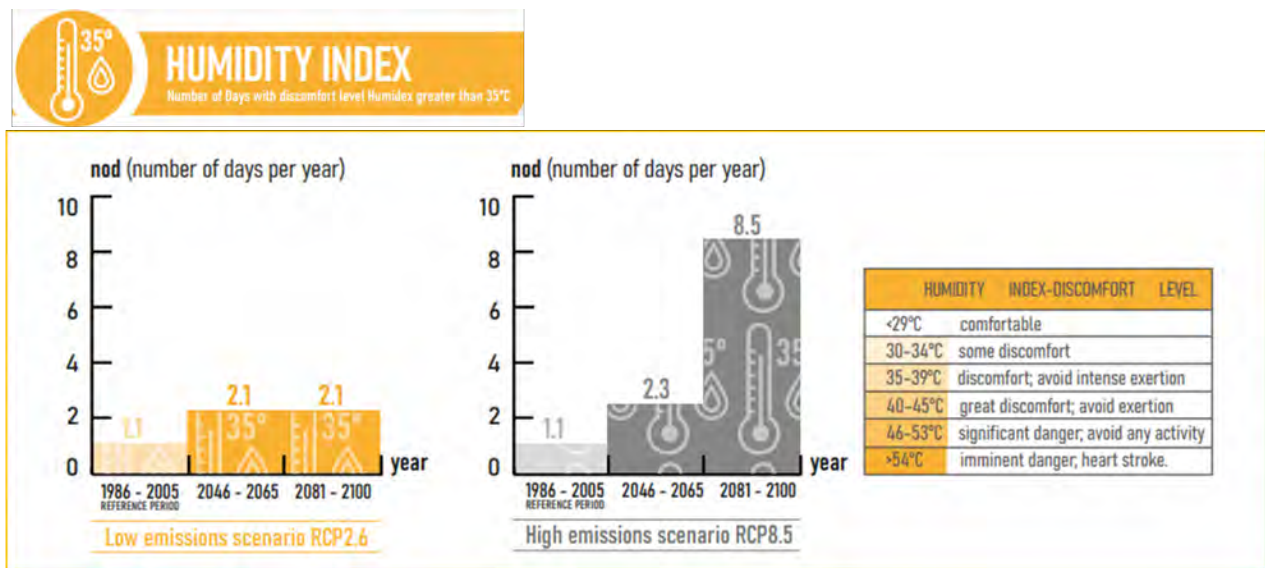


Abbildung 3: Anzahl modellierter Tage, die auf Fehlern einen Humidex Werte von 35 °C überschreiten; während der Referenzperiode, zur Mitte des 21. Jahrhunderts und zum Ende des 21. Jahrhunderts.

2.3 Kühlungstage

Der Index für Kühlungstage ist ein indirektes Hitzemaß, in dem angegeben wird, an wie vielen Tagen eine aktive Kühlung von Gebäuden empfohlen wird. Der Index ist die Anzahl der Tage an, an denen die Außentemperatur in einem bestimmten Gebiet eine Referenztemperatur übersteigt. In diesem Fall, wenn die durchschnittliche Lufttemperatur eines Tages (Tag und Nacht bzw. über 24 Stunden) mindestens bei 21 °C liegt. In der Referenzperiode 1986 – 2005 waren dies durchschnittlich 2,2 Tage im Jahr. Unter Szenario RCP 2.6 würde dieser Wert zum Ende des Jahrhunderts auf 4,5 Tage im Jahr ansteigen. Im RCP 8.5 Szenario hingegen steigert sich der Bedarf aktiver Kühlung auf 30,5 Tage im Jahr (Abbildung 4).

<https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/03/D4.3-Atlases-of-newly-developed-hazard-indexes-and-indicators-with-Appendixes-Compressed.pdf>

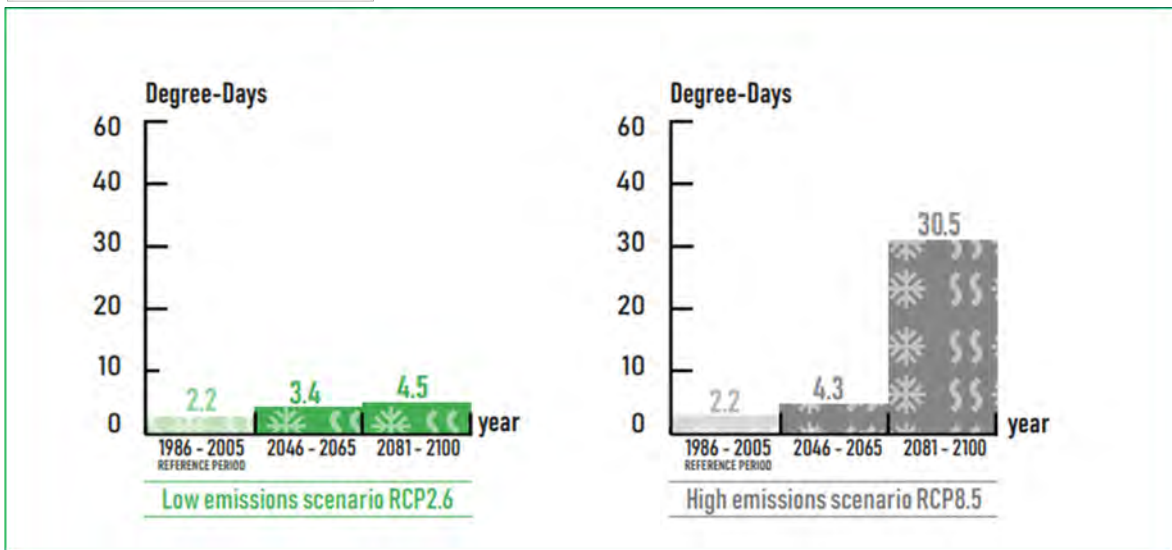


Abbildung 4: Modellierte Anzahl der Tage, für die es eine aktive Kühlung von Gebäuden bedürfen wird in den RCP-Szenarios 2.6 und 8.5 auf Fehmarn in Bezug auf das Mittel der Referenzperiode 1986 – 2005.

