



# KLIMA- UND UMWELTVERÄNDERUNGEN IM MITTELMEERBECKEN

Aktuelle Situation und Risiken für die Zukunft

Erster Sachstandsbericht für den Mittelmeerraum

Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger

Verfasser: **MedECC** (Mediterranean Experts on Climate and Environmental Change)

## Herausgeber:

### **Wolfgang Cramer**

MedECC Coordinator  
CNRS, Frankreich

Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie  
marine et continentale (IMBE)

### **Joël Guiot**

MedECC Coordinator  
CNRS, Frankreich

Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des  
Géosciences de l'Environnement (CEREGE)

### **Katarzyna Marini**

MedECC Science Officer  
MedECC Secretariat  
Plan Bleu



Mediterranean  
Action Plan  
Barcelona  
Convention



Union for the Mediterranean  
Union pour la Méditerranée  
الإتحاد من أجل المتوسط





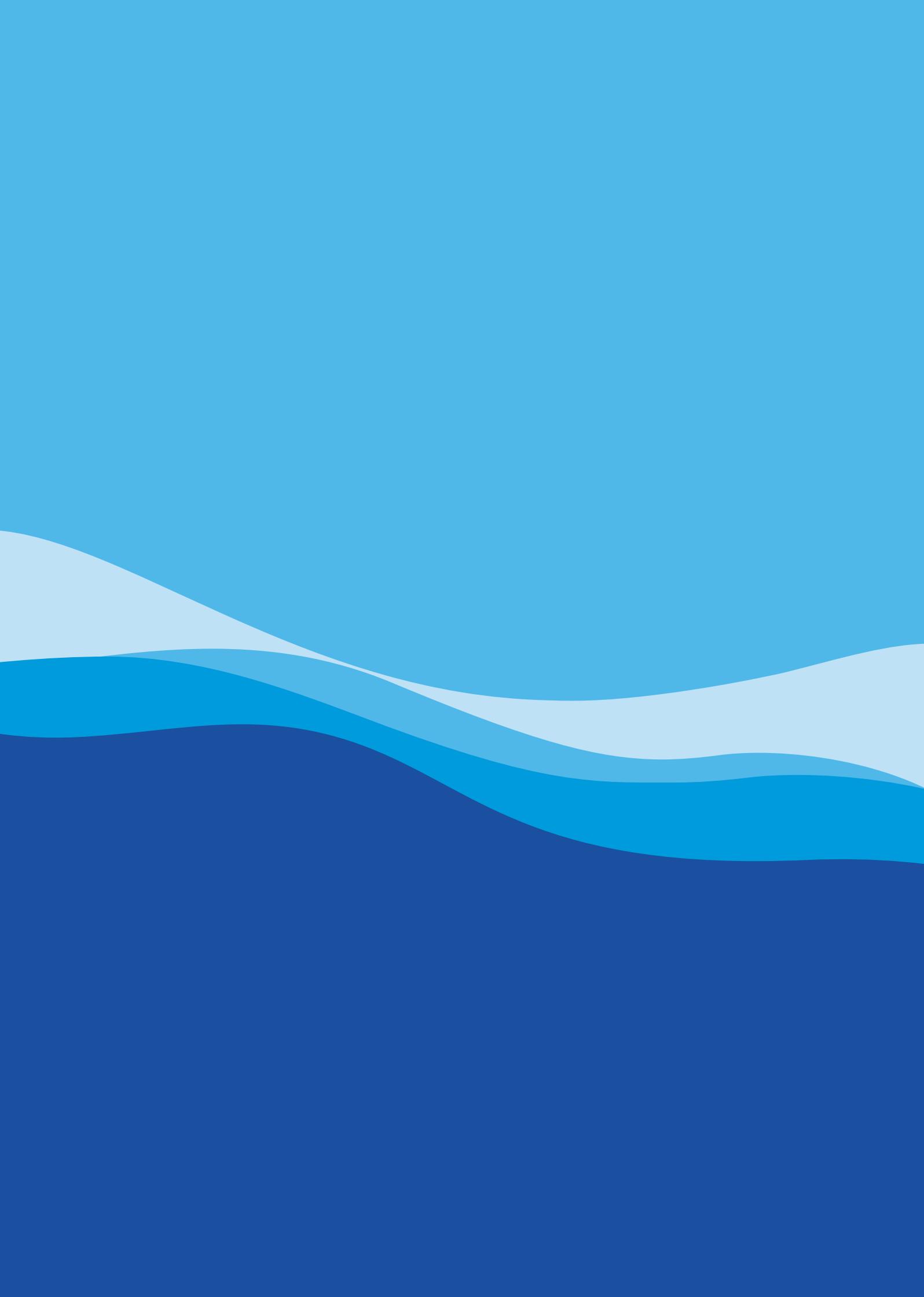
# ZUSAMMENFASSUNG FÜR POLITISCHE ENTSCHEIDUNGSTRÄGER

## Bei der Plenarsitzung der MedECC-Stakeholder am 22. September 2020 verabschiedeter Text

### Verfasser des Entwurfs:

Wolfgang Cramer (Frankreich), Joël Guiot (Frankreich), Katarzyna Marini (Frankreich), Brian Azzopardi (Malta), Mario V Balzan (Malta), Semia Cherif (Tunesien), Enrique Doblas-Miranda (Spanien), Maria dos Santos (Portugal), Philippe Drobinski (Frankreich), Marianela Fader (Deutschland), Abed El Rahman Hassoun (Libanon), Carlo Giupponi (Italien), Vassiliki Koubi (Griechenland/Schweiz), Manfred Lange (Zypern), Piero Lionello (Italien), Maria Carmen Llasat (Spanien), Stefano Moncada (Malta), Rachid Mrabet (Marokko), Shlomit Paz (Israel), Robert Savé (Spanien), Maria Snoussi (Marokko), Andrea Toreti (Italien), Athanasios T. Vafeidis (Deutschland/Griechenland), Elena Xoplaki (Deutschland)

Zitierweise für dieses Dokument: MedECC – Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger 2020 In: Klima- und Umweltveränderungen im Mittelmeerbecken – Aktuelle Situation und Risiken für die Zukunft (Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future). Erster Sachstandsbericht für den Mittelmeerraum [Cramer W., Guiot J., Marini K. (Hrsg.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, Frankreich, S. 11 40, doi: [10.5281/zenodo.7081907](https://doi.org/10.5281/zenodo.7081907).



# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung:	
Klima- und Umweltveränderungen im Mittelmeerbecken.....	<b>6</b>
Hintergrund und Kernaussagen des Ersten Sachstandsberichts für den Mittelmeerraum.....	<b>9</b>
<b>1. Hintergrund der Bewertung</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Treiber der Klima- und Umweltveränderungen im Mittelmeerbecken</b> .....	<b>10</b>
2.1 Klimawandel .....	<b>10</b>
2.2 Verschmutzung.....	<b>14</b>
2.3 Veränderte Land- und Meeresnutzung .....	<b>15</b>
2.4 Nichteinheimische Arten .....	<b>16</b>
<b>3. Ressourcen</b> .....	<b>16</b>
3.1 Wasser.....	<b>16</b>
3.2 Lebensmittel .....	<b>19</b>
3.3 Energiewende im Mittelmeerraum .....	<b>21</b>
<b>4. Ökosysteme</b> .....	<b>24</b>
4.1 Marine Ökosysteme .....	<b>24</b>
4.2 Ökosysteme der Küstengebiete.....	<b>25</b>
4.3 Terrestrische Ökosysteme.....	<b>27</b>
<b>5. Gesellschaft</b> .....	<b>29</b>
5.1 Entwicklung .....	<b>29</b>
5.2 Menschliche Gesundheit .....	<b>31</b>
5.3 Menschliche Sicherheit .....	<b>33</b>
<b>6. Beherrschung künftiger Risiken und Schaffung von sozioökologischer Resilienz im Mittelmeerraum</b> .....	<b>34</b>

## Zusammenfassung:

### Klima- und Umweltveränderungen im Mittelmeerbecken

Nahezu alle Teilregionen des Mittelmeerbeckens, sowohl an Land als auch im Meer, sind von anthropogenen Umweltveränderungen der jüngsten Zeit betroffen. Zu den Haupttreibern des Wandels gehören das Klima (Temperatur, Niederschlag, atmosphärische Zirkulation, Extremereignisse, Anstieg des Meeresspiegels, Temperatur des Meerwassers, Salzgehalt und Versauerung), Bevölkerungswachstum, Verschmutzung, nicht nachhaltige Land- und Meeresnutzungspraktiken und nichteinheimische Arten. In den meisten Gebieten sind sowohl die natürlichen Ökosysteme als auch die Lebensgrundlagen der Menschen betroffen. Aufgrund globaler und regionaler Trends bei den Treibern werden sich die Auswirkungen in den kommenden Jahrzehnten insbesondere dann noch verschärfen, wenn die globale Erwärmung 1,5 bis 2 °C über dem vorindustriellen Niveau überschreitet. Es bedarf deutlich stärkerer Anstrengungen, um die Anpassung an die unvermeidlichen Veränderungen zu leisten, die Treiber der Veränderungen abzumildern und die Resilienz zu erhöhen.

Aufgrund der anthropogenen Treibhausgasemissionen verändert sich das Klima im Mittelmeerbecken sowohl historisch als auch in Projektionen anhand von Klimamodellen rascher als die globalen Trends. Die Jahresmitteltemperaturen an Land und im Meer sind derzeit im gesamten Mittelmeerbecken um 1,5 °C höher als in vorindustrieller Zeit und werden bis zum Jahr 2100 bei einem Szenario mit hoher Treibhausgaskonzentration (RCP8.5) voraussichtlich um weitere 3,8 bis 6,5 °C und um 0,5 bis 2,0 °C bei einem Szenario steigen, das mit dem langfristigen Ziel des Pariser Abkommens über den Klimawandel (UNFCCC) vereinbar ist, die globale Temperatur deutlich unter +2 °C über dem vorindustriellen Niveau zu halten (RCP2.6). An Land und im Meer werden die Hitzewellen sowohl in ihrer Dauer als auch hinsichtlich ihrer Spitzentemperaturen zunehmen. Trotz starker regionaler Unterschiede werden die sommerlichen Niederschläge in einigen Regionen voraussichtlich um 10 bis 30 % zurückgehen, was die bestehende Wasserknappheit und Wüstenbildung verschärfen und zu einem Rückgang der landwirtschaftlichen Produktivität führen wird.

Es ist so gut wie sicher, dass sich die Erwärmung der Meeresoberfläche im 21. Jahrhundert je nach Szenario (niedrige oder hohe Treibhausgasemis-

sionen) um 1 bis 4 °C fortsetzen wird und dass sich die Tiefengewässer im Mittelmeer vermutlich in stärkerem Maß erwärmen werden als in anderen Weltmeeren. Steigende Konzentrationen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) führen zur Versauerung des Meerwassers, und dieser Trend wird sich fortsetzen. Der mittlere Meeresspiegel im Mittelmeer ist in den letzten 20 Jahren um 6 cm angestiegen. Dieser Trend dürfte sich (mit regionalen Unterschieden) bis zum Jahr 2100 weltweit um 43 bis 84 cm und im Fall einer weiteren Destabilisierung des Eisschildes in der Antarktis jedoch möglicherweise um mehr als 1 m beschleunigen. Die meisten Auswirkungen des Klimawandels werden durch andere Umweltprobleme wie beispielsweise veränderte Landnutzung, zunehmende Verstädterung und steigenden Tourismus, Intensivierung der Landwirtschaft, Überfischung, Bodendegradation, Wüstenbildung und Verschmutzung (Luft, Böden, Flüsse und Meere) noch weiter verschärft. Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>) haben in letzter Zeit drastisch zugenommen, was insbesondere auf den Schiffsverkehr zurückzuführen ist. Die Konzentration von Ozon (O<sub>3</sub>) in der Troposphäre nimmt aufgrund von Verschmutzung und Erwärmung zu, und in Zukunft ist häufiger mit Ereignissen erhöhter Konzentrationen zu rechnen. Ebenso ist ein zunehmender Transport von Saharastaub absehbar. Das Mittelmeer ist durch eine Vielzahl von Stoffen stark verschmutzt, darunter Plastik, neu auftretende Schadstoffe, Schwermetalle, Fäkalbakterien und Viren, die sämtlich in Zukunft noch weiter zunehmen werden.

Eine Vielzahl nichteinheimischer Arten gelangt in das Mittelmeer, insbesondere aus dem Roten Meer, aber auch über die Straße von Gibraltar, den Schiffsverkehr und aus Aquakulturen. An Land finden sich nichteinheimische Arten insbesondere in stark durch Infrastruktur und Handel erschlossenen Regionen, darunter auch versehentlich eingeschleppte phytophage Schädlinge, die Pflanzen und Wälder schädigen. Es wird erwartet, dass sich diese Trends auch in Zukunft fortsetzen werden.

Die Landwirtschaft ist der größte Wasserverbraucher im Mittelmeerraum. Der Klimawandel wirkt sich in Verbindung mit demografischen und sozioökonomischen Faktoren auf die Wasserressourcen aus und führt zu einer Verringerung des Abflusses und der Grundwasserneubildung, einer

Verschlechterung der Wasserqualität, zunehmenden Konflikten zwischen den Nutzern, einer Verschlechterung der Ökosysteme und einer Versalzung des Grundwassers in den Grundwasserleitern der Küstengebiete. Es wird erwartet, dass der Bewässerungsbedarf bis zum Jahr 2100 um 4 bis 18 % zunehmen wird. Der demografische Wandel einschließlich des Wachstums der großen städtischen Zentren könnte diesen Bedarf um weitere 22 bis 74 % erhöhen. Anpassungspotenzial besteht hier durch effizientere Wassernutzung und -wiederverwendung. Weitere wichtige Anpassungen bestehen in Änderungen landwirtschaftlicher Praktiken und der Förderung traditioneller mediterraner Ernährungsweisen, lokaler Produktion und weniger Lebensmittelverschwendung.

Der Klimawandel, häufigere und intensivere Extremereignisse sowie zunehmende Versalzung der Böden, Versauerung der Meere und Bodendegradation haben starke Auswirkungen auf die Land- und Meeresfrüchteproduktion. Für die nächsten Jahrzehnte wird in den meisten derzeitigen Anbaugebieten und für die meisten Nutzpflanzen ein Rückgang der Ernteerträge prognostiziert. Verschlimmern wird sich dies möglicherweise noch durch neu auftretende Schädlinge und Krankheitserreger.

Die Umstellung landwirtschaftlicher Praktiken und Bewirtschaftung auf agrarökologische Methoden birgt großes Anpassungspotenzial, das durch die verstärkte Kohlenstoffspeicherung in den Böden auch ein erhebliches Potenzial für die Abschwächung des Klimawandels bietet. Die Produktion von Fisch und Meeresfrüchten ist durch nicht nachhaltige Fischereipraktiken, nichteinheimische Arten, Erwärmung, Versauerung und Wasserverschmutzung bedroht. All dies beeinträchtigt die Verteilung der Arten und könnte bis zum Jahr 2050 zum lokalen Aussterben von mehr als 20 % der befischten Bestände an Fischen und wirbellosen Meerestieren führen. Eine Anpassung erfordert hier ein strengeres Fischereimanagement im Mittelmeer. Die Nachhaltigkeit der mediterranen Nahrungsmittelproduktion (sowohl an Land als auch aus dem Meer) hängt auch vom Bevölkerungswachstum, dem regionalen Verbraucherverhalten (Ernährung) und den globalen Lebensmittelmärkten (die von Umweltkrisen in anderen Regionen betroffen sein können) ab.