2.4 Meeresspiegelanstieg

Der Anstieg des Meeresspiegels ist eine oft genannte Folge des Klimawandels und birgt weltweit Risiken für Küstengebiete. Die Folgen eines Meeresspiegelanstiegs könnten permanente Überflutungen sein, was nachhaltige Auswirkungen auf Küstengesellschaften, Wirtschaft und Umwelt haben könnte. Des Weiteren würde ein Anstieg des mittleren Meeresspiegels den Einfluss von Stürmen und Fluten auf die Küstenlinie verstärken. Für die Modellierungen des Meeresspiegelanstiegs wurden die Ergebnisse als durchschnittlich zu erwartendem Anstieg um Fehmarn herum in cm präsentiert. Dabei ist unter einem Szenario mit großer Anstrengung zur Verringerung der Treibhausgasemissionen (RCP 2.6) zu erwarten, dass der Meeresspiegel um 10 cm zur Mitte des Jahrhunderts steigen wird und zum Ende des Jahrhunderts um weitere 10 auf 20 cm über den Stand der Referenzperiode. Unter dem RCP 8.5 Szenario wird ein stärkerer Anstieg erwartet. Hier könnte das Wasser im Mittel zum Ende des Jahrhunderts um 57 cm höher stehen (Abbildung 5).

Die Karte der Organisation Climate Central (Abbildung 6) zeigt, welche Fläche Fehmarns bis 2050 Gefahr läuft regelmäßig überflutet zu werden, wenn keine Anpassungsmaßnahmen getroffen werden und der größte prognostizierte Meeresspiegelanstieg eintritt. So wird erwartet, dass vor allem die westlichen Gebiete Fehmarns regelmäßig überflutet werden. Ein höherer Meeresspiegel bedeutet nämlich auch, dass auf die Küste stoßende Stürme an Einfluss gewinnen und mehr Wasser an Land gespült werden kann. Deiche und andere Überflutungsmaßnahmen an der Küste und auch im Inneren der Insel könnten jedoch durchaus dafür sorgen, dass die Projektionen nicht den tatsächlichen Zuständen auf Fehmarn entsprechen werden.

https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/10/D4.4b-Report-on-storm-surge-levels_compressed.pdf

<https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/10/D4.4d-Report-on-the-evolution-of-beaches.pdf>

MEAN SEA LEVEL RISE
(in cm) with respect to the present (1986-2005)

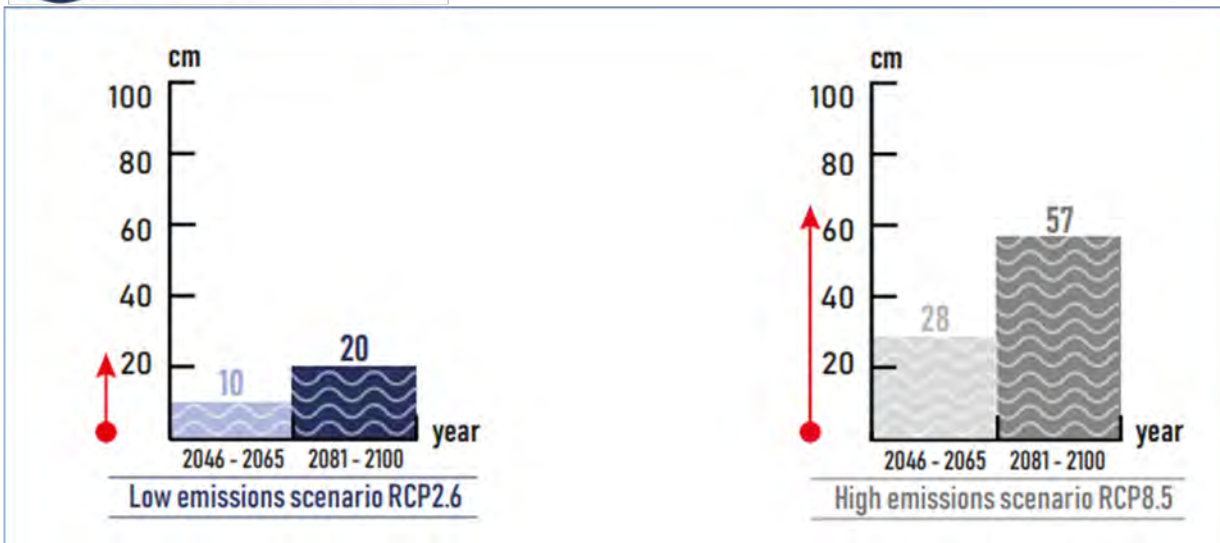


Abbildung 5: Modellierter durchschnittlicher Meeresspiegelanstieg für die Ostsee um Fehmarn herum in den RCP-Szenarios 2.6 und 8.5.



Abbildung 6: Modellierung der Fläche, die im Jahre 2050 auf Fehmarn regelmäßig überflutet sein könnte (rot eingezeichnet). Die Vorhersage bezieht sich hierbei auf das RCP 4.5 Szenario, das in der Mitte zwischen den im Projekt behandelten RCP 2.6 und 8.6 Szenarien liegt und einen moderaten Ausstoß von Treibhausgasen in den kommenden Jahrzehnten zur Annahme hat (Quelle: Climate Central) https://coastal.climatecentral.org/map/10/9.6353/53.6314/?theme=sea_level_rise&map_type=coastal_dem_comparison&basemap=road-map&contiguous=true&elevation_model=best_available&forecast_year=2050&pathway=rcp45&percentile=p50&return_level=return_level_1&slr_model=kopp_2014

2.5 Windextreme

Auch die Häufigkeit von Stürmen kann sich mit dem Klima wandeln. Als Indikator für veränderte Starkwindereignisse kann der NWIX98 Wert herbeigezogen werden. Ähnlich zum T98p Wert, wird hier angegeben, an wie vielen Tagen des Jahres sich Windereignisse außerhalb des 98% Perzentils des Durchschnittswindes befinden, und somit als Starkwindereignisse gelten. In der Referenzperiode wurden Windstärken von 13.4 m/s und mehr als "extrem" erachtet. Bei der Veränderung der Anzahl an extremen Windereignissen ist ein interessantes Muster aufgetreten, bei dem der Trend gegensätzlich sein könnte, je nachdem, ob sich die Weltgesellschaft zu einem RCP 2.6 oder einem RCP 8.5 Szenario hin entwickelt. Im Referenzzeitraum fanden Starkwindereignisse an 7,3 Tagen im Jahr statt. Dieser Wert könnte unter RCP 2.6 auf 6,1 Tage fallen. Unter RCP 8.5 könnte dieser Wert auf 9,5 Tage steigen. Ob es im Durchschnitt windiger wird oder nicht könnte daher sehr davon abhängen, wie viele Treibhausgase in den kommenden Jahrzehnten ausgestoßen werden und wie sich dadurch Luftdruckgebiete entwickeln werden (Abbildung 7).

<https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/10/D4.4a-Report-on-solar-and-wind-energy.pdf>

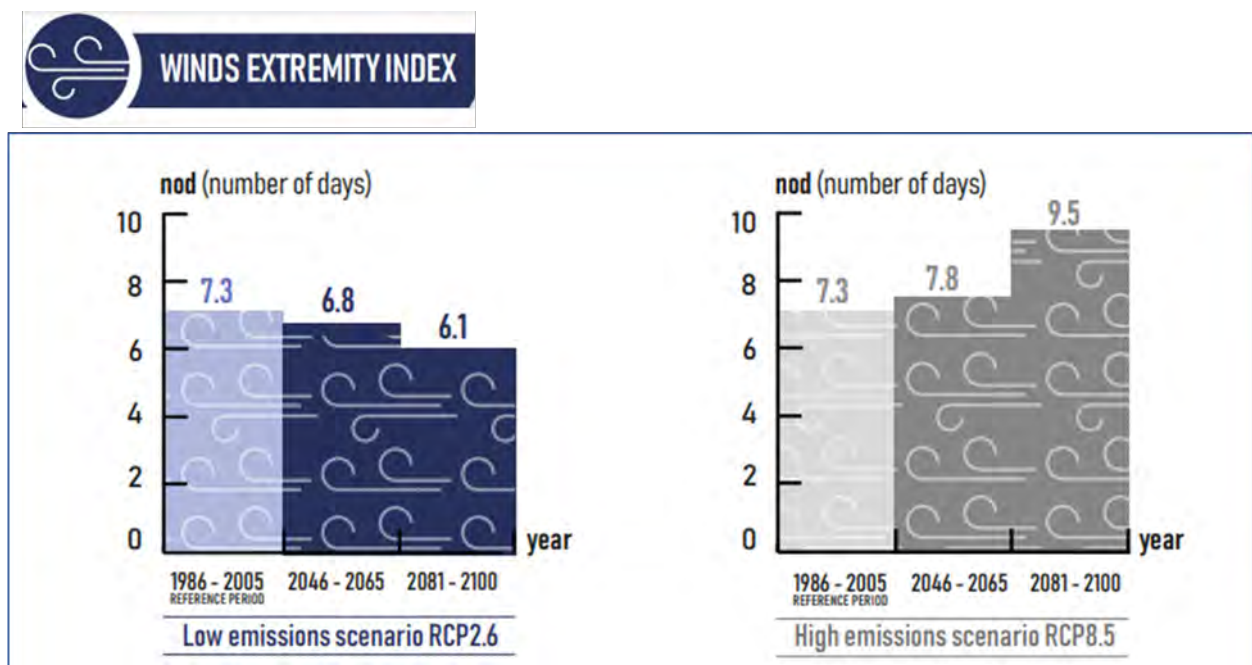


Abbildung 7: Modellierter Anzahl an Tagen, an denen es auf Fehmarn zu extremen Windbedingungen kommen wird in den RCP-Szenarios 2.6 und 8.5 in Bezug auf das Mittel der Referenzperiode 1986 – 2005.

Darauf aufbauend, kann es auch zu einer Veränderung von Sonnen oder Windflauten an Land und über dem Meer kommen. Die Folge davon könnten reduzierte Mengen an produzierter Solar- und Windenergie sein. Auch dies wurde im Rahmen von SOCLIMPACT modelliert. Aufgrund der Kombination aus vorhergesagten veränderten Wind- und Lichtstrahlungsverhältnissen ist man jedoch zu dem Ergebnis gekommen, dass sich prognostizierte Flauten und Gewinne weitestgehend ausgleichen dürften. Es wird für Fehmarn erwartet, dass sich die Menge der produzierten Energie innerhalb der einzelnen Unterkategorien (Wind-/ Solarenergie über Land/auf See) in den kommenden Jahrzehnten nur minimal ändern wird, so dass es zu keinem Verlust der Energieproduktion auf der Insel kommen sollte (Abbildung 8). Fehmarn ist damit die einzige Insel im SOCLIMPACT Projekt, bei der dies festgestellt wurde.

<https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/10/D4.4a-Report-on-solar-and-wind-energy.pdf>