Die marinen Ökosysteme und ihre Biodiversität werden auch durch Überfischung, Erwärmung, Versauerung und die Ausbreitung nichteinheimischer Arten aus tropischen Gewässern geschädigt. Zu den erwarteten Folgen gehören vermehr-

te Quallenplagen, Ausbrüche von Schleimalgen und Algenblüten, geringere kommerzielle Fischbestände und ein allgemeiner Verlust an Biodiversität aufgrund der veränderten Physiologie und Ökologie der meisten Meeresorganismen. Eine Möglichkeit zur Abmilderung dieser Auswirkungen besteht in einem verbesserten Schutz innerhalb und außerhalb von Meeresschutzgebieten, durch nachhaltigere Fischereipraktiken und durch die Verringerung der Verschmutzung durch Landwirtschaft, städtische Gebiete und Industrie. In Küstensystemen und insbesondere in Flussdeltas und -mündungen wird sich der steigende Meeresspiegel auf die meisten Infrastrukturen, Grundwasserleiter, Küstenkulturen, Weltkulturerbe und andere geschützte Stätten auswirken. Zunehmende Nährstoffeinträge in das Meer erhöhen die Anzahl und Häufigkeit von Planktonblüten und Quallenplagen, was sich wiederum nachteilig auf Fischerei, Aquakulturen und die menschliche Gesundheit auswirkt. Die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Land und Meer könnten von der Umsetzung neuer Konzepte für ein ökosystembasiertes integriertes Küstenzonenmanagement und Naturschutzplanung profitieren.

An Land erfährt die Biodiversität vielfältige Veränderungen. In den nördlichen Anrainerstaaten nimmt die Waldfläche zum Nachteil der extensiven Landwirtschaft und Weidehaltung zu, während die Ökosysteme in den südlichen Ländern nach wie vor Gefahr laufen, durch Rodung und Kultivierung, übermäßige Nutzung für Brennholzgewinnung und Überweidung fragmentiert zu werden oder zu verschwinden. In den letzten 40 Jahren haben Veränderungen der Biodiversität und Artenverlust zu einer Homogenisierung und generellen Vereinfachung biotischer Interaktionen geführt. Die Hälfte der Feuchtgebietsfläche ist verloren gegangen oder hat sich verschlechtert, und dieser Trend wird sich voraussichtlich fortsetzen. Es wird erwartet, dass sich Trockengebiete ausdehnen und die Zahl der durch immer häufigere Waldbrände zerstörten Flächen zunimmt.

Zu den Anpassungsoptionen für die Biodiversität auf dem Land gehören die Erhaltung der natürlichen Abflussvariabilität in den Mittelmeereszuflüssen und der Schutz der Uferzonen, die Verringerung der Wasserentnahme, veränderte waldbauliche Praktiken sowie die Förderung klimafreundlicher zusammenhängender Landschaften.

Die Gesundheit der Menschen im Mittelmeerbecken wird bereits heute durch hohe Temperaturen sowie Luft- und Wasserverschmutzung beeinträchtigt. Die kombinierten Auswirkungen der erwarteten Umweltveränderungen (insbesondere Luftverschmutzung und Klimawandel) erhöhen die Risiken für die menschliche Gesundheit in Form von Hitzewellen, Nahrungsmittel- und Wasserknappheit, vektorübertragene Krankheiten sowie Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Diese Gesundheitsrisiken betreffen vor allem benachteiligte oder gefährdete Bevölkerungsgruppen, darunter ältere Menschen, Kinder, Schwangere und Menschen mit geringem Einkommen. Extremereignisse bedeuten insbesondere in Küstengebieten zusätzliche Gefahren für die menschliche Sicherheit. Durch Ressourcenknappheit und Migration verursachte Konflikte werden aufgrund von Dürren und der Verschlechterung von landwirtschaftlichen und Fischereiresourcen voraussichtlich zunehmen, wobei allerdings auch sozioökonomische und politische Faktoren weiterhin eine wichtige Rolle spielen werden.

Bevölkerungswachstum und sozioökonomischer Wandel führen zu einem Wachstum der Städte im Mittelmeerraum und insbesondere an den Küsten der südlichen Länder. Aufgrund zunehmenden Hitzestresses müssen die Planung und das Management von Städten rund um das Mittelmeer stärker auf die menschliche Gesundheit und die Resilienz gegenüber Umweltveränderungen ausgerichtet werden. Zu erwarten sind unverhältnismäßig starke Auswirkungen des Klimawandels auf städtische Gebiete aufgrund der Konzentration von Bevölkerung und Produktionsanlagen – insbesondere in gefährdeten Gebieten – in Verbindung mit gefährdungsverstärkenden Bedingungen (beispielsweise erhöhter Abfluss aufgrund von Bodenversiegelung oder städtische Wärmeinseleffekte). Der Klimawandel wird sich voraussichtlich auch auf den Tourismus auswirken. Zeigen wird sich dies in Form von immer unangenehmeren Temperaturen, einer Verschlechterung natürlicher Ressourcen einschließlich der Verfügbarkeit von Süßwasser sowie Küstenerosion aufgrund des steigenden Meeresspiegels und der Ausdehnung der Städte. Die wirtschaftlichen Nettoauswirkungen auf den Tourismus hängen vom jeweiligen Land und der Jahreszeit ab.

Alle Mittelmeerländer verfügen über ein erhebliches Potenzial zur Eindämmung des Klimawandels durch eine beschleunigte Energiewende. Dazu gehört der schrittweise Ausstieg aus fossi-

len Brennstoffen und der beschleunigte Ausbau erneuerbarer Energien. Diese ehrgeizige und über die von den Regierungen und politischen Entscheidungsträgern gemäß den Beiträgen zum Pariser Abkommen über den Klimawandel (UNFCCC) angekündigten Pläne hinausgehende Energiewende erfordert eine umfassende Umgestaltung der Energiepolitik und der Wirtschaftsmodelle in den Mittelmeerländern. Während die nördlichen Anrainerstaaten durch allmähliche Diversifizierung ihres Energiemixes, Verbesserung der Energieeffizienz und Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien Fortschritte bei diesem Übergang machen, sind einige östliche und südliche Anrainerstaaten trotz Investitionen auf Unterstützung, Finanzierung, Technologietransfer und die Schaffung von Kapazitäten im Rahmen des Pariser Abkommens über den Klimawandel angewiesen.

Um das Jahr 2040 herum könnte sich der Anteil der erneuerbaren Energien verdreifachen und nach den derzeitigen Übergangsszenarien 13 bis 27 % erreichen. Eine verstärkte regionale Energiemarktintegration und -kooperation sind entscheidend für eine kosteneffektive Eindämmung des Klimawandels.

Eine effektivere politische Antwort auf Klima- und Umweltveränderungen erfordert sowohl eine verstärkte Eindämmung der Treiber von Umweltveränderungen wie beispielsweise von Treibhausgasemissionen als auch eine bessere Anpassung an die Auswirkungen.

Armut, Ungleichheit und geschlechtsspezifische Ungleichgewichte stehen einer nachhaltigen Entwicklung und der Klimaresilienz in den Mittelmeerländern derzeit im Wege. Ein Schlüsselfaktor für den Erfolg von Anpassungsmaßnahmen in dem äußerst vielfältigen multikulturellen Umfeld des Mittelmeerbeckens ist die Kultur. Um lokale und gefährdete Gemeinschaften zu unterstützen, müssen politische Maßnahmen zur Klimaanpassung und zur Schaffung von ökologischer Resilienz Belange wie Gerechtigkeit, Gleichberechtigung, Armutsbekämpfung, gesellschaftliche Inklusion und Umverteilung mit einbeziehen. Um die Politik für eine nachhaltige Entwicklung durch wissenschaftliche Erkenntnisse über Klima- und Umweltveränderungen zu untermauern, wird mit dem Ersten Sachstandsbericht für den Mittelmeerraum (MAR1) eine die wichtigsten Disziplinen, Sektoren und Teilregionen abdeckende Zusammenstellung des aktuellen Stands der Wissenschaft vorgelegt.

## HINTERGRUND UND Kernaussagen des Ersten Sachstandsberichts für den Mittelmeerraum

### 1 - Hintergrund der Bewertung

**1.1** Die globalen Umweltveränderungen verschärfen die bestehenden Herausforderungen für die Bevölkerung im Mittelmeerraum durch Klimawandel, veränderte Landnutzung, zunehmende Verstädterung und steigenden Tourismus, Intensivierung der Landwirtschaft, Verschmutzung, Rückgang der Biodiversität, Wettbewerb um Ressourcen und sozioökonomische Trends. Die ökologischen, sozioökonomischen und kulturellen Bedingungen im Mittelmeerraum sind äußerst heterogen (*Abschnitt 1.1.1*), was sich in unterschiedlichen Erscheinungsformen regionaler Umweltveränderungen bemerkbar macht, die jeweils spezifische Anpassungsmaßnahmen und einen verstärkten Aufbau von Kapazitäten erfordern. Um diesen Besonderheiten Rechnung zu tragen, bedarf es eines umfassenden Konzepts zur Risikobewertung, das das gesamte Mittelmeerbecken einbezieht, um angemessene und zeitnahe Informationen und Daten zu erhalten, die die Entscheidungsträger für eine Konzeption wirksamer Eindämmungs- und Anpassungsstrategien benötigen (*Abschnitt 1.1.1*).

**1.2** Trotz erheblicher Forschungsanstrengungen in vielen Disziplinen und Regionen gibt es bisher keine umfassende Bewertung der auf Klima- und Umweltveränderungen im Mittelmeerbecken zurückzuführenden Risiken. Die meisten Länder des Nahen Ostens und Nordafrikas (MENA, Middle East and North Africa) sind wahrscheinlich mit potenziell größeren Risiken durch Klima- und Umweltveränderungen konfrontiert als andere Teile des Mittelmeerbeckens, verfügen aber nur über begrenzte Kapazitäten zur Überwachung wichtiger Umweltparameter oder zur Durchführung angemessener Risikoanalysen. Voraussetzung für effektive Eindämmungs- und Anpassungsmaßnahmen sind integrative Studien, die über den derzeitigen Wissensstand hinausgehen. Die wichtigsten Herausforderungen für den Mittelmeerraum bestehen darin, länderübergreifende Daten- und Wissenslücken zu schließen

und die Entwicklung von leistungsfähigen Klimadienleistungen einschließlich Frühwarnsystemen zu fördern. Für kurz- und mittelfristige Projektionen sowie für groß angelegte Programme im Mittelmeerraum zur Bewältigung dringender Probleme sind weitere Forschungsarbeiten erforderlich (*Abschnitt 1.1.2*).

**1.3** Ziel des Ersten Sachstandsberichts für den Mittelmeerraum (MAR1) war es, den verschiedenen an der Entwicklung einer Antwort auf die Klima- und Umweltveränderungen und an der Verringerung der damit verbundenen Risiken für die Gesellschaft und natürlichen Ökosysteme im Mittelmeerraum beteiligten Akteuren eine wissenschaftlich fundierte Anleitung zur Hand zu geben (*Abschnitt 1.3.1.4*). Der Bericht wurde von Wissenschaftlern auf der Grundlage von Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften für politische Entscheidungsträger und andere Interessengruppen in Form von Schlussfolgerungen in der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (SPM, Summary for Policymakers) sowie für ein breiteres Fachpublikum in Form detaillierter technischer Kapitel zur Untermauerung der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger erstellt. Der Bericht soll auch durch zusätzliche Kommunikationsmaßnahmen und partizipative Maßnahmen einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden (*Abschnitt 1.3.2*).

**1.4** Der Bericht bewertet die Risiken für das gesamte Mittelmeerbecken (Land und Meer), die mit den vier Haupttreibern des Umweltwandels zusammenhängen, d. h. Klima, Verschmutzung, Land- und Meeresnutzung sowie nichteinheimische Arten. Im gesamten Bericht wird das wissenschaftliche Vertrauen in die Ergebnisse entsprechend der Konsistenz der Beweise und dem Grad der Übereinstimmung in der Wissenschaftswelt durch die Kategorien „hoch“, „mittel“ und „gering“ ausgedrückt (*Abschnitt 1.3.3*).

## 2 - Treiber der Umweltveränderungen im Mittelmeerbecken

### 2.1 Klimawandel

Der anthropogene Klimawandel wurde in den letzten Jahrzehnten anhand einer Vielzahl von Parametern im Mittelmeerbecken beobachtet. Es ist zu erwarten, dass die Region auch in Zukunft insbesondere im Hinblick auf Niederschläge und den Wasserkreislauf zu den am stärksten vom Klimawandel betroffenen Regionen gehören wird.

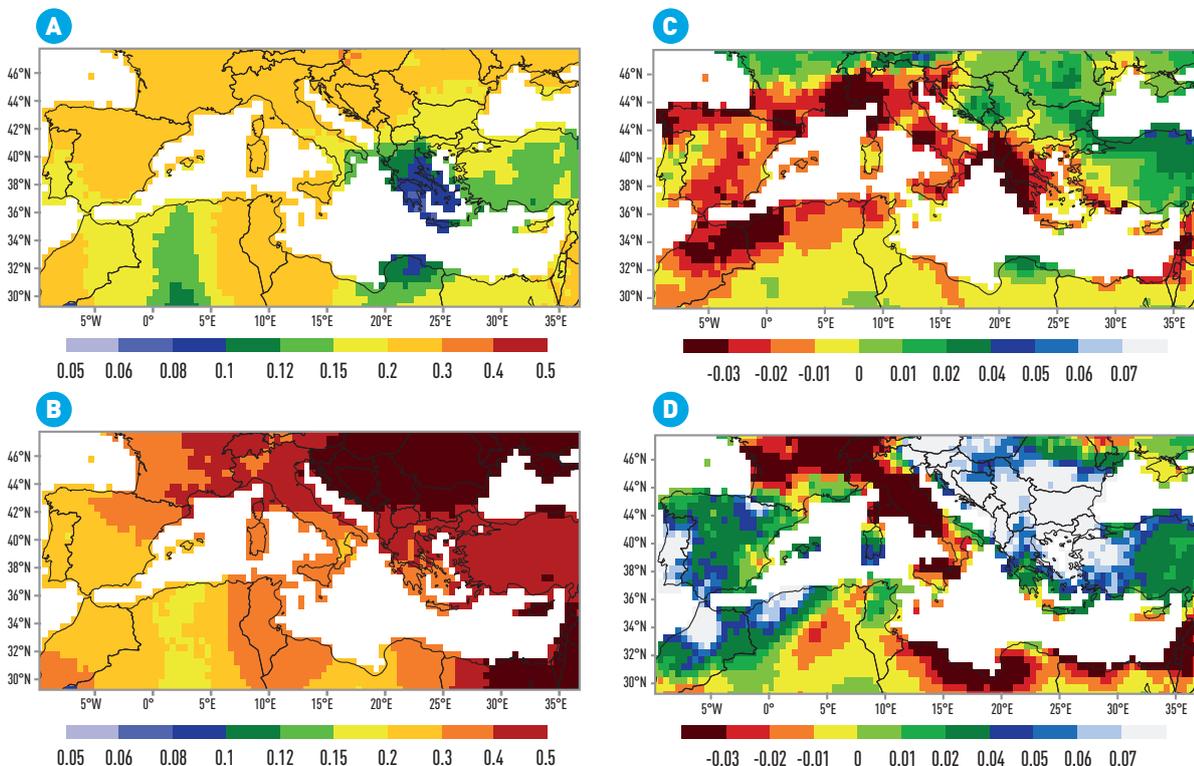
**2.1.1** Es gibt belastbare Beweise, dass sich der Mittelmeerraum deutlich erwärmt hat. Im gesamten Becken liegen die Jahresmitteltemperaturen bereits jetzt 1,54 °C über dem Niveau von 1860 bis 1890 für Land- und Meeresgebiete, d. h. 0,4 °C mehr als die globale durchschnittliche Veränderung (*hohes Vertrauen*) (Abb. SPM.1) (Abschnitt 2.2.4.1, Kasten 2.1).