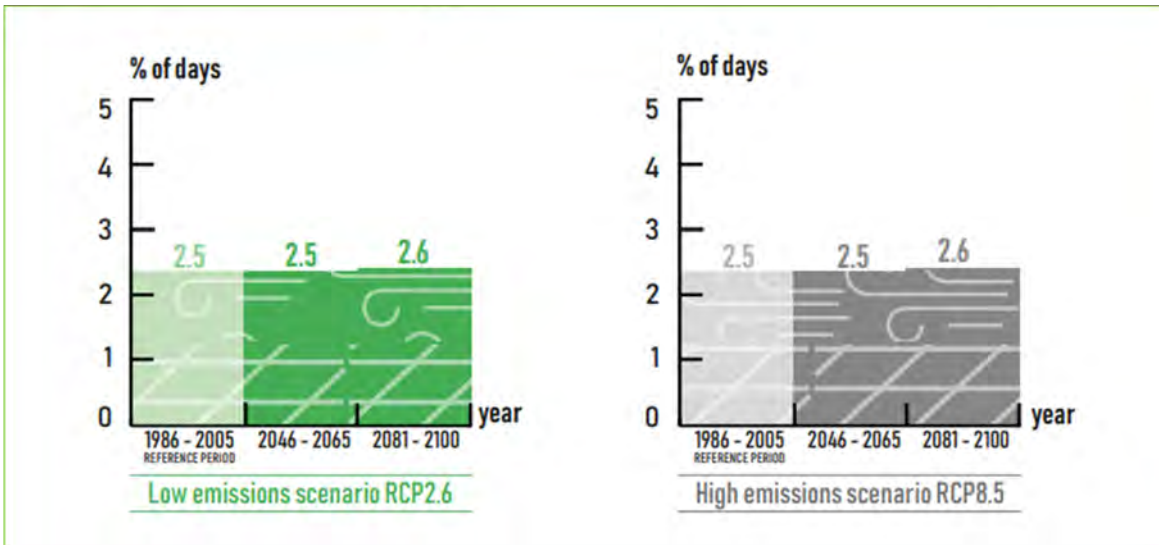


Abbildung 8: Modellierter prozentualer Anteil an Tagen für die RCP-Szenarios 2.6 und 8.5, an denen es auf Fehmarn zu Energieflauten kommen könnte in Bezug auf das Mittel der Referenzperiode 1986 – 2005.



Für weitere Informationen und einer detaillierteren Auswertung der Fehmarn Daten und Diskussion (in englischer Sprache), können Sie die SOCLIMPACT Webseite unter dem untenstehenden Link bzw. QR-Code besuchen und auf den Seiten 543 bis 579 den Abschnitt zu Fehmarn finden.

https://soclimpact.net/wp-content/uploads/2020/12/D7.2b_FINAL-12-ISLASred.pdf

3. KONSULTATIONEN VON ENTSCHEIDUNGSTRÄGERN

Die oben dargelegten Modellierungsergebnisse stellen die Vorhersagen für die wichtigsten im Projekt untersuchten Klimaparameter dar. Sie bilden nach heutigem Kenntnisstand die wahrscheinlichsten Klimakonsequenzen für Fehmarn ab. Anhand der Klimamodellierungen ist abzusehen, dass auf Fehmarn vor allem die Sommer länger und heißer und Extremwetterereignisse häufiger und stärker werden dürften.

Diese Vorhersagen wurden auch als Grundlage für ein Seminar genutzt, bei dem Entscheidungsträger Fehmarns Anpassungsstrategien und mögliche Szenarien für die Insel diskutierten. Ziel war es zu verstehen, wie lokale Entscheidungsträger zwischen unterschiedlichen Strategien wählen, wenn Sie mit Klimaprognosen konfrontiert werden, denn um sich an klimatische Veränderungen anzupassen, gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, die sich in Wirkung, Komplexität, Kosten und Aufwand stark unterscheiden können. Die Art und Weise, wie Klimaanpassungsstrategien in den kommenden Jahrzehnten durchgesetzt werden, wird daher nicht nur vom Grad der klimatischen Veränderungen, sondern auch vom politischen Willen und der Bereitschaft Investitionen zu tätigen, abhängig sein.

3.1 Das Planspiel

Um ein besseres Verständnis über unterschiedliche Einstellungen zu erlangen, wurde daher während des Seminars auf Fehmarn ein Planspiel veranstaltet, das im Rahmen des SOCLIMPACT Projekts zentral entworfen worden war. Dieses Planspiel mit anschließender Diskussion und Auswertung wurde mit Entscheidungsträgern auf allen SOCLIMPACT Inseln basierend auf ihren inselspezifischen Klimamodellierungen und den relevanten „Blaues Wachstum“ Sektoren durchgeführt. Dadurch konnten anschließend Gemeinsamkeiten und Unterschiede in Präferenzen aufgedeckt und unterschiedliche Haltungen zu Anpassungsmaßnahmen miteinander verglichen werden. Über die gesamte EU verteilt entsteht dadurch ein Netzwerk von Erkenntnissen, welches helfen kann, sich gezielt an klimatische Veränderungen anzupassen.

Für die Diskussionsrunde wurden Einladungen an Vertreter aus verschiedenen Sektoren versandt, die vom Klimawandel voraussichtlich auf unterschiedliche Art betroffen sein werden. Die daraus resultierende Expertenrunde setzte sich zusammen aus Personen des Umweltrates Fehmarn, des Tourismus-Service Fehmarn, des Landesbetriebs für Küstenschutz Schleswig-Holstein, sowie Vertretern aus Stadtverwaltung, Energieversorgungsbetrieben, Landwirtschaft und Wassersport.

Nachdem den Teilnehmern die aktuellen Klimaprognosen und Modellierungen von Prof. Bodo Ahrens, Klimaforscher von der Goethe-Universität Frankfurt/Main, präsentiert wurden, begann das Planspiel. Den Entscheidungsträgern wurden zu Beginn Vorgaben in Form von Anpassungsszenarien vorgelegt. Diese Szenarien sollten Welten darstellen, in denen Entscheidungsträger grundsätzlich unterschiedlichen Willen aufbringen würden, Wandel herbei zu führen und Investitionen in Klimaanpassungsmaßnahmen zu tätigen. Die Bandbreite der vier Szenarien erstreckte sich dabei von einer "Welt", in der Entscheidungsträger eine sehr geringe Bereitschaft hätten zu investieren und mit dem derzeitigen Anpassungsstatus einverstanden sind, so dass kein Willen zu weiterem Wandel vorhanden ist, bis hin zu einer "Welt", in der die Bereitschaft zu investieren sehr groß war und Entscheidungsträger bereit sein würden, alle Optionen in Betracht zu ziehen, um sich an den Klimawandel anzupassen.