**2.1.2** Multimodellbasierte Klimasimulationen zeigen, dass sich die weitverbreitete Erwärmung im Mittelmeerraum im 21. Jahrhundert fortsetzen

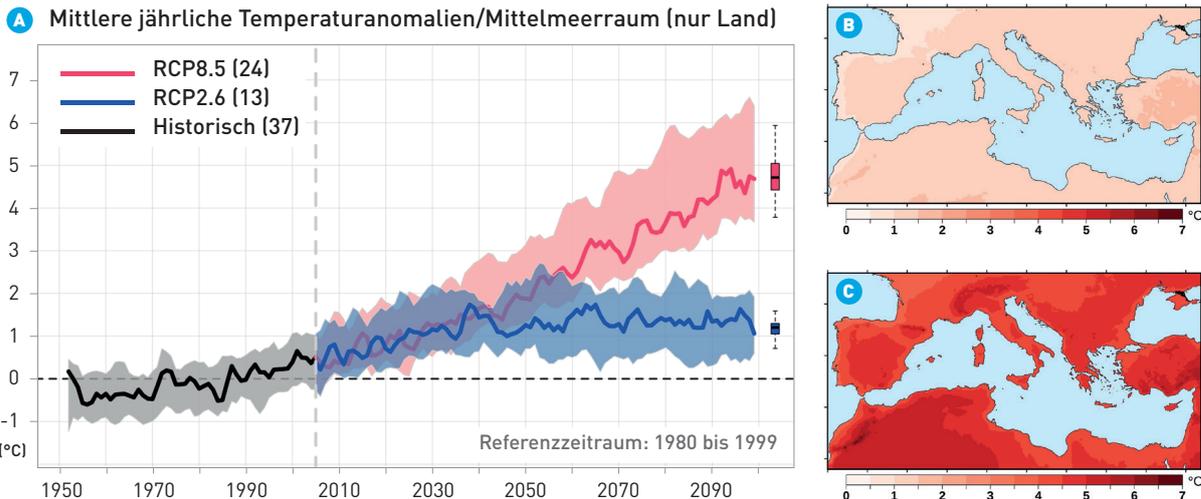
wird (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.4.2, Tabelle 2.1).

**2.1.2.1** Über Land wird die Erwärmung im 21. Jahrhundert bei niedrigen Treibhausgasemissionen (RCP2.6) voraussichtlich im Bereich von 0,9 bis 1,5 °C bzw. bei hohen Treibhausgasemissionen (RCP8.5) bei 3,7 bis 5,6 °C liegen (*hohes Vertrauen*). Die künftige regionale durchschnittliche Erwärmung wird den globalen Mittelwert, auf das Jahr gerechnet, um 20 % und im Sommer um 50 % übersteigen (*hohes Vertrauen*) (Abb. SPM.2) (Abschnitt 2.2.4.2).

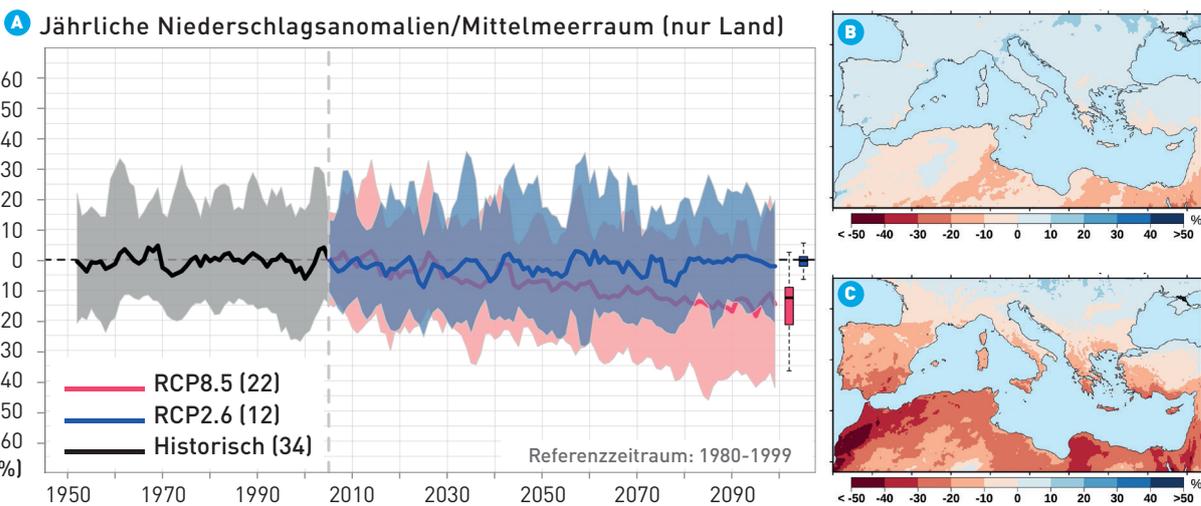
**2.1.2.2** Künftig werden heiße Temperaturextreme zunehmen, und Hitzewellen werden sich in ihrer Dauer und mit ihren Spitzentemperaturen verstärken. Bei einer globalen Erwärmung von 2 °C über dem vorindustriellen Wert werden die Tageshöchsttemperaturen im Mittelmeerraum voraussichtlich um 3,3 °C steigen. Bei 4 °C globa-



**Abb. SPM.1 | Beobachtete Temperatur- und Niederschlagsveränderungen.** Jüngste Trends bei Temperatur (A und B, °C pro Dekade) und Niederschlag (C und D, mm pro Tag pro Dekade) im Mittelmeerbecken über Land. Die Felder A und C enthalten die Durchschnittswerte für den Zeitraum von 1950 bis 2018, die Felder B und D für 1980 bis 2018 (Abb. 2.5 und 2.8).



**Abb.SPM.2 | Projizierte Erwärmung im Mittelmeerbecken über Land.** Projizierte Änderungen der Jahrestemperatur im Vergleich zum Referenzzeitraum der jüngsten Vergangenheit (1980 bis 1999), basierend auf dem EURO-CORDEX-Ensemble-Mittelwert bei 0,11°, A: Simulationen für die Pfade RCP2.6 und RCP8.5, B: Erwärmung am Ende des 21. Jahrhunderts (2080 bis 2099) für RCP2.6, C: Desgleichen für RCP8.5.



**Abb.SPM.3 | Projizierte Niederschlagsveränderung im Mittelmeerbecken.** Projizierte Änderungen der jährlichen Niederschlagsmengen im Vergleich zum Referenzzeitraum der jüngsten Vergangenheit (1980 bis 1999), basierend auf dem EURO-CORDEX-Ensemble-Mittelwert bei 0,11°, A: Simulationen für die Pfade RCP2.6 und RCP8.5, B: Niederschlagsanomalien am Ende des 21. Jahrhunderts (2080 bis 2099) für RCP2.6, C: Desgleichen für RCP8.5.

ler Erwärmung werden fast alle Nächte tropisch sein (nächtliche Temperatur an mindestens fünf Tagen über einem ortsabhängigen Schwellenwert), und es wird so gut wie keine kalten Tage (unter einem ortsabhängigen Schwellenwert) mehr geben (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.4.2).

**2.1.3** Vorzeichen und Ausmaß der beobachteten Niederschlagstrends auf dem Land zeigen eine ausgeprägte räumliche Variabilität in Abhängigkeit vom Beobachtungszeitraum und von der Jahreszeit (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.5.1),

sodass das Vertrauen in die Erkennung anthropogener Niederschlagstrends für die Vergangenheit gering ist.

**2.1.3.1** Der offensichtlichste beobachtete Trend ist ein Rückgang der Winterniederschläge in den zentralen und südlichen Teilen des Beckens seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.5.1).

**2.1.4** Die Modelle prognostizieren für das 21. Jahrhundert einen durchgängigen Rückgang der

Niederschläge im gesamten Mittelmeerbecken während der warmen Jahreszeit (April bis September mit den höchsten Werten im Sommer) und im Winter für den größten Teil des Mittelmeerraums mit Ausnahme der nördlichsten Regionen (beispielsweise der Alpen), für die feuchtere Bedingungen prognostiziert werden (*mittleres Vertrauen*) (Abb. SPM.3) (Abschnitt 2.2.5.2).

**2.1.4.1** Die mittlere Niederschlagsrückgangsrate auf dem Land beträgt bei den Modellen 4 % pro Grad globaler Erwärmung, was am Ende des 21. Jahrhunderts je nach Szenario zu einer Verringerung zwischen 4 und 22 % führen würde (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.5.2). Das Ausmaß dieses Rückgangs ist von Modell zu Modell unterschiedlich, sodass die subregionalen Projektionen mit Unsicherheiten verbunden sind.

**2.1.4.2** Künftige Klimaprojektionen weisen auf eine vorherrschende Verschiebung hin zu einem Niederschlagsregime mit höherer zwischenjähriger Variabilität, höherer Intensität und größeren Extremen (insbesondere im Winter, Frühling und Herbst, jedoch nicht in den südlichen Gebieten, *geringes Vertrauen*), geringerer Niederschlagshäufigkeit und längeren Trockenperioden (insbesondere im Sommer und in den südlichen Ländern) (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.5.2).

**2.1.5** Hinsichtlich der Anzahl der in den letzten Jahrzehnten beobachteten Wirbelstürme sind keine signifikanten Trends festzustellen (*niedriges/mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.2.3). Die meisten Klimaprojektionen deuten auf einen Rückgang der Wirbelstürme hin, insbesondere im Winter (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.2.3).

**2.1.5.1** Es liegen keine ausreichenden Informationen vor, um die Entwicklung der „Medicanes“ (Mittelmeer-Wirbelstürme) in der Vergangenheit zu beurteilen, jedoch lassen die Projektionen eine abnehmende Häufigkeit und zunehmende Intensität erwarten (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.2.3).

**2.1.5.2** Die Projektionen der künftigen Windgeschwindigkeiten gehen überstimmend von einer begrenzten Abnahme der Windgeschwindigkeit über dem größten Teil des Mittelmeers mit Ausnahme einer Zunahme über der Ägäis und den nordöstlichen Landgebieten (*mittleres Vertrauen*) aus (Abschnitt 2.2.2.4).

**2.1.5.3** Die Projektionen deuten auf einen allgemeinen Rückgang der mittleren signifikanten Wellenhöhe sowie der Anzahl und Intensität

von Wellenextremen in einem großen Teil des Mittelmeers insbesondere im Winter hin sowie von Sturmfluten an den Küsten (*mittleres Vertrauen*), wobei jedoch kein Konsens hinsichtlich der extremsten Ereignisse besteht (Abschnitt 2.2.8.2).

**2.1.6** Die Oberflächensonneneinstrahlung im Mittelmeerbecken nahm von den 1950er bis zu den 1980er Jahren ab (zwischen -3,5 und -5,2 W pro m<sup>2</sup> pro Dekade) und erholte sich anschließend (zwischen +0,9 und +4,6 W pro m<sup>2</sup> pro Dekade) entsprechend den globalen Trends (*sehr hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.3.1). Zukünftige Klimaprojektionen gehen von einer weiter abnehmenden anthropogenen Aerosolbelastung über dem Mittelmeerraum aus (*hohes Vertrauen*), was zu einem Anstieg der Sonneneinstrahlung an der Oberfläche führt (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.3.2).

**2.1.7** Beobachtungen und die meisten Modellprojektionen deuten auf einen Trend zu trockeneren Bedingungen im Mittelmeerbecken insbesondere in der warmen Jahreszeit und in den südlichen Gebieten hin (*mittleres/hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.5.3).

**2.1.7.1** Im gesamten Mittelmeerraum hat der Nettosüßwasserverlust (Verdunstung minus Niederschlag und Zuflüsse aus Flüssen) seit den letzten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zugenommen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.5.3). Hauptursache ist der starke Anstieg der Verdunstung aufgrund der lokalen Erwärmung (die geschätzte Verdunstungsänderungsrate im Verhältnis zur Erwärmung beträgt etwa 0,7 mm pro Tag pro °C (oder 25 % pro °C) im Zeitraum von 1958 bis 2006).

**2.1.7.2** Es wird erwartet, dass der Nettowasserverlust aus dem Meer in Zukunft aufgrund eines Rückgangs der Niederschläge und des Zuflusses aus Flüssen sowie einer Zunahme der Verdunstung zunehmen wird (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.5.3).

**2.1.8** Im 20. Jahrhundert haben die Fläche und das Volumen der Gletscher in den Hochgebirgen des Mittelmeerraums erheblich abgenommen. Der Gletscherschwund hat sich in den letzten Jahrzehnten generell beschleunigt (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.6.1).

**2.1.8.1** Die Erwärmung hat das Auftreten periglazialer Prozesse in höhere Lagen verlagert und zum Rückgang des Permafrosts in Hochgebirgsregionen geführt. Die Gletscher im Mittelmeerraum werden den Projektionen zufolge im 21. Jahrhundert weiter an Masse verlieren, bis die

meisten Gebirgsgletscher bis zum Ende des Jahrhunderts vollständig verschwunden sein werden (*sehr hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.6.2).

**2.1.8.2** In tieferen Lagen wird das Wasseräquivalent der Schneedecke gegenüber dem Zeitraum zwischen 1986 und 2005 bis zu den Jahren 2031 bis 2050 unabhängig vom Szenario um 25 % (10 bis 40 %) abnehmen. Diese Entwicklung wird sich mit einem Rückgang um 30 % am Ende des 21. Jahrhunderts bei einem Szenario mit niedrigen Emissionen und um 80 % bei einem Szenario mit hohen Emissionen fortsetzen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.6.2).

**2.1.9** Die Oberflächengewässer des Mittelmeers erwärmen sich, und die Tiefengewässer werden salziger (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.7.1).

**2.1.9.1** Seit Anfang der 1980er Jahre sind die durchschnittlichen Oberflächentemperaturen des Mittelmeers im gesamten Becken gestiegen, allerdings mit erheblichen subregionalen Unterschieden im Bereich zwischen +0,29 und +0,44 °C pro Jahrzehnt, wobei die Trends in den östlichen Becken (Adria, Ägäis, Levante und nordöstliches Ionisches Meer) stärker ausgeprägt sind, und die Hitzewellen im Meer sind länger und intensiver geworden (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.7.1).

**2.1.9.2** Die Änderungen von Temperatur und Salzgehalt des aus dem Mittelmeer durch die Straße von Gibraltar abfließenden Wassers betragen 0,077 °C pro Dekade bzw. 0,063 psu (practical salinity unit) pro Dekade im Vergleich zu 2004 (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.7.1).

**2.1.10** Der verbreitete Anstieg der Meeresoberflächentemperatur wird sich im 21. Jahrhundert fortsetzen (*sehr hohes Vertrauen*).

**2.1.10.1** Für das 21. Jahrhundert wird erwartet, dass die mittlere Meeresoberflächentemperatur im Becken bei dem Szenario RCP8.5 um 2,7 bis 3,8 °C und bei dem Szenario RCP4.5 um 1,1 bis 2,1 °C ansteigen wird (*sehr hohes Vertrauen*). Das Vorzeichen künftiger Änderungen des durchschnittlichen Salzgehalts der Meeresoberfläche im Becken bleibt weitgehend ungewiss, und die Änderungen werden voraussichtlich räumlich und zeitlich heterogen sein (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.7.2).

**2.1.10.2** Marine Hitzewellen werden höchstwahrscheinlich an räumlicher Ausdehnung zunehmen und länger, intensiver und heftiger werden als heute (*mittleres Vertrauen*). Im Fall des Szenarios mit hohen Emissionen könnte die mari-

ne Hitzewelle von 2003 im Zeitraum von 2021 bis 2050 zu einem regelmäßigen und am Ende des 21. Jahrhunderts zu einem schwachen Ereignis werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.7.2).

**2.1.11** Die Gewässer des Mittelmeers sind versauert und werden ebenso wie alle Ozeane weltweit weiter versauern (*mittleres Vertrauen*). Das Mittelmeer kann mehr anthropogenes CO<sub>2</sub> pro Flächeneinheit absorbieren als die anderen Ozeane der Welt, weil es alkalischer ist und weil tiefe Gewässer über kürzere Zeiträume belüftet werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.9).

**2.1.11.1** Der pH-Wert der Meerwasseroberfläche ist seit Beginn des 19. Jahrhunderts ähnlich wie alle Meere weltweit um -0,08 Einheiten gesunken, wobei die tiefen Gewässer eine größere anthropogene Veränderung des pH-Werts aufweisen als die typischen Tiefengewässer der Weltmeere, da die Belüftungszeiten schneller sind (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.9.1).

**2.1.11.2** Im Jahr 2100 könnte der pH-Wert 0,462 bzw. 0,457 Einheiten für das westliche bzw. östliche Becken erreicht haben (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.9.2).

**2.1.12** Der Spiegel des Mittelmeers steigt ähnlich wie der globale Trend mit starken räumlichen und zeitlichen Schwankungen und erwarteter Beschleunigung (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.8.1).

**2.1.12.1** Im Durchschnitt des Mittelmeerbeckens ist der mittlere Meeresspiegel im 20. Jahrhundert um 1,4 mm pro Jahr angestiegen und hat sich in jüngster Zeit (1993 bis 2018) auf 2,8 mm pro Jahr beschleunigt (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.8.1).

**2.1.12.2** Insbesondere aufgrund der globalen Ozean- und Eisschilddynamik wird sich der mittlere Meeresspiegelanstieg im Mittelmeerraum im 21. Jahrhundert voraussichtlich weiter beschleunigen (*hohes Vertrauen*). Etwa im Jahr 2100 wird der mittlere Meeresspiegel im Becken je nach Szenario voraussichtlich 37 bis 90 cm höher sein als am Ende des 20. Jahrhunderts, wobei eine geringe Wahrscheinlichkeit besteht, dass dieser Wert sogar über 110 cm liegen wird (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.8.2).

**2.1.12.3** Der Anstieg des Meeresspiegels wird die Häufigkeit und Intensität von Überschwemmungen und Erosion an den Küsten erhöhen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.2.8.2).

## 2.2 Verschmutzung

**2.2.1** Im gesamten Mittelmeerbecken ist die Meeres- und Landverschmutzung grenzüberschreitend, allgegenwärtig, vielfältig und nimmt sowohl quantitativ als auch hinsichtlich der Anzahl der Schadstoffe aufgrund des demografischen Drucks, verstärkter industrieller und landwirtschaftlicher Tätigkeit und des Klimawandels weiter zu (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.3.1).

### 2.2.2 Meerwasserverschmutzung

**2.2.2.1** Die Gewässer des Mittelmeers sind im Allgemeinen oligotroph (nährstoffarm), wobei der Nährstoffgehalt von Gibraltar nach Osten zum Levantinischen Meer hin abnimmt. Mehrere Küstenregionen sind Hotspots für vom Menschen verursachte Nährstoffeinträge (Lagunen von Venedig und Bizerte, Golf von Lion und Golf von Gabès, östliche Adria und westliches Tyrrhenisches Meer, Lagune von Tunis, Algerisch-Provenzalisches Becken sowie Straße von Gibraltar) (*hohes Vertrauen*) (Abb. SPM.4) (Abschnitt 2.3.3.1).

**2.2.2.2** Die Anreicherung von Nährstoffen führt zu Eutrophierung und kann eine schädliche und toxische Algenblüte hervorrufen, Tendenzen, die sich wahrscheinlich verstärken werden. Algenblüte kann Ökosysteme schädigen (Rote Flut, Schleimbildung, Anoxie) und eine ernsthafte wirtschaftliche Bedrohung für Fischerei, Aquakultur und Tourismus darstellen. Darüber hinaus kann sie auch eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen, da 40 % der blühenden Mikroalgen zur Produktion von Toxinen in der Lage sind, die diverse Vergiftungen im Menschen aus-

lösen können. Algenblüte kann auch in Süßwasser auftreten (Abschnitt 2.3.4).

**2.2.2.3** Neu auftretende Schadstoffe (im Zusammenhang mit neu entdeckten Chemikalien oder Stoffen) sind im gesamten Mittelmeerbecken weit verbreitet und werden durch den zunehmenden Zufluss unbehandelter Abwässer noch weiter verstärkt. Diese Stoffe können Störungen des Nerven-, Hormon- und Fortpflanzungssystems verursachen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.3.3.5).

**2.2.2.4** Die zunehmende Häufigkeit extremer Niederschlagsereignisse im Norden des Mittelmeers erhöht den Eintrag von Fäkalbakterien und -viren in die Küstengebiete (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.3.4).

**2.2.2.5** Das Mittelmeer ist eines der am stärksten mit Plastik verschmutzten großen Gewässer weltweit, und es ist damit zu rechnen, dass der Grad dieser Verschmutzung in Zukunft noch zunehmen wird (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.3.2.3). Selbst bei einer rigorosen Verringerung der Verwendung werden Kunststoffabfälle und ihre gelösten Derivate ein Problem bleiben, da bis zu ihrem vollständigen Abbau 50 Jahre oder mehr vergehen können (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.3.2.3).

### 2.2.3 Luftverschmutzung

**2.2.3.1** Das Mittelmeerbecken gehört zu den Regionen der Welt mit den höchsten Konzentrationen gasförmiger Luftschadstoffe (NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>



Abb. SPM.4 | Düngemittelleinsatz und Stickstofffreisetzung im Mittelmeerraum (UNEP / MAP / MED POL, 2013)

und O<sub>3</sub>). Das dortige trockene und sonnige Klima sowie die besonderen atmosphärischen Zirkulationsmuster erhöhen die Luftverschmutzung weiter (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 2.3.3.2*). Quellen von Aerosol- und Feinstaubemissionen in die Atmosphäre sind eine Vielzahl anthropogener Aktivitäten (Verkehr, Industrie, Biomasseverbrennung etc.), aber auch natürliche Ereignisse (Vulkanausbrüche, Meersalz, Suspension von Bodestaub, natürliche Waldbrände etc.) (*Abschnitt 2.3.2.1*).

**2.2.3.2** Schiffe gehören neben dem Straßenverkehr zu den größten Verursachern von SO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen und tragen in immer stärkerem Maß zu den Emissionen des Verkehrssektors und zur allgemeinen Luftverschmutzung im Mittelmeerbecken bei (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 2.3.3.2*).

**2.2.3.3** Die im Sommer in dieser Region beobachteten Konzentrationen von troposphäri-

chem Ozon (O<sub>3</sub>) gehören zu den höchsten in der nördlichen Hemisphäre und nehmen im Durchschnitt weiter zu, wobei es immer häufiger zu Episoden mit hohen Werten kommt. Beeinflusst werden diese durch flüchtige organische Verbindungen (VOCs, volatile organic compounds), NO<sub>x</sub>-Emissionen und das Klima. Dieser Trend wird sich durch die künftige Erwärmung voraussichtlich noch weiter verstärken (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 2.3.3.2*).

**2.2.3.4** Besondere meteorologische Bedingungen und natürliche Quellen sowie die Nähe der Sahara führen zu spezifischen Mustern von Aerosolkonzentrationen, die die Feinstaubkonzentration beeinflussen können. Das Auftreten kritisch hoher Feinstaubkonzentrationen in Verbindung mit Staubausbrüchen ist im südlichen Mittelmeerraum (> 30 % der Tage pro Jahr) höher als im nördlichen Gebiet (< 20 % der Tage pro Jahr) (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 2.3.2.1*).

## 2.3 Veränderte Land- und Meeresnutzung

**2.3.1** Die Landschaften des Mittelmeerbeckens und ihre Nutzung haben sich im Lauf der Jahrtausende verändert, jedoch hat die Veränderungsgeschwindigkeit seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts erheblich zugenommen (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 2.4.1.1*).

**2.3.1.1** Im gesamten Mittelmeerraum und insbesondere an den Küsten ist ein rasches Wachstum von Städten und periurbanen Räumen festzustellen. Die Verstädterung ist ein wichtiger Treiber für den Verlust von Biodiversität und zunehmende biologische Homogenisierung, die zu einer Zersplitterung der Landschaft, dem Verlust offener Lebensräume und des Landnutzungsgradienten führt und landwirtschaftliche Systeme und natürliche Vegetation verdrängt (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 2.4.1.2*).

**2.3.1.2** Außerhalb der Städte und der Gebiete mit intensiver Landwirtschaft betreffen die Eingriffe in Wald- und Buschland als Folge aufgebener Ackerbau- und Weidetätigkeiten in erster Linie marginalisierte Flächen sowie Trocken- und Bergregionen insbesondere im Norden (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 2.4.1.1*).

**2.3.1.3** In etlichen Regionen Nordafrikas und des Nahen Ostens (aber auch auf einigen Mittelmeerinseln) besteht der vorherrschende Prozess der Landnutzungsänderung in einer Degradierung der Wälder aufgrund von Übernutzung der Flächen. Von den 1980er bis zu den 1990er Jahren hat die Entwaldung um 160 % zugenom-

men (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitte 2.4.1.1 und 2.4.1.2*).

**2.3.1.4** Die künftige Entwicklung der Flächennutzung hängt in hohem Maß von der regionalen Politik in den Bereichen Urbanisierung, Land- und Forstwirtschaft sowie Naturschutz ab. Die Ausdehnung von Gras- und Weideland wird voraussichtlich in dem Maß weiter zurückgehen, in dem die Landflucht voranschreitet, was oftmals auf unzureichende Berufsaussichten und öffentliche Dienstleistungen in Randgebieten zurückzuführen ist (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 2.4.1.3*).

**2.3.2** Die übermäßige Ausbeutung der Meeresressourcen und nicht nachhaltige Fischereipraktiken sind die Haupttreiber für den Rückgang der Populationen von Meeresspezies (*Abschnitt 2.4.2*).

**2.3.2.1** Die Intensität von Fischereitätigkeiten hat über lange Zeiträume und insbesondere seit den 1990er Jahren aufgrund neuer Technologien und größerer Schiffe zugenommen (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 2.4.2.1*).

**2.3.2.2** Im Jahr 2010 lag der kumulative Prozentsatz der kollabierten und überfischten Bestände im gesamten Mittelmeer bei über 60 % (*mittleres Vertrauen*). Das östliche Mittelmeer ist das am stärksten überfischte Teilbecken mit der höchsten Anzahl kollabierter Arten (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 2.4.2.2*).

**2.3.2.3** Die nachhaltige Bewirtschaftung der Meeresressourcen erfordert eine Verringerung des Fischereidrucks. Die Umsetzung eines ökosystembasierten Ansatzes kann die Erholung sowohl der hohen als auch der niedrigen trophi-

schen Ebenen sicherstellen und sowohl die Gesundheit der Ökosysteme als auch die Resilienz gegen die Erwärmung des Meeres unterstützen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.4.2.3).

## 2.4 Nichteinheimische Arten

**2.4.1** Das Mittelmeer (und insbesondere das Levantinische Becken) ist ein Hotspot für die Ansiedlung vieler nichteinheimischer Arten (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.5.1).

**2.4.1.1** Unter den bekannten nichteinheimischen Arten, die in den letzten 30 Jahren in das Meer gelangten, dominieren die Wirbellosen mit > 58 % (in erster Linie Weichtiere und Zehnfüßkrebse), gefolgt von Primärproduzenten mit ca. 23 % und Wirbeltieren mit 18 % (überwiegend Fische) (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.5.1.1).

**2.4.1.2** Die meisten nichteinheimischen Meeresspezies kommen aus dem Roten Meer und dem Atlantik, wobei allerdings die größten Auswirkungen den durch Schiffe und Aquakultur eingeführten Arten zugeschrieben werden (*hohes Vertrauen*). (Abschnitt 2.5.1.2).

**2.4.1.3** Die Zunahme nichteinheimischer Arten kann mit dem Rückgang oder dem Kollaps der Populationen einheimischer Arten und mit anderen Veränderungen des marinen Ökosystems in Verbindung gebracht werden (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.5.1.2).

**2.4.1.4** Zahl und Ausbreitung nichteinheimischer Arten werden voraussichtlich mit zunehmenden Schifffahrtsaktivitäten und den Auswirkungen des Klimawandels auf die Meere weiter zunehmen (*mittleres Vertrauen*). Die Vorhersage künftiger Ansiedlungen nichteinheimischer Arten mithilfe von Artenverteilungsmodellen ist schwierig (Abschnitt 2.5.1.3).

**2.4.2** An Land findet sich eine große Zahl nichteinheimischer Arten in vom Menschen veränderten Ökosystemen und in Regionen mit hoher Infrastrukturentwicklung (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 2.5.2.1).

**2.4.2.1** An Land sind die meisten nichteinheimischen Arten in der Region Pflanzen (die absichtlich als Zierpflanzen eingeführt wurden), gefolgt von wirbellosen Tieren. Phytophage Schädlinge, die Schäden an Nutzpflanzen und Wäldern verursachen, dominieren im gesamten Mittelmeerbecken die nichteinheimischen Arten und machen mehr als die Hälfte der wirbellosen Arten aus. Die Haupteinschleppungswege für Wirbeltiere sind zufällige Entweichungen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.5.2.1).

**2.4.2.2** Mit zunehmender Erwärmung werden sich die derzeit wichtigsten nichteinheimischen Arten voraussichtlich pro Dekade um 37 bis 55 km weiter nach Norden ausbreiten, sodass sich ein Zeitfenster als Chancen für neue, an xerische Bedingungen angepasste nichteinheimische Arten ergibt. In jüngster Zeit hat sich der Trend zu einer zunehmenden Anzahl von eingeschleppten Wirbellosen und Wirbeltieren verschoben. Dieses Muster wird sich höchstwahrscheinlich in naher Zukunft aufgrund des zunehmenden Luft- und Seeverkehrs fortsetzen, wobei diese Fracht leicht als blinde Passagiere transportiert werden kann (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 2.5.2.3).

## 3 - Ressourcen

### 3.1 Wasser

**3.1.1** Die Wasserressourcen im Mittelmeerraum sind knapp: Die Ressourcen sind begrenzt, ungleichmäßig verteilt und in einigen Gebieten nicht zugänglich, sodass der Bedarf von Mensch und Umwelt vielfach nicht gedeckt werden kann (Abschnitt 3.1.1).

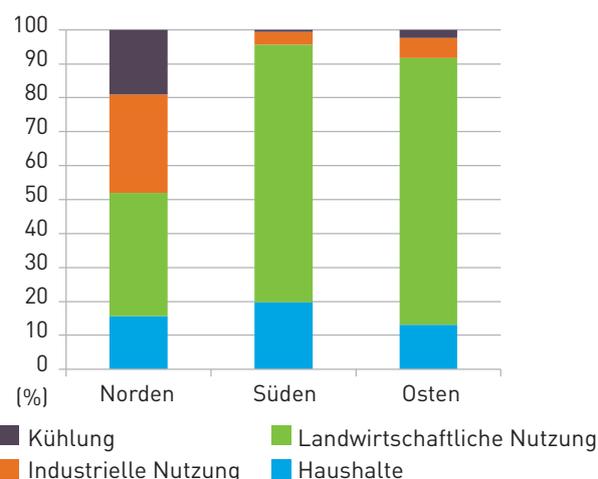
**3.1.1.1** Die erneuerbaren Wasserressourcen sind in den Mittelmeerregionen ungleichmäßig verteilt (72 bis 74 % befinden sich im nördlichen Mittelmeerraum). Gleiches gilt für die räumliche Verteilung des Wasserbedarfs, in diesem Fall allerdings mit entgegengesetzten Vorzeichen. Infolgedessen leiden 180 Millionen

Menschen in den südlichen und östlichen Mittelmeerländern an Wasserknappheit (< 1.000 m<sup>3</sup> pro Kopf und Jahr) und 80 Millionen Menschen an extremer Wasserknappheit (< 500 m<sup>3</sup> pro Kopf und Jahr) (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.1.1).

**3.1.1.2** Der Abfluss von Flüssen ist durch eine hohe zeitliche – sowohl jahreszeitliche als auch zwischenjährliche – Schwankungsbreite gekennzeichnet, und für einige Mittelmeerländer (Libyen, Malta, Palästina, Israel) ist Grundwasser die wichtigste Süßwasserquelle (Abschnitt 3.1.1.2). In den südlichen Mittelmeerländern werden in einigen Fällen die Grundwasserressourcen aus fossilen Grundwasserleitern, d. h. aus nicht erneuerbaren Ressourcen, gewonnen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.1.3).