Die Teilnehmer wurden nun gebeten, sich zwischen je zwei Anpassungsmöglichkeiten zu entscheiden. Zum Beispiel sollte entschieden werden, ob man in Bezug auf die Klimavorhersagen eher Küstenschutz-Maßnahmen oder Maßnahmen zur Dürrevorbeugung wählen möchte. Solch eine Entscheidung musste von den Teilnehmern jeweils drei Mal getroffen werden, kurzfristig für den Zeitraum bis 2030, mittelfristig bis 2050 und langfristig bis 2100. In jedem Szenario war die Kombination aus Fragen unterschiedlich, setzte sich aber immer aus

Auswahlmöglichkeiten zusammen, die aus den drei Themenfeldern „Gefährdungsreduktion“, „Reduktion von Katastrophenfolgen“ und „Sozio-Ökologische Widerstandsfähigkeit“ kamen.

Die Ergebnisse dieser Befragung ergaben eine Prioritätenliste von Maßnahmen, an der abgelesen werden kann, wie Entscheidungsträger mit Wissen über Fehmarn und die zu erwartenden Klimaveränderungen wählen würden (Abbildung 9). Priorisiert wurden dabei vor allem Maßnahmen, durch die das Produktangebot auf Fehmarn in den kommenden Jahrzehnten vielfältiger gestaltet und die Wirtschaft inselweit mehr in einen geschlossenen Kreislauf umgewandelt werden können. Als besonders relevant wurden auch Maßnahmen erachtet, die etwas mit dem Schutz der Küsten zu tun hatten, sowie Wassereinsparungen und Grundwasserpflege betrafen. Dem gegenüber standen Maßnahmen, die auf einer besseren Verteilung von Informationen unter Inselbewohnern und Gästen setzen, sowie darauf, Vorhersagesysteme zu etablieren. Diese Maßnahmen wurden nicht als besonders nützlich erachtet und wurden daher kaum gewählt.

Anpassungsmaßnahme	Wie oft wurde die Option gewählt?	Welt A			Welt B			Welt C			Welt D		
		2030	2050	2100	2030	2050	2100	2030	2050	2100	2030	2050	2100
Aktivitäten- und Produktdiversifizierung	75%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lokale Kreislaufwirtschaft	73%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dünenrestauration und -wiederherstellung	72%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Anpassung des Grundwasser-Managements	63%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desaster Risiko Management zum zentralen Thema machen	63%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sandvorspülungen	60%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Strukturen für Küstenschutz	56%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Medizinische Versorgung	53%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Einschränkungen der Wassernutzung und Grauwasser-Recycling	53%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Wirtschaftspolitische Maßnahmen	53%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Desaster-Pläne für den Wiederaufbau	52%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Adaptives Management natürlicher Habitate	50%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Strandseen etablieren oder stärken	50%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Post-Desaster Wiederaufbau-Fonds	48%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Finanzielle Anreize, um aus Risikogebieten wegzuziehen	47%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Lokale nachhaltige Fischerei	47%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Feuermanagement Pläne	47%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Dürre- und Wassereinsparungspläne	44%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Entsalzungsmaßnahmen	40%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Wasser nutzen, um Hitzewellen zu bekämpfen	37%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Überwachungs-, Modellierungs-, und Frühwarnsysteme	37%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Flussrestauration und -wiederherstellung	28%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Touristische Aufklärungskampagnen	27%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Allgemeine Aufklärungskampagnen	25%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Ist Teil des Klimaanpassungswegs
 Ist nicht Teil des Klimaanpassungswegs
 Stand nicht zur Auswahl

Abbildung 9: Ergebnisse des Entscheidungsträger-Planspiels. Dargestellt sind die unterschiedlichen Anpassungsmaßnahmen, die während des Planspiels ausgewählt werden konnten, sowie deren Beliebtheit insgesamt und wann Sie mehrheitlich gewählt wurden. Da jede Auswahl für drei Zeiträume in den nächsten 80 Jahren getroffen werden konnte, war es möglich, dass eine Anpassungsmaßnahme unterschiedlich über den Zeitverlauf hinweg bevorzugt wurde. Grüne Kästchen bedeuten, dass die Maßnahme von 50% oder mehr der Entscheidungsträger für den einzelnen Zeitpunkt gewählt wurde. Ist das Kästchen weiß, wurde die Maßnahme von weniger als 50% der Teilnehmer gewählt. Ist das Kästchen grau, so stand die Maßnahme in dem Szenario nicht zur Auswahl.

3.2 Diskussionen und Erkenntnisse

Die Auswertung wurde den Teilnehmern einige Wochen nach dem Seminar in einem anschließenden Webinar präsentiert. Dabei kam heraus, dass die Teilnehmer es nützlich fanden, sich über unterschiedliche Anpassungswege Gedanken zu machen und Pläne zu erarbeiten, um sich auf die klimatischen Veränderungen vorzubereiten. Es wurde aber auch angemerkt, dass man trotz aller Pläne Alternativen in der Hinterhand haben sollte, falls sich Vorhersagen als nichtzutreffend herausstellen oder einige Maßnahmen nicht den erwünschten Effekt haben würden. Es wurde festgestellt, dass Anpassungsmaßnahmen nur bis zu einem gewissen Grad wirken könnten und dass nicht alle Hoffnungen auf sie gelegt werden sollten. Je mehr in den kommenden Jahren in eine Reduktion des Treibhauseffektes investiert würde, umso erfolgreicher könnten am Ende Anpassungsmaßnahmen greifen. Es wurde weiterhin angemerkt, dass einige Maßnahmen für Fehmarn keinen Effekt haben würden bzw. auf einige Auswirkungen aus Sicht der Fehmaraner kein Einfluss genommen werden könne, wie zum Beispiel häufiger auftretende Quallen- und Algenblüten vor der Küste. Gegen solche Ereignisse müssten wirksame Maßnahmen entwickelt werden, die nicht zwangsweise etwas mit Klimaanpassung zu tun haben, wie z.B. die Verminderung der Überdüngung von Gewässern durch die Landwirtschaft der Ostseeanrainerstaaten oder ein Ende der Überfischung von natürlichen Gegnern.