**3.1.1.3** Eine nachhaltige Wasserbewirtschaftung wird durch den grenzüberschreitenden Charakter vieler Flussbecken und Grundwasserleiter erschwert, was in den Mittelmeerländern sehr oft der Fall ist (18 % der gesamten erneuerbaren Wasserressourcen stammen aus Ländern außerhalb des südlichen Mittelmeerraums, 27 % aus Ländern des östlichen Mittelmeerraums (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.1.1).

**3.1.2** Die allgemeine Knappheit an Wasserressourcen führt zu Konflikten zwischen den verschiedenen Sektoren der Wassernutzung (Landwirtschaft, Tourismus, Industrie, Bevölkerung sowie Bewahrung der Biodiversität) (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.2).



**Abb. SPM.5 | Gesamter Wasserverbrauch** in den vier Hauptsektoren und drei Subregionen (Datenquelle: AQUASTAT).

**3.1.2.1** Die räumliche Verteilung der Wassernutzung in den einzelnen Sektoren im Mittelmeerraum ist äußerst heterogen. In den südlichen und östlichen Ländern liegt der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzung bei 76 bis 79 %, während im nördlichen Teil die vier Sektoren deutlich ausgeglichener sind (18 bis 36 %, *Abb. SPM.5*), allerdings mit Unterschieden zwischen den einzelnen Ländern (Abschnitt 3.1.2.1).

**3.1.2.2** Der Anteil der bewässerten Flächen an der gesamten landwirtschaftlich bewirtschafteten Fläche im Mittelmeerraum beträgt etwa 25 % (in Ägypten, Israel, Libanon und Griechenland jedoch über 70 %), wobei in den letzten Jahren ein starker Anstieg (21 %) zu verzeichnen war (Abschnitt 3.1.2.2). Der Trend zu effizienteren Bewässerungssystemen führt nicht in jedem Fall zu absoluten Wassereinsparungen, da wasserintensivere Nutzpflanzen (beispielsweise Gemüse) angebaut werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.2.2).

**3.1.2.3** Tourismusaktivitäten sind im Sommer am stärksten und fallen mit dem Spitzenbedarf der auf Bewässerung angewiesenen Landwirtschaft zusammen, was zu Spannungen beim Wasserverbrauch führt, die sich in Zukunft aufgrund des Klimawandels noch verschärfen dürften (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.2.3).

**3.1.2.4** In einigen unter Wasserknappheit leidenden Mittelmeerländern ist der kommunale Wasserverbrauch bereits eingeschränkt, was durch Bevölkerungs- und Migrationsentwicklungen sowie durch die Begrenztheit und Überalterung der Wasserverteilungsinfrastrukturen noch verschärft wird (*mittleres Vertrauen*). Mehrere nördliche Länder konnten ihre kommunalen Entnahmen in absoluten Zahlen reduzieren, während zahlreiche südliche und östliche Länder eine gegenläufige Entwicklung aufweisen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.2.5).

**3.1.2.5** Wasserbezogene sektorübergreifende Konflikte dürften sich in Zukunft aufgrund der Wechselwirkungen zwischen Klimawandel (zunehmende Dürren) und anhaltenden sozio-ökonomischen und demografischen Trends noch weiter verschärfen (*mittlere/hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.5.2).

**3.1.3** In vielen Ländern, darunter Italien, Frankreich und Spanien, kommt es häufig zu katastrophalen Sturzfluten, von denen insbesondere die Küstengebiete betroffen sind, die ein Bevölkerungswachstum und eine Zunahme städtischer

Siedlungen in hochwassergefährdeten Gebieten verzeichnen. Diese Ereignisse werden aufgrund des Klimawandels und der Oberflächenversiegelung voraussichtlich immer häufiger auftreten und/oder intensiver werden (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.3.3*).

**3.1.4** Der Klimawandel wird in Wechselwirkung mit anderen Treibern (in erster Linie demografische und sozioökonomische Entwicklungen einschließlich nicht nachhaltiger landwirtschaftlicher Praktiken) voraussichtlich den größten Teil des Mittelmeerbeckens beeinträchtigen, und zwar durch verringerte Zuflüsse aus Flüssen und Grundwasserneubildung, erhöhten Wasserbedarf für den Anbau von Nutzpflanzen, verstärkte Konflikte zwischen Nutzern sowie ein erhöhtes Risiko von Übernutzung und Degradation (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.4.1*).

**3.1.4.1** Die Auswirkungen selbst einer moderaten (1,5 bis 2 °C) globalen Erwärmung und die damit verbundenen sozioökonomischen Entwicklungen werden voraussichtlich durch eine Verringerung der Niederschläge in Verbindung mit erhöhter Verdunstung verursacht werden, was zu weniger Zuflüssen aus Flüssen führt (*Abschnitt 3.1.4.1*). In vielen Regionen wird dies voraussichtlich zu einer Zunahme der Niedrigwasserperioden im Sommer und häufigeren Ereignissen ohne Zufluss aus Flüssen sowie zu einem höheren Dürreerisiko führen (*Abschnitt 3.1.4.1*). Mehr Stadtbewohner werden voraussichtlich schweren Dürren ausgesetzt sein, und die Zahl der betroffenen Menschen wird im Wesentlichen entsprechend dem Temperaturanstieg zunehmen (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.4.1*).

**3.1.4.2** Insbesondere in semiariden Gebieten wird die Grundwasserneubildung in erheblichem Maß durch die Erwärmung und geringere Niederschläge beeinträchtigt. Bei den derzeitigen Entnahmeraten wird sich die Übernutzung des Grundwassers auch in stärkerem Maß als der Klimawandel auf den Rückgang des Grundwasserspiegels auswirken (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.4.1*).

**3.1.4.3** Große Herausforderungen für die Grundwasserqualität in Küstengebieten dürften sich aus dem Eindringen von Salzwasser ergeben, das durch die verstärkte Entnahme von Grundwasser aus den Küstengrundwasserleitern und den Anstieg des Meeresspiegels verursacht wird, sowie aus der zunehmenden Wasserverschmutzung im südlichen und östlichen Mittelmeerraum (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.4.1*).

**3.1.4.4** Die Auswirkungen einer globalen Erwärmung von mehr als 1,5 bis 2 °C auf die Wasserressourcen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts werden deutlich stärker sein und zu erheblich höheren Risiken im Mittelmeerraum führen (*Abschnitt 3.1.4.2*). Die Wahrscheinlichkeit extremerer und häufigerer meteorologischer, hydrologischer und landwirtschaftlicher Dürren wird voraussichtlich erheblich zunehmen, wobei die Häufigkeit von Dürren in vielen Mittelmeerregionen um das 5- bis 10-fache zunehmen wird (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.4.2*).

**3.1.5** Die kombinierte Dynamik von Klima- und sozioökonomischen Veränderungen lässt darauf schließen, dass trotz eines großen Anpassungspotenzials zur Verringerung der Anfälligkeit von Süßwasserressourcen die Exposition gegenüber dem Klimawandel nicht vollständig und gleichmäßig ausgeglichen werden kann. In vielen Regionen werden sich sozioökonomische Entwicklungen stärker als klimabedingte Veränderungen auf die Verfügbarkeit von Wasser auswirken (*geringes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.4.2*).

**3.1.5.1** Strategien und Maßnahmen zur Wasserbewirtschaftung und zur Anpassung an den Klimawandel sind eng mit allen anderen Sektoren (beispielsweise mit dem Zusammenhang zwischen Wasser, Energie und Nahrung) verknüpft. Die meisten Anpassungs- und Wasserbewirtschaftungsstrategien beruhen auf den Grundsätzen des Integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM), das auf wirtschaftliche Effizienz, Gerechtigkeit und ökologische Nachhaltigkeit abstellt und auch den Zusammenhang mit Landwirtschaft (insbesondere der Nahrungsmittelproduktion) und Energie berücksichtigt, um die für die Anpassung an den Klimawandel erforderliche Resilienz zu schaffen (*Abschnitt 3.1.5.1*).

**3.1.5.2** Zur Steigerung der Verfügbarkeit von Wasser und der Nutzungseffizienz von Wasserressourcen stehen technische Lösungen zur Verfügung. Zunehmend wird Meerwasserentsalzung eingesetzt, um die (Trink-)Wasserknappheit in den ariden und semiariden Mittelmeerländern zu verringern, obwohl die Nachteile im Hinblick auf die Umweltauswirkungen auf küstennahe Meeresökosysteme und den Energiebedarf mit den damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bekannt sind. Es werden vielversprechende neue (Solar-) Technologien entwickelt, die sowohl Treibhausgasemissionen als auch die Kosten senken können (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.1.5.2*).

**3.1.5.3** Es wird erwartet, dass die Technologie auch wesentlich zur Verringerung des Abwasseraufkommens, zur Rückgewinnung und Wiederverwendung von Abwasser und zur Verringerung der Auswirkungen auf die Meerwasserqualität beitragen wird. Landwirtschaft, Industrie und Bewässerung weisen zusammen ein Wasserwiederverwendungspotenzial von ca. 70 % auf. Ein Vorschlag lautet, Grundwasserleiter mit gereinigtem Abwasser aufzufüllen, wobei allerdings kritische Fragen der Wasserqualität noch zu klären sind (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.5.2).

**3.1.5.4** Der Wassertransfer innerhalb des Mittelmeerbeckens wurde im Rahmen einer Reihe groß angelegter Projekte realisiert, die mit hohen sozialen und ökologischen Kosten und dem Risiko von Konflikten verbunden sind (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.5.2).

**3.1.5.5** Die meisten Länder verfügen über Staudämme zur Wasserspeicherung oder Wasserkraftnutzung, und in einigen Ländern werden Flüsse für Wasserwirtschaftszwecke umgeleitet. Großstaudämme haben oftmals gesellschaftliche und ökologische Auswirkungen, darunter die Zerstörung von Fluss- und Feuchtgebietsökosystemen, Verlust der aquatischen Biodiversität, Zwangsumsiedlung von Menschen und Verlust kultureller Ressourcen. Eine Verringerung dieser Auswirkungen ist möglich, beispielsweise durch Anlage von Feuchtgebieten, Management von Fischerei- und anderen Freizeittätigkeiten sowie eine bessere Koordinierung zwischen Ländern, die dieselben Wasserressourcen nutzen (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.5.2). Technologische Entwicklungen ermöglichen auch den Einsatz unterirdischer Dämme, die zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung des Grundwassers beitragen (Abschnitt 3.1.5.2).

**3.1.5.6** Eine Strategie des Handels mit (insbesondere landwirtschaftlichen) Gütern, die aufgrund von Wassermangel nicht produziert wer-

den können (virtueller Wasserhandel), kann als eine Form der Anpassung angesehen werden. Die meisten Mittelmeerländer (beispielsweise Portugal, Spanien, Italien, Griechenland, Israel und die Türkei) weisen einen sehr hohen nationalen jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch (über 2.000 m<sup>3</sup>) auf (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.5.1).

**3.1.5.7** Durch Steuerung der Wassernachfrage, d. h. mithilfe von Methoden zur Einsparung von (wertvollem) Wasser, können Wasserverbrauch oder Wasserverluste verringert werden. Dazu gehören technische, ökonomische, administrative, finanzielle und/oder gesellschaftliche Maßnahmen, vorrangig zur Steigerung der Wassernutzungseffizienz insbesondere im Tourismus- und Lebensmittelsektor, sowie fallspezifische Lösungen, die traditionelles Wissen mit modernen technischen Errungenschaften verbinden (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.5.1).

**3.1.5.8** Eine Verringerung von Wasserverlusten in allen Bereichen der Wassernutzung im Mittelmeerraum ist für eine nachhaltige Bewirtschaftung und für Anpassungsstrategien von entscheidender Bedeutung. Dringender Handlungsbedarf besteht in Bezug auf undichte städtische Verteilungsnetze und ineffiziente Bewässerungstechnologien (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.1.5.1).

**3.1.5.9** Die Beibehaltung traditioneller mediterraner Ernährungsweisen und die Rückkehr zu lokal erzeugten mediterranen Lebensmitteln in Verbindung mit einer Verringerung von Lebensmittelverschwendung könnte zu einem geringeren Wasserverbrauch im Vergleich zur derzeitigen zunehmend fleischlastigen Ernährung beitragen: 753 Liter mit lokal erzeugten Lebensmitteln und 116 Liter mit weniger Wasserververschwendung pro Kopf und pro Tag, zusätzlich zu den Vorteilen für die Gesundheit (Übergewicht, Diabetes) (*hohes Vertrauen*) (Kasten 3.1.2).

## 3.2 Lebensmittel

**3.2.1** Wärmere und trockenere Klima mit häufigeren und intensiveren Extremereignissen in Verbindung mit zunehmender Versalzung von Böden, Versauerung der Meere und Bodendegradation, Anstieg des Meeresspiegels und Auftreten neuer Krankheitserreger stellen eine Bedrohung für die meisten Elemente des Systems der Nahrungsmittelproduktion im Mittelmeerbecken dar (*hohes Vertrauen*).

**3.2.1.1** Klimaextreme sind eine Bedrohung für den gesamten Agrarsektor. Ohne Anpassungsmaßnahmen wird für die kommenden Jahrzehnte in den meisten derzeitigen Anbaugebieten und für die meisten Nutzpflanzen ein Rückgang der Ernteerträge prognostiziert (Abschnitt 3.2.2.1).

**3.2.1.2** Mais ist die vom Klimawandel am stärksten betroffene Nutzpflanze, für die nach

dem Szenario RCP8.5 und unter Annahme der derzeitigen landwirtschaftlichen Praktiken bis etwa 2050 ein Ertragsrückgang von bis zu 17 % in einigen Ländern prognostiziert wird (*mittleres Vertrauen*); in Regionen mit begrenztem Zugang zu Bewässerung könnte der Maisanbau unmöglich werden (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.2.1*). Auch bei Weizen wird mit Ertragseinbußen von 5 bis 22 % gerechnet, weil die Produktion weniger resilient ist und die zwischenjährlichen Schwankungen im Zeitraum von 2021 bis 2050 nach dem Szenario RCP8.5 ohne Anpassungsmaßnahmen stärker ausfallen werden. Auch andere wasserintensive Nutzpflanzen wie beispielsweise Tomaten sind gefährdet. Die Produktion einiger derzeit regenabhängiger Nutzpflanzen wie beispielsweise Oliven könnte ohne Bewässerung nicht mehr möglich sein (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.2.1*).

**3.2.1.3** Ein Anstieg der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration könnte dazu beitragen, Ertragseinbußen bei einigen Nutzpflanzen wie Weizen und Gerste auszugleichen, jedoch würde sich dieser Effekt nachteilig auf die Ernährungsqualität auswirken. Die positiven Effekte von CO<sub>2</sub> werden voraussichtlich durch Wasserstress und die Verfügbarkeit von Nährstoffen begrenzt (*geringes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.2.1*).

**3.2.1.4** Klimaextreme wie Hitzestress, Dürren und Hochwasser können zu Ernteverlusten/-ausfällen, Qualitätseinbußen bei Nutzpflanzen und Auswirkungen auf den Viehbestand führen (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.1.4*). Diese Ereignisse können auch langfristige sozioökonomische und landschaftliche Veränderungen auslösen (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.1.4*).

**3.2.1.5** Es ist davon auszugehen, dass sich der Anstieg des Meeresspiegels auf den Landwirtschaftssektor auswirken wird, indem er landwirtschaftliche Flächen in Küstengebieten (beispielsweise in Ägypten) unmittelbar schädigt (oder vernichtet), den Salzgehalt des Bewässerungswassers und des Bodens bis zum Dreifachen erhöht und Sedimente zurückhält, die die Küste nicht erreichen (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.2.1*).