Auch andere Veränderungen, die nichts mit dem Klima zu tun haben, aber durchaus einen Einfluss auf die Insel und ihre Ökosystem sowie die umliegende Ostsee haben werden, bereiten vielen Inselbewohnern Sorgen. So zum Beispiel eines der größten europäischen Infrastrukturprojekte der kommenden Jahre, der Bau des Fehmarnbelt-Tunnels und der dazugehörigen Hinterland-Anbindung. Obwohl der Beitrag des Tunnels zu weiteren Umweltbelastungen auf Fehmarn beachtlich sein könnte, kann der Bau sowie die Planung nur schwer von den Entscheidungsträgern der Insel beeinflusst werden.



Abbildung 10: Projekt Meeting auf Fehmarn (Baltic Environmental Forum Deutschland)

Machbare Anpassungsmaßnahmen, die von Entscheidungsträgern auf Fehmarn durchgesetzt werden könnten, wurden aber ebenfalls diskutiert. Zum einen ist das Umwandeln der Burger Innenstadt in eine autofreie Zone ein möglicher Schritt Richtung Klimaschutz und um mögliche Anpassungsmaßnahmen voranzutreiben. Luftqualität wird durch eine entmotorisierte Zone verbessert und allgemeines Wohlbefinden gestärkt. Brunnen und schattenspendende Konstruktionen könnten etabliert werden, um vorhergesagte Hitze erträglicher zu machen. Besonders entworfene Grünflächen, Gründächer, Gräben und Teiche bieten Erholungsraum und wirken zusätzlich als Schwamm, um bei starkem Niederschlag Wasser aufzunehmen bzw. abzuleiten. Durch Begrünung und Beschattung können kühlende Erholungszonen am Strand und an anderen beliebten Orten geschaffen werden, um Schutz vor Sonne und Hitze zu ermöglichen. Dabei können Brunnen und Wasserzerstäuber zusätzlich eingesetzt werden, um den Kühlungseffekt zu vergrößern und Möglichkeiten zu schaffen, Trinkbehälter schnell und kostenlos aufzufüllen. Um den Einfluss übermäßiger Sonnenstrahlung in Ortschaften zu verringern, können Oberflächen von Gebäuden aufgehellt werden und dunkle Flächen und Asphalt vermieden werden. So wird mehr Sonnenlicht reflektiert und Häuser und Straßen heizen sich im Hochsommer weniger auf. Es existieren jedoch viele weitere Anpassungsmaßnahmen, die für Fehmarn eventuell in Frage kommen könnten. Einen Überblick über Projekte und Maßnahmen in Deutschland, die auch für Fehmarn eine Relevanz haben könnten, finden Sie unter dem folgenden Link:

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/werkzeuge-der-anpassung/tatenbank>

Insgesamt wurde das Planspiel als positiv bewertet und hat es ermöglicht, theoretische Erkenntnisse aus den Modellierungen des Projektes mit konkreten Problemstellungen auf Fehmarn in Verbindung zu bringen. Dadurch wurde ein Dialog zwischen Vertretern unterschiedlicher Bereiche angestoßen und eine zusätzliche Plattform gegeben, die Entscheidungsträgern auf Fehmarn helfen kann, sich in Bezug auf ihre Klimaambitionen weiter zu vernetzen und Anstrengungen durch Zusammenarbeit zu intensivieren und effektiver zu gestalten.



Abbildung 11: Insel Fehmarn aus der Vogelperspektive (Umweltrat Fehmarn)

4. TOURISMUS-BEFRAGUNG

Während des Projektes wurde eine Tourismus-Befragung durchgeführt, um herauszufinden, welche Präferenzen Gäste der Insel haben, wenn es um Klimawandel- und Anpassungsmaßnahmen geht. Dabei ging es im Kern darum, ob Gäste ihr Reiseverhalten ändern würden, wenn Klimawandelfolgen wie Hitze oder mehr Stranderosion häufiger oder stärker auftreten sollten, und was die Gäste bereit wären an zusätzlicher Kurtaxe zu zahlen, um Anpassungsmaßnahmen zum Entgegenwirken zu finanzieren. Im Sommer 2019 wurden dafür 196 Gäste vor Ort auf Fehmarn befragt. Dabei kam heraus, dass für viele Touristen das Verschwinden von Meereslebewesen (83%), eine Verringerung der Strandfläche (78,4%) oder die vermehrte Ansteckung durch Krankheiten aufgrund von öfters auftretenden tropischen Arten (73%) ein Grund zum Fernbleiben der Insel werden könnten. Gäste gaben an, dass Sie teilweise bis zu 11,90 Euro mehr Kurtaxe pro Tag zahlen würden, um vorbeugende Maßnahmen zu finanzieren (Abbildungen 10 & 11).

Obwohl viele Konsequenzen des Klimawandels außerhalb des Einflussbereiches von Tourismusakteuren und Entscheidungsträgern auf Fehmarn liegen, können die Erkenntnisse aus den Umfragen und den Modellierungen dazu genutzt werden, um Einstellungen und Präferenzen von Gästen zu erörtern, um abzuwiegen, wie unterschiedliche Strategien die Gästezahlen auf der Insel beeinflussen könnten.

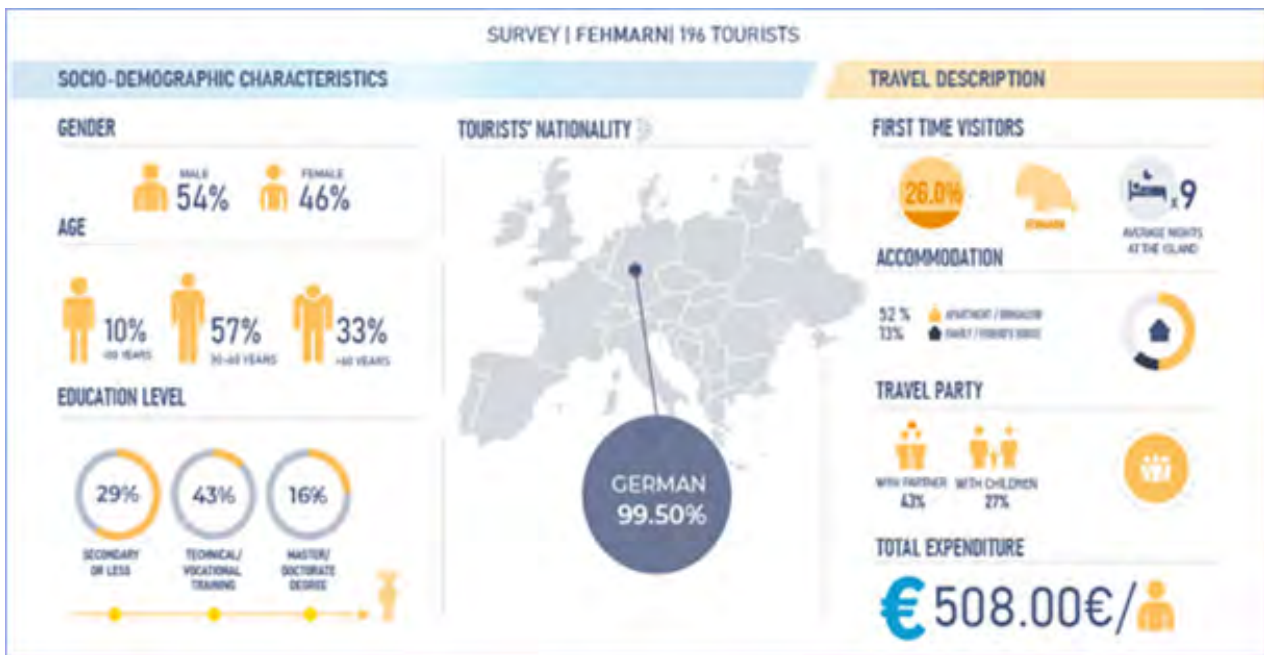


Abbildung 12: Demografische Charakteristika von Fehmarn-Urlaubern, sowie Informationen zu Ihren Aufenthalten auf der Insel (in englischer Sprache).

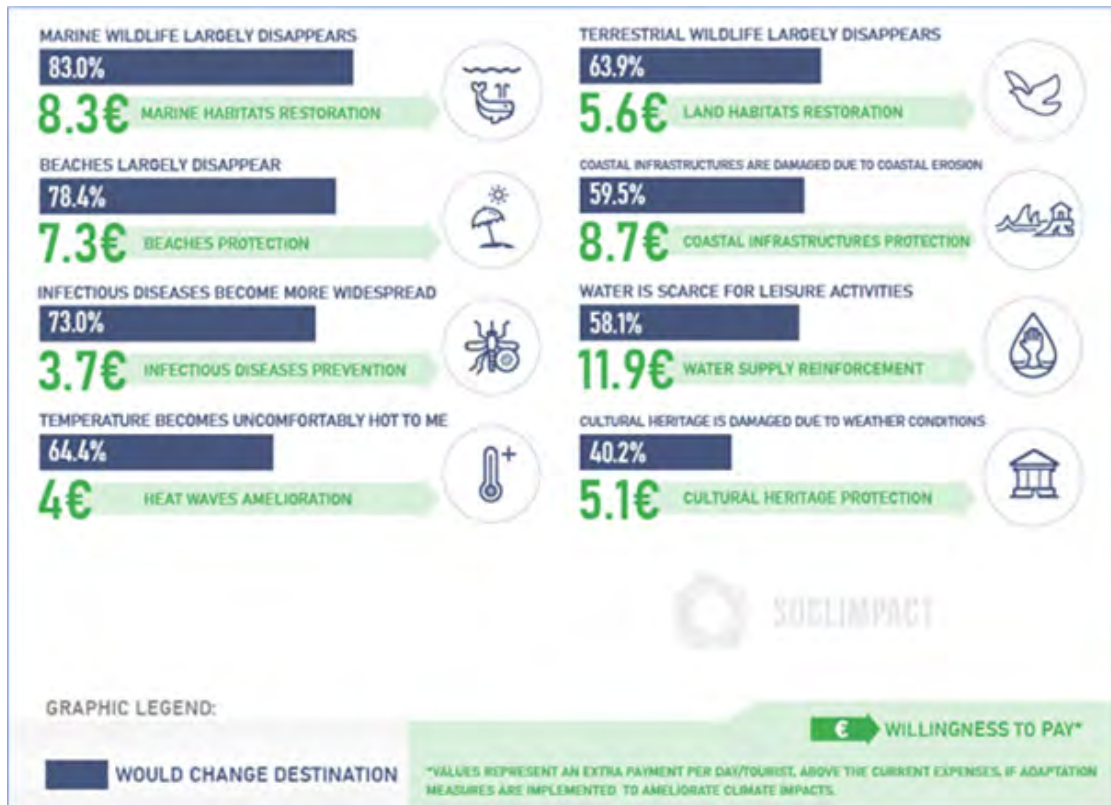


Abbildung 13: Umfrageergebnisse zu der Bereitschaft, den Urlaubsort zu ändern, wenn die abgefragten Klimawandelfolgen eintreten würden und die Kurtaxebeiträge, die Touristen aus der Umfrage bereit wären zu zahlen, um diese Auswirkungen zu verhindern (in englischer Sprache)

5. AUSBLICK

Auch in Nordeuropa hat der durch menschliche Aktivitäten angetriebene Klimawandel begonnen, seine Wirkung zu entfalten. Um adäquate Maßnahmen zu ergreifen und die negativen Auswirkungen auf ein Minimum zu beschränken, ist daher zunächst eine gute Informationsgrundlage wesentlich. Besonders Inseln, die oft nur knapp über dem Meeresspiegel liegen, werden mit zu den am stärksten beeinflussten Gebieten zählen und sind aufgrund ihrer Geografie besonders gefährdet, die Konsequenzen von steigenden Wasserständen und intensiveren Wetterereignissen zu tragen.