**3.2.1.6** Neue und/oder wieder auftauchende Schädlinge und Krankheitserreger können zu größeren als bislang angenommen Verlusten im Agrarsektor beitragen. Die Lebensmittelqualität und -sicherheit kann auch durch mykotoxinbildende Pilzerreger und ein höheres Maß an

Kontamination beeinträchtigt werden (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.2.1*).

**3.2.1.7** Die Gesamtanlandungen der Mittelmeerrische sind von 1994 bis 2017 um 28 % zurückgegangen (*Abschnitt 3.2.1.3, Abb. 3.22*). Projektionen besagen, dass der Klimawandel die Meeresressourcen in den kommenden Jahrzehnten stark beeinflussen wird. Erwärmung, Versauerung und Wasserverschmutzung werden voraussichtlich die Produktivität der Meere verringern, die Verteilung der Arten beeinträchtigen und bis 2050 zum lokalen Aussterben von mehr als 20 % der befischten Bestände an Fischen und wirbellosen Meerestieren führen (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.2.2*).

**3.2.1.8** Störungen auf den globalen Märkten für Agrar- und Meeresprodukte, die möglicherweise durch Umweltveränderungen in anderen Regionen verursacht werden, können die lokalen Auswirkungen des Klimawandels verschärfen, insbesondere weil die meisten Mittelmeerländer Nettoimporteure von Getreide und Futtermitteln sind (*hohes Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.1.5*).

**3.2.2** Die Anpassung an Umweltveränderungen wird von zentraler Bedeutung sein, um die Auswirkungen des Klimawandels im Lebensmittelsektor zu begrenzen und teilweise auszugleichen (*hohes Vertrauen*).

**3.2.2.1** Bei den meisten Nutzpflanzen kann den prognostizierten Ertragseinbußen durch gezielte Anpassungsstrategien wie beispielsweise Diversifizierung von Kulturen, Anpassung des Anbaukalenders und Verwendung neuer an die sich verändernden Klimabedingungen angepasster Sorten begegnet werden. Auf verstärkter Bewässerung basierende Strategien werden in der Region nur begrenzt anwendbar sein. Eine angepasste Produktion von Nutzpflanzen wie Mais wird daher auf dürreresistentere Sorten angewiesen sein (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 3.2.3.1*).

**3.2.2.2** Erfolgreiche Anpassungsstrategien beruhen auf der Kombination verschiedener Ansätze, d. h. auf landwirtschaftlichen Praktiken (darunter unter anderem Sorten, Fruchtfolge, Kulturenvielfalt, Agroforstwirtschaft) und Management (beispielsweise Einkommensdiversifizierung, Anpassung von Bewässerungsmethoden). Sektorale mitgestaltete Klimadienstleistungen können dazu beitragen, Risiken im Zusammenhang mit ungünstigen Klimabedingungen und

-extremen zu verringern (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.2.3.1).

**3.2.3** Das System der landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion kann durch optimierte Stickstoffdüngung, verbessertes Wassermanagement, bessere Speicherung von organischem Kohlenstoff im Boden und Kohlenstoffsequestrierung sowie ein geeignetes Management von Ernterückständen und Nebenprodukten der Agrarindustrie zu Strategien zur Verringerung von Treibhausgasen beitragen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.2.3.2).

**3.2.3.1** Die N<sub>2</sub>O-Emissionen in mediterranen Agrarökosystemen können durch angepasste Düngung (Menge und Zeitpunkt) potenziell um 30 bis 50 % reduziert werden. Der Ersatz von mineralischem Stickstoff durch organische Düngung versorgt Böden und Nutzpflanzen nicht nur mit Stickstoff, Phosphor, Kalium und Mikronährstoffen, sondern erhöht auch bei Einsatz von Feststoffdüngern (d. h. Festmist, Kompost etc.) den organischen Kohlenstoffgehalt, was in vielen mediterranen Böden mit geringem organischen Kohlenstoffgehalt von Vorteil wäre (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.2.3.2).

**3.2.3.2** Optimierte Bewässerungstechniken können die Treibhausgasemissionen in mediterranen Regionen bei mehrjährigen Nutzpflanzen und intensiven Gemüseanbausystemen auf anthropogen-hydromorphem Kultsol (Paddy Soil) reduzieren (Grundwassermanagement) (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.2.3.2).

**3.2.3.3** Der Gehalt an organischem Kohlenstoff in Böden mediterraner Anbauflächen reagiert auf Änderungen von Bewirtschaftungsmethoden wie organische Ergänzungen, Deckfrüchte und eine verringerte Bodenbearbeitung. Großes Potenzial besteht für die Verbesserung der Speicherung von organischem Kohlenstoff im Boden durch Wiederherstellung von Flächen (wie 2015 von Frankreich mit der „4‰-Initiative“ auf der COP21 des UNFCCC vorgeschlagen). Organische Dünger, verringerte Bodenbearbeitung und Rückhaltung von Rückständen sind wirksame Methoden bei krautigen Systemen. Gehölzartige Systeme, bei denen das Kohlenstoffspeicherungspotenzial höher ist, können von Bodenbedeckung und einem Einsatz von Nebenprodukten der Agroindustrie wie beispielsweise kompostierten Abfällen aus der Olivenmühle als Quelle organischer Stoffe profitieren (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.2.3.3).

## 3.3 Energiewende im Mittelmeerraum

**3.3.1** Von 1980 bis 2016 ist der Primärenergieeinsatz im Mittelmeerbecken kontinuierlich um ca. 1,7 % pro Jahr gestiegen, was hauptsächlich auf die sich verändernden demografischen, sozioökonomischen (Lebensstil und Konsum) und klimatischen Bedingungen zurückzuführen ist (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.2.1; Abb. 3.25).

**3.3.1.1** Die Treibhausgasemissionen des Mittelmeerraums belaufen sich derzeit auf ca. 6 % der weltweiten Emissionen, was in etwa dem dortigen Anteil an der Weltbevölkerung entspricht. Internationale klimapolitische Vereinbarungen erfordern eine beschleunigte Energiewende in den Ländern dieser Region, um eine sichere, nachhaltige und integrative Entwicklung zu ermöglichen (Abschnitt 3.3.1).

**3.3.1.2** Der Anteil von Erdöl an der Energiegewinnung ist zwischen 1995 und 2016 stabil geblieben, während der Anteil von Kohle allmählich abgenommen hat. Die Primärenergiegewinnung aus Erdgas hat sich verdoppelt, während der Beitrag der Kernenergie und der erneuerbaren Energiequellen um etwa 40 % zugenommen hat (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.2.1, Abb. 3.28).

**3.3.1.3** Während die nördlichen Anrainerstaaten durch allmähliche Diversifizierung ihres Energiemixes, Verbesserung der Energieeffizienz und Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien Fortschritte bei diesem Übergang machen, bleiben einige östliche und südliche Anrainerstaaten hinter dieser Entwicklung zurück (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.2).

**3.3.2** Die Projektionen für die Entwicklung des Energiebedarfs in den nächsten Jahrzehnten im Mittelmeerbecken zeigen erhebliche Unterschiede zwischen den nördlichen und den östlichen/südlichen Anrainerstaaten (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.2).

**3.3.2.1** Im Norden ist der Energiebedarf seit 2010 aufgrund moderaten Bevölkerungswachstums, zunehmender Effizienz und einer stabilen Wirtschaft um 8 % zurückgegangen und wird voraussichtlich weiter sinken. Im Jahr 2040 würde der Energiebedarf im nördlichen Mittelmeerraum bei drei stilisierten energiepolitischen Szenarien (Transitionszenario (TS), Referenzszenario (RS) und proaktives Szenario (PS)) 22 %, 10 % bzw.

23 % unter dem Niveau von 2015 liegen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.2).

**3.3.2.2** Die südlichen Mittelmeerländer haben in den letzten Jahrzehnten ein anhaltendes Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum verzeichnet. Es ist daher davon auszugehen, dass der Energiebedarf weiter ansteigt und im Vergleich zu 2005 bis zum Jahr 2040 einen Wert von 55 % (TS), 118 % (RS) bzw. 72 % (PS) erreichen wird (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.2).

**3.3.3** Es wird erwartet, dass sich der Klimawandel im Mittelmeerraum auf Energiegewinnung (aufgrund der Auswirkungen auf die Infrastruktur) und Energienutzung (durch einen geringeren Heiz- und höheren Kühlungsbedarf) auswirken wird (Abschnitt 3.3.2.3).

**3.3.3.1** Bei der Stromerzeugung werden aufgrund der Erwärmung in der Region Verluste erwartet, die sich nur geringfügig auswirken werden, wenn die globale Erwärmung 2 °C nicht überschreitet (Verluste < 5 %), bei mehr als 2 °C jedoch deutlich zunehmen werden (Verluste von > 5 % bis hin zu 10 % an bestimmten Standorten) (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.5).

**3.3.3.2** Es wird erwartet, dass die nutzbare Kapazität traditioneller Wasserkraft- und thermoelektrischer Kraftwerke aufgrund verringertener Wassermengen und erhöhter Wassertemperaturen abnimmt, was bis 2050 im Fall von Wasserkraft zu einem Rückgang um 2,5 bis 7 % und bei thermoelektrischer Energie um 10 bis 15 % führen wird (die Bereiche entsprechen den RCP2.6- und RCP8.5-Schätzungen gegenüber dem Zeitraum von 1971 bis 2000) (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.5).

**3.3.3.3** Wetter- und Klimaschwankungen sowie Extremereignisse haben erhebliche Auswirkungen auf die Verfügbarkeit und das Ausmaß der Energiegewinnung aus erneuerbaren Energiequellen. Mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien wird das Stromübertragungsnetz anfälliger für Wetterschwankungen und kann bereits durch normalerweise nicht als extrem geltende Wetterbedingungen an seine Grenzen gebracht werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.2.3).

**3.3.3.4** Mit fortschreitender Erwärmung ist in allen Mittelmeerländern ein Nettoanstieg des Energiebedarfs für Kühlzwecke zu erwarten. Die Veränderung der durchschnittlichen täglichen elektrischen Spitzenlast im Zeitraum von 2006 bis 2012 bis zum Zeitraum von 2080 bis

2099 beträgt beim Klimaszenario RCP4.5 bis zu 4 bis 6 % (Balkan) und 8 bis 10 % bei RCP8.5 (Balkan, Spanien, Portugal) (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.6, Abb. 3.50).

**3.3.4** Das Mittelmeerbecken verfügt über erhebliches Potenzial für die Gewinnung zusätzlicher erneuerbarer Energie sowohl an Land als auch im Meer. Hierzu gehören Wind-, Solar-, Wasser-, Geothermie- und Bioenergie sowie die Umwandlung von Gezeiten- und Strömungsenergie (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.2.2). Darüber hinaus sind hohe Energieeffizienzsteigerungen möglich (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.2).

**3.3.4.1** Thermische Energie aus Biomasse (insbesondere aus Holzresten und Abfällen) übersteigt derzeit die Nutzung aller anderen erneuerbaren Energien vor allem für die Erzeugung von Wärme oder Kraftstoff (in geringerem Maß für Elektrizität). Die Gesamtenergiegewinnung aus fester Biomasse liegt derzeit bei 1,56 PW, wobei erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern bestehen und sich diese hauptsächlich auf die nördlichen Anrainerstaaten konzentrieren. Die Produktion von Brennholz hat in Nordafrika in den letzten 60 Jahren um etwa 90 % zugenommen und hat in Südeuropa nach einem deutlichen Rückgang zwischen 1973 und 2009 kürzlich wieder das Niveau der 1960er Jahre erreicht (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.2.2).

**3.3.4.2** Auch wenn fossile Brennstoffe bis 2040 die dominierende Komponente im Energiemix bleiben dürften, werden erneuerbare Energien Erdgas und Kohle überholen und zur zweitwichtigsten Energiequelle im Mittelmeerbecken werden. Im Jahr 2040 würde sich der Anteil der erneuerbaren Energien verdreifachen und 27 % im Fall von TS, 13 % im Fall von RS und 24 % im Fall von PS erreichen (Szenarien „Transition“ (TS), „Referenz“ (RS) und „proaktiv“ (PS)) (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.3).

**3.3.4.3** Unter den verschiedenen Technologien für erneuerbare Energien wird die Solarenergie in beiden Teilregionen voraussichtlich am schnellsten wachsen. Die Endnutzung von Solarthermie hat im Süden insbesondere für die Warmwasserbereitung erhebliches Potenzial und ist bei einer hohen Kapitalrendite auch wirtschaftlich (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3.3).

**3.3.4.4** Das Potenzial zur Erhöhung der Energieeffizienz ist insbesondere im Süden des Mittelmeerbeckens beträchtlich (*hohes Vertrauen*). Insgesamt nimmt die Energieintensität in der

Region ab, was vor allem auf Verschiebungen in den Bereichen Gebäude, Industrie und Verkehr zurückzuführen ist (*hohes Vertrauen*). (Abschnitt 3.3.3.2).

**3.3.5** Durch weitere Verbesserung der Energieeffizienz und großflächigen Einsatz erneuerbarer Energien kann der gesamte Mittelmeerraum die Lage hinsichtlich der Energieversorgungssicherheit für die Importländer entspannen, die Möglichkeiten für die Exportländer verbessern und die Energiekosten und Umweltschäden für die gesamte Region reduzieren. Der Einstieg in die Energiewende wird neben anderen positiven externen Effekten auch zur Verbesserung des gesellschaftlichen Wohlstands in der Region und zur Schaffung von Arbeitsplätzen beitragen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.3).

**3.3.5.1** Angesichts der sozioökonomischen Entwicklung und des Klimawandels ist insbesondere in den südlichen und östlichen Anrainerstaaten mit einer erheblichen Kluft zwischen Energieangebot und -nachfrage zu rechnen. Diese Herausforderung kann durch eine rasche Umstrukturierung des Energiesektors und insbesondere durch eine weitere beschleunigte Integration der erneuerbaren Energien bewältigt werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.4.2).

**3.3.5.2** Zu den Vorteilen/Maßnahmen der Energiewende gehören: (i) drastische Verringerung der Treibhausgasemissionen pro Kopf, (ii) Rentabilität von Investitionen in erneuerbare Energien, die je nach Land zu Energiekosteneinsparungen von bis zu 54 % führen können, sowie (iii) Schaffung eines CO<sub>2</sub>-Emissionshandelsmarktes, der wirtschaftliche Anreize für Investitionen in erneuerbare Energien bietet (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.4.2).

**3.3.5.3** Trotz einer fast 100-prozentigen Elektrifizierungsquote in den südlichen und östlichen Anrainerstaaten ist die Energiedynamik dieser Länder auf lange Sicht weitgehend nicht nachhaltig. Dies ist das Ergebnis eines hoch subventionierten Strommarktes (mit einigen Ausnahmen, darunter die Türkei), der zu einer systematischen Fehlallokation von Ressourcen, Bevölkerungswachstum, zunehmender Verstädterung und erwarteten sozioökonomischen Ver-

änderungen in der Region sowie globaler Erwärmung führt (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.4.3).

**3.3.5.4** In einigen südlichen und östlichen Anrainerstaaten könnte eine Änderung der nationalen Energiepolitik einschließlich einer Reform der Energiepreismechanismen und/oder einer Einführung steuerlicher und regulatorischer Anreize erforderlich sein, um den Kostennachteil der erneuerbaren Energien gegenüber fossilen Brennstoffen zu verringern (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.4.2).

**3.3.5.5** Eine regionale Energiemarktintegration und -kooperation sind Voraussetzungen für eine kosteneffektive Eindämmung des Klimawandels (Abschnitt 3.3.4.5). Grenzüberschreitende Regeln erfordern eine Konvergenz nationaler Vorschriften, damit Verbundsysteme effektiv funktionieren können. Die Regulierung von Investitionen erfordert die Konzeption und Entwicklung von Infrastrukturen, die für die Förderung internationaler Komplementarität und technischer Standards erforderlich sind (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 3.3.4.5).

**3.3.6** Für die Mittelmeerinseln bestehen im Kontext des globalen Wandels und der Energiewende besondere Bedrohungen, Herausforderungen und Chancen. Die geografischen und sozioökonomischen Besonderheiten der Mittelmeerinseln schaffen zusätzlichen Druck auf Wasser- und Energieressourcen, was zu Erschöpfung von Ressourcen und Umweltschäden führt und die nachhaltige Entwicklung bedroht. Dies gilt insbesondere während der touristischen Hochsaison, wenn sich die Bevölkerung auf einigen Inseln verdoppelt (*hohes Vertrauen*) (Kasten 3.3.2).

**3.3.6.1** Auf den meisten Inseln ist mit steigendem Energiebedarf aufgrund sozioökonomischer Trends einschließlich des Tourismus, aber auch aufgrund des erwarteten verstärkten Einsatzes energieintensiver Entsalzungstechniken zu rechnen (*mittleres Vertrauen*) (Kasten 3.3.2).

**3.3.6.2** Dem Ausbau von Wasserkraft sind auf den meisten Mittelmeerinseln Grenzen gesetzt, jedoch besteht erhebliches Potenzial für Windenergie und Wasserstoffproduktion (*mittleres Vertrauen*) (Kasten 3.3.2).

## 4 - Ökosysteme

### 4.1 Marine Ökosysteme

**4.1.1** Die marinen Ökosysteme des Mittelmeers sind aufgrund ihrer großen Zahl endemischer Arten einzigartig, gleichzeitig sind sie aber auch sehr anfällig für lokale und globale Belastungen einschließlich Umweltveränderungen (Abschnitt 4.1.1.1).

**4.1.1.1** Das Mittelmeer weist den höchsten Anteil bedrohter mariner Lebensräume in Europa auf (32 %, 15 Habitate), wobei 21 % als gefährdet und 11 % als bedroht eingestuft sind. Bedroht sind unter anderem mehrere wertvolle und einzigartige Lebensräume (beispielsweise Seegräser und Korallen), die einen essenziellen Lebensraum für eine große Biodiversität darstellen. Obwohl das Mittelmeer nur 0,82 % der Meeresoberfläche der Erde bedeckt, beherbergt es 18 % aller bekannten marinen Spezies (hohes Vertrauen) (Abschnitt 4.1.1.1).

**4.1.1.2** Über Jahrtausende hinweg hat die Produktivität im gesamten oligotrophen Mittelmeer rasch auf kurz- und langfristige Verän-

derungen des Nährstoffeintrags reagiert, sei es durch Flüsse, Wind oder Auftrieb, die sämtlich die benthischen und pelagischen Ökosysteme verändern, indem sie die gesamte Nahrungskette erfassen (hohes Vertrauen) (Abschnitt 4.1.1.2).

**4.1.1.3** Tropische nichteinheimische Arten dringen aufgrund des derzeitigen Temperaturanstiegs in das Mittelmeer vor und führen zur „Tropisierung“ von Meeresfauna und -flora (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.1.1.1).

**4.1.1.4** Die Versauerung der Mittelmeergewässer wird sich vermutlich auf die marine Nahrungskette von den Primärproduzenten (d. h. Coccolithophoriden und Foraminiferen) bis hin zu Korallen und korallinen Rotalgen auswirken (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.1.1.1).

**4.1.1.5** Der Klimawandel und direkte menschliche Aktivitäten wirken sich auf die Integrität der Meeresökosysteme aus, indem sie die Planktonökologie stören, Quallenausbrüche ver-

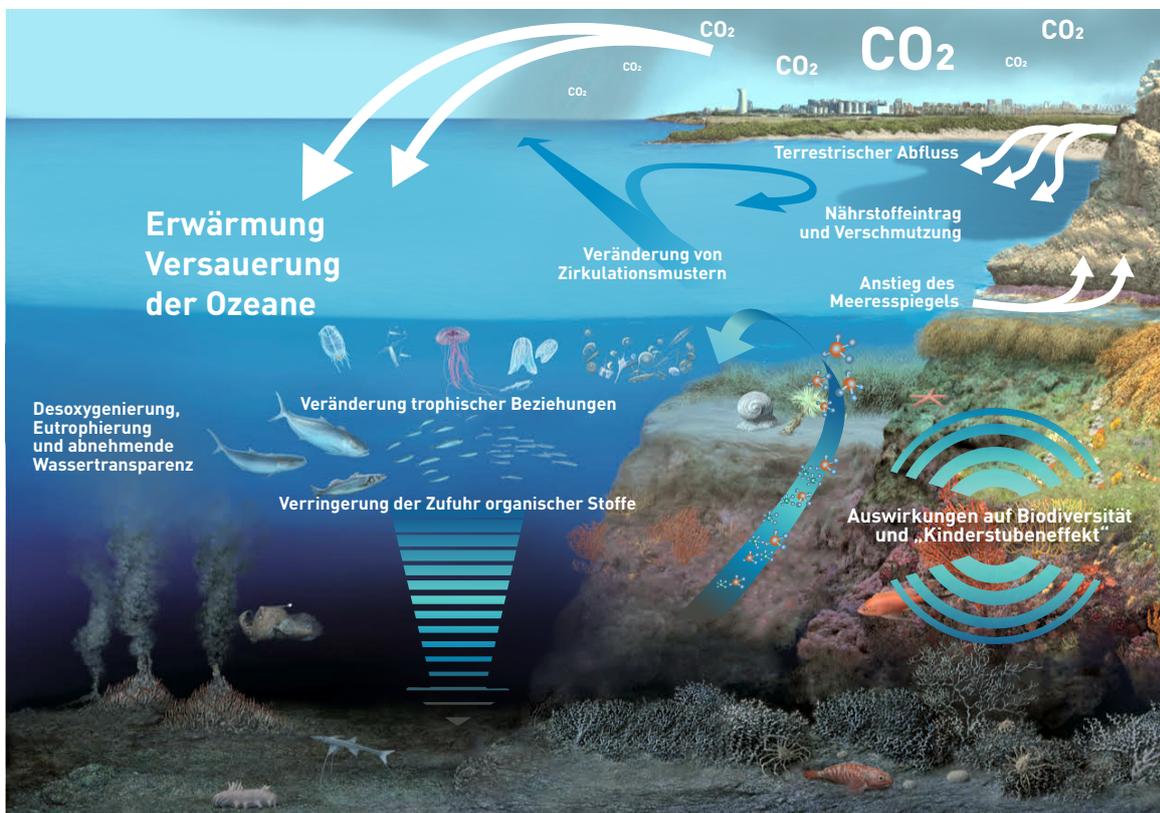


Abb. SPM.6 | Potenzielle Auswirkungen des Klimawandels auf Pelagos und Benthos im Mittelmeer.

stärken, Fischbestände verringern und ganz allgemein zu Veränderungen im Hinblick auf Physiologie, Wachstum, Fortpflanzung, Rekrutierung und Verhalten von Meeresorganismen führen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.1.1).

**4.1.2** Das Zusammenwirken der diversen Klimaveränderungen (beispielsweise Erwärmung der Meere, Versauerung der Ozeane und Anstieg des Meeresspiegels) hat zahlreiche nachweisbare Auswirkungen auf Meeresorganismen, die auf der Ebene von Individuen, Populationen und Ökosystemen wirken. Zu den erwarteten Auswirkungen gehören größere Veränderungen in der Verteilung der Biota sowie Artenverlust, Rückgang der Meeresproduktivität, Zunahme nichteinheimischer Arten sowie ein mögliches Aussterben von Arten (*mittleres Vertrauen*) (Abb. SPM.6) (Abschnitt 4.1.2.1).

**4.1.2.1** Projektionen für Szenarien mit hohen Emissionen zeigen, dass sich die endemischen Arten bis zum Zeitraum von 2041 bis 2060 verändern werden, wobei voraussichtlich von den 75 endemischen Fischarten des Mittelmeers 31 ihr geografisches Verbreitungsgebiet erweitern und 44 ihr Verbreitungsgebiet verringern werden (*mittleres Vertrauen*).

**4.1.2.2** Veränderungen der natürlichen Lebensräume für Arten von kommerziellem Wert sind wahrscheinlich, was sich in vielfacher Hinsicht auf die Dienstleistungen des Meeresökosystems wie Tourismus, Fischerei, Klimaregulierung, Küstenschutz und letztlich auch auf die menschliche Gesundheit auswirken wird (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.2.2).

**4.1.2.3** Grundsätzlich könnten kleine pelagische Arten – thermophile und/oder exotische Arten von geringer Größe und niedriger trophischer Stufe – von Umweltveränderungen profitieren. Für große Arten, die oft von kommerziellem Interesse sind, könnten sich die Überlebensbedingungen verschlechtern (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.2.1).

**4.1.3** Anpassungsstrategien zur Verringerung der Auswirkungen der Umweltveränderungen auf die Meeresökosysteme müssen mit Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels und zur Reduzierung von Verschmutzung einhergehen (Abschnitt 4.1.3.4).

**4.1.3.1** Aufgrund der Vielfalt möglicher Reaktionen mariner Gemeinschaften auf den Klimawandel und andere Stressfaktoren in den verschiedenen Teilbecken ist eine breitere Überwachung erforderlich, um das Wissen über die verschiedenen Anpassungsprozesse zu verbessern, die jedes Gebiet charakterisieren und regional jeweils am besten geeignet sind (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.3.1).

**4.1.3.2** Alle Maßnahmen, die die Gesundheit, Resilienz oder Biodiversität der Meeresökosysteme verbessern, besitzen das Potenzial, die negativen Auswirkungen der klimatischen Faktoren zu verzögern und zu verringern. Dazu gehören nachhaltigere Fischereipraktiken, die Verringerung der Belastung durch landwirtschaftliche Tätigkeiten, nachhaltiger Tourismus sowie ein effektiveres Abfallmanagement (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.3.4).

**4.1.3.3** Meeresschutzgebiete können eine „Versicherungsfunktion“ für die Biodiversität übernehmen, wenn sie an Orten mit begrenzter Anfälligkeit für Ozeanversauerung und Klimawandel eingerichtet werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.3.4). Auch wenn Meeresschutzgebiete den Klimawandel und seine Folgen wie beispielsweise die Versauerung der Meere nicht aufhalten können, sind sie dennoch ein wichtiges Instrument zur Verbesserung der Resilienz und Anpassungsfähigkeit von Ökosystemen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.3.2).

**4.1.3.4** Die Entwicklung praktischer Managementmaßnahmen, die die Einzigartigkeit jeder Art und ihre Reaktionen auf verschiedene Faktoren berücksichtigen, ist von entscheidender Bedeutung, um ihre Resilienz und Anpassungsfähigkeit im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu erhöhen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.1.3.3).

## 4.2 Ökosysteme der Küstengebiete

**4.2.1** Die Küstenzone, d. h. der Bereich, in dem die Interaktion zwischen Meer und Land Ökologie und Ressourcen dominiert, ist insbesondere in der MENA-Region ein Hotspot von Risiken (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.1.1).

**4.2.1.1** Durch den Klimawandel und menschliche Aktivitäten verursachte Veränderungen der Küstenökosysteme (Lagunen, Deltas, Salzwiesen, Dünen etc.) wirken sich auf den Nährstofffluss ins Meer sowie Ausmaß, Zeitpunkt

und Zusammensetzung von Planktonblüten aus, erhöhen die Anzahl und Häufigkeit von Quallen- ausbrüchen erheblich und könnten sich negativ auf die Fischerei auswirken (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.1.1).

**4.2.1.2** Küstenökosysteme beherbergen nicht nur eine große Vielfalt an wild vorkommenden Tier- und Pflanzenarten, sondern werden auch häufig als Plattform für Aquakulturen (beispielsweise für Fisch- und Muschelkulturen) genutzt, und die Belastungen, denen sie ausgesetzt sind, können erhebliche Auswirkungen auf ihre Nutzung haben (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.1.1).

**4.2.1.3** Die Seegraswiesen im Mittelmeer bedecken 1,35 bis 5 Millionen Hektar, entsprechend 5 bis 17 % des weltweiten Seegrashabitats. Die Verlustrate von Seegras im Mittelmeer beträgt derzeit ca. 5 %. Selbst in den verbleibenden Posidonia-Wiesen hat fast die Hälfte der untersuchten Standorte innerhalb von zehn Jahren einen Nettodichteverlust von über 20 % erfahren (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.1.1).

**4.2.1.4** Die rasche Ausbreitung nichteinheimischer Fischarten stellt ein ernsthaftes Problem für die Nahrungsketten und die Fischerei in Küstengebieten dar, da Arten, die Beutetiere dieser generalistischen Fischarten sind, lokal aussterben (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.1.1).

**4.2.2** Es wird erwartet, dass Umweltveränderungen, insbesondere Erwärmung, abnehmende Nährstoffzufuhr und Versauerung der Ozeane, künftig zu Veränderungen der Planktongemeinschaften auf verschiedenen Ebenen führen werden, angefangen bei Phänologie und Biomasse bis hin zur Struktur der Gemeinschaften (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.2.1). Negative Auswirkungen sind auch für Fische, Korallen und Seegraswiesen zu erwarten, während nichteinheimische Arten voraussichtlich begünstigt werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.2.1).

**4.2.2.1** Der Anstieg des Meeresspiegels wirkt sich auf Küstenfeuchtgebiete und Flussmündungen aus, während geringere Niederschläge und anhaltende Dürreperioden den Wasserzufluss und die Sedimentzufuhr in den Flüssen und Einzugsgebieten des Mittelmeers verringern

werden. Küstenverläufe werden sich voraussichtlich aufgrund von Erosion durch den beschleunigten Anstieg des Meeresspiegels zurückziehen oder verschwinden, wobei die schwersten Auswirkungen die am wenigsten mobilen Arten betreffen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitte 4.2.1.1 und 4.2.2.2).

**4.2.2.2** Die Mittelmeerküsten werden voraussichtlich durch intensive Verstädterung und andere Flächennutzungen weiter stark beeinträchtigt, was sich bei abnehmender Flächenverfügbarkeit und anhaltendem Bevölkerungswachstum noch weiter verstärken könnte. Künftig werden vermutlich immer häufiger und intensiver auftretende Stürme an den Küsten sowie Überschwemmungen nachteilige Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht sowie auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen insbesondere in den Küstenstädten des Mittelmeerraums haben (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.2.3).

**4.2.3** Die Entwicklung stärker integrierter Konzepte würde die Anpassungspolitik für den gesamten Mittelmeerraum unterstützen und ein ökosystembasiertes Management von Küstengebieten, die Ermittlung von Synergien und Konflikten sowie die Einbeziehung lokaler Kenntnisse und Institutionen beinhalten (Abschnitt 4.2.3.6).

**4.2.3.1** Geeignete Anpassungsmaßnahmen sind unter anderem (i) die Verringerung von Verschmutzung durch Abflüsse sowohl aus Landwirtschaft als auch aus Industrie und Abfallwirtschaft, (ii) die Festlegung von Maßnahmen zur Begrenzung oder Vermeidung von Versauerung sowie (iii) die Verlagerung von Aquakulturbetrieben in vor kritischen Versauerungswerten geschützte Gebiete (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.3.1).

**4.2.3.2** Frühzeitige Erkennung und schnelle Reaktion sind als Schlüsselaspekte für den Umgang mit nichteinheimischen Arten anerkannt. Effiziente Kampagnen zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit und zur Aufklärung der lokalen Bevölkerung können zusammen mit institutionalisierten Frühwarnsystemen zur raschen Entdeckung unerwünschter nichteinheimischer Arten beitragen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.2.3.3).

## 4.3 Terrestrische Ökosysteme

**4.3.1** Die terrestrische Biodiversität im Mittelmeerbecken hat sich in den letzten 40 Jahren schneller und umfassender verändert als in den meisten anderen Regionen der Welt. Hauptfaktoren für die Verschlechterung der Ökosysteme in der gesamten Region sind Verstädterung und Verlust von Grasland. Seit 1990 hat die Aufgabe landwirtschaftlicher Nutzungen im gesamten Mittelmeerbecken zu einer allgemeinen Zunahme der bewaldeten Fläche um 0,67 % pro Jahr geführt, wobei erhebliche Unterschiede zwischen den nördlichen und südlichen Anrainerstaaten bestehen (Abschnitt 4.3.1.2).