Für die Insel Fehmarn birgt die klimatische Zukunft einige Unsicherheiten. Die Auswirkungen des Klimawandels werden stark von den politischen und wirtschaftlichen Beschlüssen der kommenden Jahrzehnte abhängen. Diese Entscheidungen werden beeinflussen, ob die tatsächlichen Veränderungen mehr in die Richtung der Prognosen des RCP 2.6 oder des RCP 8.5 Szenarios gehen werden, also ob es bald zu starken Klimagasreduktionen kommt oder eher zu einem "weiter so wie bisher" Szenario - oder einem Pfad zwischen diesen Extremen. Die in diesem Abschlussbericht präsentierten Ergebnisse geben einen Aufschluss darüber, welche klimatischen Veränderungen jeweils zu erwarten sind und welche Anpassungsmöglichkeiten es unter anderem gibt. Um zu gewährleisten, dass Fehmarn weiterhin ein lebenswerter Wohnort und ein attraktives Urlaubsziel bleibt, werden sich die Kommune, ihre Bewohner, aber auch Urlaubsgäste auf ein neues Klima vorbereiten und anpassen müssen.

Aus der Sicht mancher Touristiker mag es dabei auf den ersten Blick positiv sein, wenn das Klima sich erwärmt und die Saison sich dadurch potenziell verlängert. Dies kann aber im Anbetracht von Extremwetterereignissen, Meeresspiegelanstieg oder der Gefahr durch Veränderung der natürlichen Umwelt, z.B. durch Infektionskrankheiten oder der Beeinträchtigung der Wasserqualität durch Quallen, Cyanobakterien oder Vibrionen zu kurz gedacht sein. Es müssen daher Anpassungsstrategien entwickelt werden, die es ermöglichen, die Insel weiterhin zu genießen, ohne dass es zu qualitativen Einbußen des Alltags oder des Urlaubserlebnisses kommen muss.



Abbildung 14: Fehmarnsundbrücke (Umweltrat Fehmarn)

Das SOCLIMPACT Projekt hatte das Ziel, existierende Wissenslücken zu schließen, um Entscheidungsträgern eine geeignetere Grundlage zu geben, diesen Veränderungen entgegenzuwirken oder sich ihnen anzupassen. Anhand von präziseren Klimamodellen wurde die Auflösung und damit die Zuverlässigkeit von Klimavorhersagen verbessert, um geeignete Prognosen vor allem für kleinere Inseln wie Fehmarn zu ermöglichen. Dennoch stellt sich für einige Inseln im Vergleich zu den im Projekt vertretenen "großen" Inseln wie Sizilien, Kreta oder Zypern, auch nach SOCLIMPACT nach wie vor die Schwierigkeit der mangelhaften Datengrundlage im sozio-ökonomischen Bereich. Diese stellte sich im Projekt sehr unterschiedlich dar, da Inseln wie z.B. Malta oder Zypern europäische Nationalstaaten sind und dadurch eigene Statistikinstitute unterhalten, wohingegen auf Fehmarn und vergleichbaren Inseln sozioökonomische Daten oft nicht verwendbar waren, weil sie entweder gar nicht oder nicht ausschließlich für die Insel (im Fall Fehmarns dann höchstens auf Kreis-, wenn nicht erst auf Landes- oder nationaler Ebene) erhoben werden. Dies stellte eine große Schwierigkeit dar und führte dazu, dass sozioökonomische Modelle für Fehmarn und einige andere Inseln nicht gerechnet werden konnten, während sie für andere Inseln wiederum vorliegen. Wo jedoch möglich, hat das Projekt über innovative sozio-ökonomische Analysen aufgedeckt, wie konkrete maritime wirtschaftliche Bereiche von sich rapide änderndem Klima beeinträchtigt werden könnten. Das Projekt hat somit neue Einblicke geliefert und ein europaweites Netzwerk aufgebaut, durch das Wissensaustausch und gegenseitiges Unterstützen hinsichtlich Klimaanpassungsmaßnahmen vorangetrieben werden konnten.

Klimapolitik ist ein komplexes Gebiet, in dem viele Interessen unter einen Hut gebracht werden müssen. Über das Projekt hinweg gab es eine enge Kooperation zwischen dem Projektpartner Baltic Environmental Forum Deutschland und dem Umweltrat der Stadt Fehmarn, um Wissen zu sammeln und mögliche Anpassungsmöglichkeiten mit Vertretern der Insel zu diskutieren. Erkenntnisse wie die des SOCLIMPACT Projektes können dazu beitragen, fundiertere Entscheidungen zu treffen und Beteiligten dabei helfen, Anpassungsmaßnahmen aufgrund von wissenschaftlichen Erkenntnissen zu beurteilen. Die hier aufgezeigten Ergebnisse und Erkenntnisse werden durch die im Text verlinkten Abschlussberichte des Projektes ergänzt und stellen einen wichtigen Beitrag zu Klimaanpassungsdiskussionen auf Fehmarn dar.

Als Resultat des SOCLIMPACT Projektes wurde eine interaktive Oberfläche entwickelt, auf der die Ergebnisse aller Inseln übersichtlich eingesehen werden können. Diese können Sie unter folgendem Link abrufen:

<https://reissoclimpact.net/adaptation-support-tool/>

ÜBER SOCLIMPACT

SOCLIMPACT erstellt Vorhersagen über den Klimawandel und seine sozioökonomischen Auswirkungen auf europäische Inseln für die Jahre 2030-2100. Diese werden im Kontext der maritimen Wirtschaftsbereiche betrachtet und Möglichkeiten für die Anpassung an den Klimawandel werden untersucht. Wesentliche Ziele dabei sind:

- Die Entwicklung eines umfassenden Verständnisses darüber, wie sich der Klimawandel auf EU-Inseln in verschiedenen Regionen der Welt auswirkt (Zypern, Malta, Fehmarn, Balearen, Sizilien, Sardinien, Korsika, Kreta, Azoren, Madeira, Kanarische Inseln, Martinique und Guadalupe)
- Einen Beitrag zur Verbesserung der wirtschaftlichen Bewertung von Klimawandelauswirkungen zu leisten
- Eine Steigerung der Qualität von wirtschaftlichen Modellierungen in Klimamodellen zu erreichen
- Hilfe bei der klimapolitischen Entscheidungsfindung für die maritime Wirtschaft zu geben indem angemessene Anpassungsstrategien ermittelt werden
- Bereitstellung von Informationen für politische Entscheidungsträger und andere relevante Interessengruppen



SOCLIMPACT

WWW.SOCLIMPACT.NET