**4.3.1.1** Etwa seit 1980 hat sich die Biodiversität verschiedener Gruppen von Spezies und Habitats des Mittelmeerraums schneller und umfassender verändert als zuvor. Der Artenverlust ist durch einen allgemeinen und in mehreren Gruppen von Spezies festgestellten Trend zur Homogenisierung (Verlust gefährdeter und seltener Arten) sowie durch eine allgemeine Vereinfachung biotischer Interaktionen (Verlust spezialisierter Beziehungen) gekennzeichnet (hohes Vertrauen) (Abschnitt 4.3.1.2).

**4.3.1.2** In allen mediterranen Bergregionen ziehen subalpine Arten in höhere Lagen, wo immer dies möglich ist (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.3.1.2).

**4.3.1.3** In fast allen Ländern der nördlichen Subregion hat die Waldfläche infolge des Rückgangs der extensiven Landwirtschaft und der agro-pastoralen Systeme zugenommen. In Italien, Frankreich und Spanien beläuft sich dieser Wert auf etwa 1 % pro Jahr. In den südlichsten Gebieten sind naturnahe Ökosysteme aufgrund des menschlichen Drucks durch Rodung und Landwirtschaft, Übernutzung zur Brennholzgewinnung sowie Überweidung stärker von Fragmentierung oder Verschwinden bedroht (hohes Vertrauen) (Abschnitt 4.3.1.2).

**4.3.1.4** Die Biodiversität landwirtschaftlicher Systeme hat seit den frühen 1950er Jahren aufgrund der Intensivierung der Landwirtschaft dramatisch abgenommen, was zu einer Zunahme von stark veränderten landwirtschaftlichen Systemen und vereinfachten Agrarlandschaften führt (hohes Vertrauen). Traditionelle und extensive landwirtschaftliche Praktiken einschließlich agroökologischer Methoden tragen im Allgemeinen

zum Erhalt einer reichen Biodiversität bei (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.3.1.2).

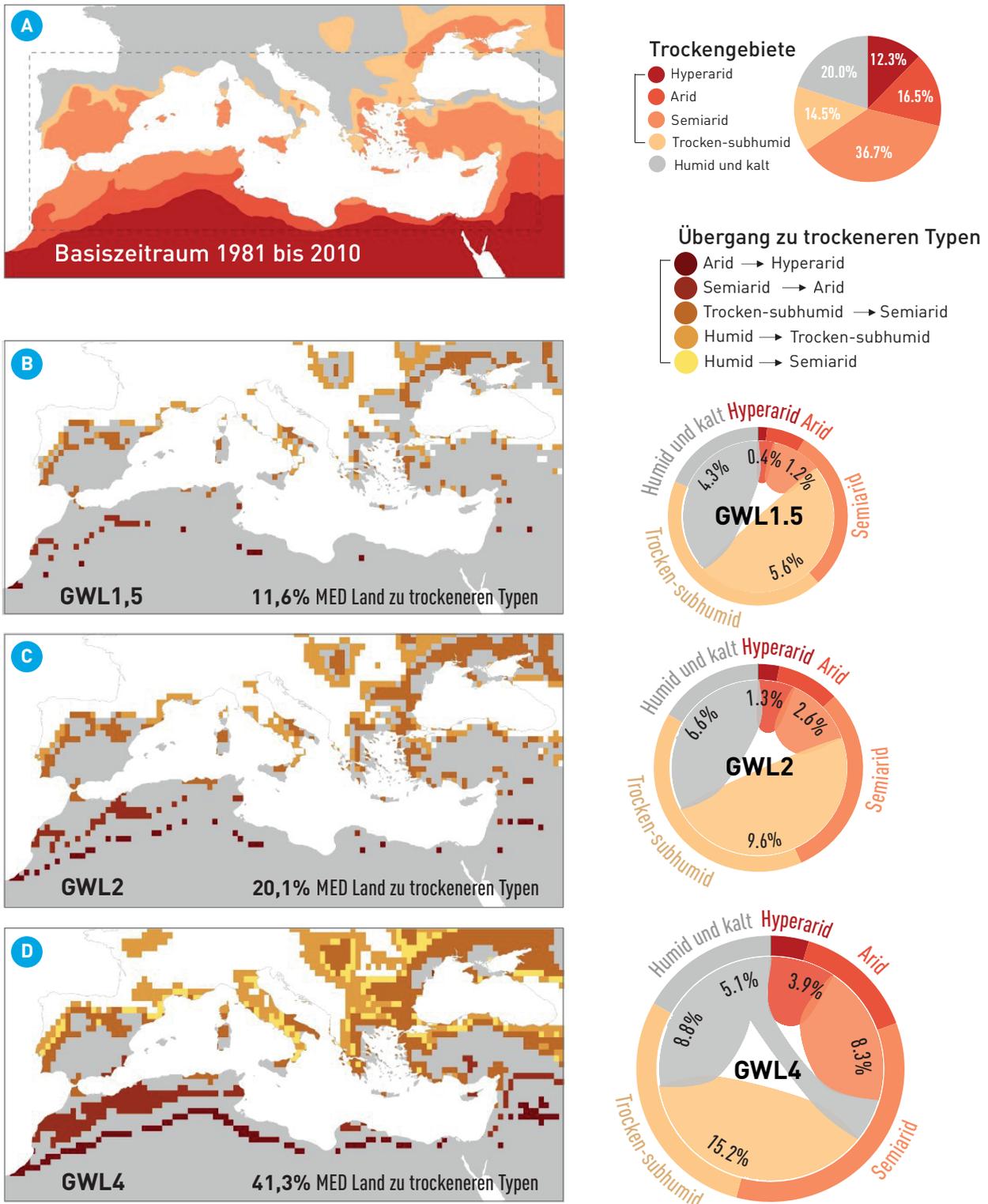
**4.3.1.5** In den letzten fünf Jahrzehnten wurde die landwirtschaftliche Produktion zunehmend durch den Verlust von Bestäubern beeinträchtigt, wobei sich die Zahl der auf Bestäuber angewiesenen Nutzpflanzen verdreifacht hat (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.3.1.2).

**4.3.1.6** Die mediterranen Trockengebiete haben einen erheblichen und besonderen Wert für die Biodiversität, da die meisten Pflanzen und Tiere in hohem Maße an die wasserarmen Bedingungen angepasst sind (Abschnitt 4.3.1.2). Der Anteil der Trockengebiete des europäischen Mittelmeerraums nimmt infolge des Klimawandels und der weitgehenden Aufgabe von Flächen insgesamt zu. Fast 15 % der Fläche des feuchten Mittelmeerraums sind seit den 1960er Jahren trockener geworden, während die Fläche der schon vorher trockenen Gebiete konstant geblieben ist (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.3.1.2).

**4.3.1.7** Süßwasserökosysteme erbringen eine Vielzahl wichtiger Ökosystemleistungen (beispielsweise Wasserversorgung für Trinkwasser, Landwirtschaft und Industrie, Wasseraufbereitung, Erosionsschutz, Erholung, Tourismus und Hochwasserschutz) (Abschnitt 4.3.1.2: Süßwasserökosysteme). 48 % der Feuchtgebiete im Mittelmeerraum sind zwischen 1970 und 2013 verloren gegangen, und 36 % der von Feuchtgebieten abhängigen Tiere im Mittelmeerraum sind vom Aussterben bedroht (hohes Vertrauen) (Abschnitt 4.3.1.2).

**4.3.2** Zu erwarten ist, dass das trockenere Klima und der zunehmende Druck durch den Menschen im 21. Jahrhundert erhebliche Auswirkungen auf die terrestrische Biodiversität, die Produktivität der Wälder, verbrannte Flächen sowie auf Süßwasserökosysteme und Landwirtschaft haben werden (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.3.2).

**4.3.2.1** Unter Berücksichtigung aller Faktoren wird ein allgemeiner Rückgang der Waldproduktivität mittel- und langfristig voraussichtlich zu höherer Mortalität und Artensterben insbesondere von in wasserarmen Gebieten gedeihenden Arten oder Populationen führen, die den Großteil der mediterranen Wälder ausmachen (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 4.3.2.1).



**Abb. SPM.7 | Verteilung von Trockengebieten und deren Untertypen**, basierend auf Beobachtungen für den Zeitraum von 1981 bis 2010. Die flächenmäßige Ausdehnung der Trockengebiete je Subtyp wird innerhalb der Grenzen der mediterranen SREX-Region (gemäß dem IPCC-Sonderbericht Management des Risikos von Extremereignissen und Katastrophen zur Förderung der Anpassung an den Klimawandel (SREX)) geschätzt (gestrichelte Linie). (B, C, D) Verteilung der projizierten Übergänge zu Trockengebieten für drei globale Erwärmungsniveaus (GWL, Global Warming Levels): + 1,5 °C, + 2 °C und + 4 °C über dem vorindustriellen Niveau, bezogen auf den Basiszeitraum. Die grau schattierten Flächen in (B), (C) und (D) sind die Trockengebiete des Basiszeitraums. Die Sehnendiagramme zeigen die flächenmäßige Ausdehnung der projizierten Übergänge in jedem Trockenland-Subtyp für jeden GWL [proportional zur Gesamtausdehnung der sich hin zu trockeneren Typen verändernden Flächen] (siehe Abschnitt 4.3.2.4, Abb. 4.15)

**4.3.2.2** Bei den meisten Szenarien für die globale Erwärmung wird eine Zunahme von Waldbränden und damit von verbrannten Flächen im europäischen Mittelmeerraum prognostiziert. Die verbrannte Fläche könnte am Ende des 21. Jahrhunderts in der gesamten Region bei einer Erwärmung von 1,5 °C um bis zu 40 % und bei einer Erwärmung von 3 °C um bis zu 100 % gegenüber dem derzeitigen Stand zunehmen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 4.3.2.1).

**4.3.2.3** Die meisten mediterranen Trockengebiete werden voraussichtlich noch trockener, und ihre Ausdehnung wird in der gesamten Region weiter zunehmen. Projektionen einer globalen Erwärmung von 1,5 °C, 2 °C und 4 °C über dem vorindustriellen Niveau zeigen eine Zunahme der Trockengebiete um 12 %, 20 % bzw. 41 % (*mittleres Vertrauen*) (Abb. SPM.7) (Abschnitt 4.3.2.3).

**4.3.2.4** Für Süßwassersysteme deuten die Projektionen auf eine verringerte hydrologische Vernetzung, eine erhöhte Schadstoffkonzentration während Dürreperioden, Veränderungen der biologischen Gemeinschaften infolge härterer Umweltbedingungen und einen Rückgang biologischer Prozesse wie beispielsweise Nährstoffaufnahme, Primärproduktion oder Zersetzung hin. Der zunehmende Druck der Bevölkerung auf die schrumpfenden Wasserressourcen wird die Auswirkungen auf die Flussökosysteme voraussichtlich verschärfen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.3.2.5).

**4.3.3** Für die meisten Ökosysteme existieren Managementoptionen, die die Resilienz gegenüber Umweltveränderungen verbessern können (Abschnitt 4.3.3).

**4.3.3.1** Die Förderung einer „klimabezogenen Konnektivität“ durch Durchlässigkeit von Landschaften, Erhaltung oder Schaffung von Ausbreitungskorridoren und Habitatnetzwerken kann die Aufwärtswanderung von Arten aus dem Flachland in die Berge erleichtern, sodass sich diese an die neuen Bedingungen des Klimawandels anpassen können (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.3.3.2).

**4.3.3.2** Die Förderung einer angemesseneren Waldbewirtschaftung unter Berücksichtigung örtlicher Gegebenheiten und der Zukunftsprojektionen kann die Anpassung der mediterranen Wälder an das wärmere Klima verbessern (beispielsweise artenreiche Waldbestände, Durchforstung, Bewirtschaftung des Unterwuchses). Geeignetes Management räumlicher Heterogenitäten in Landschaften kann dazu beitragen, die Ausdehnung von Bränden im Zuge der Klimaerwärmung zu begrenzen (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 4.3.3.1).

**4.3.3.3** Die Erhaltung der natürlichen Abflussvariabilität von Flüssen und Bächen im Mittelmeerraum sowie von breiten Uferzonen kann zusammen mit einer Verringerung des Wasserbedarfs die Anpassung von Süßwasserökosystemen an künftige Umweltveränderungen unterstützen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 4.3.3.5).

## 5 - Gesellschaft

### 5.1 Entwicklung

**5.1.1** Dieser Bericht sieht es als Ziel nachhaltiger Entwicklung, die Bedürfnisse der heutigen und künftiger Generationen zu berücksichtigen, die natürlichen Ressourcen so zu nutzen, dass sie erhalten und bewahrt werden und ein gerechter Zugang zu diesen jetzt und in Zukunft gewährleistet ist. Um Wohlstandsverluste für künftige Generationen zu vermeiden, müssen Nachhaltigkeitsstrategien gleichzeitig das Wohl der Menschen und ökologische Nachhaltigkeit verbessern (Abschnitt 5.1.1.1).

**5.1.2** Aufgrund der zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels auf den Menschen bedarf es verstärkt institutioneller Maßnahmen auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene. Dies bedeu-

tet, dass das Handeln der Wirtschaft und multinationaler Unternehmen bei gleichzeitiger Wahrung der Menschenrechte abgemildert, angepasst und reguliert werden muss (Abschnitt 5.1.1.2).

**5.1.2.1** Die Infrastruktur im gesamten Mittelmeerraum muss klimafest gemacht werden, um den gegenwärtigen und künftigen Auswirkungen des Klimawandels in den kommenden Jahrzehnten standzuhalten. Investitionen in Forschung und Entwicklung reduzieren die Kosten der Anpassung erheblich (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.3).

**5.1.2.2** Der Mittelmeerraum verfügt über eine reiche Geschichte sowie außergewöhnliche

Natur- und Kulturlandschaften, die 2017 mehr als 360 Millionen Touristen anzogen. In den letzten 20 Jahren ist der Beitrag des Tourismussektors zum Bruttoinlandsprodukt in den Mittelmeerländern kontinuierlich um 60 % gestiegen. Der Klimawandel wird voraussichtlich während der Hauptsaison zu Temperaturen führen, die für Touristen nicht mehr angenehm sind. Durch den Anstieg des Meeresspiegels wird es voraussichtlich zum Verlust von Stränden und Kulturerbestätten kommen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.3).

**5.1.2.3** Ein wesentlicher Teil des Mittelmeertourismus ist auf Aktivitäten im Freien ausgerichtet, die ohne Milderungsmaßnahmen zu einer weiteren Schädigung der natürlichen Ressourcen einschließlich der Verfügbarkeit von Süßwasser führen können (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.3)

**5.1.2.4** Der Tourismus im Mittelmeerraum spielt eine wichtige Rolle für die Beschäftigung in der gesamten Region und besitzt das Potenzial, widerstandsfähiger gegenüber dem Klimawandel zu werden als die Wirtschaft insgesamt. Nachhaltiger Tourismus kann in erheblichem Umfang Arbeitsplätze sichern und dazu beitragen, die negativen wirtschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels auszugleichen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.3).

**5.1.3** Armut, Ungleichheiten und geschlechtsspezifische Ungleichgewichte stehen sowohl direkt als auch indirekt mit der Verwirklichung einer nachhaltigen Entwicklung in den Mittelmeerländern in Zusammenhang. Das Vorhandensein dieser relativen und absoluten Ungleichgewichte hemmt die wirtschaftliche Entwicklung und versperrt Teilen der Gesellschaft de facto den Zugang zu den Vorteilen eines höheren Lebensstandards (Abschnitt 5.1.1.3).

**5.1.3.1** Die Behinderung persönlicher Entwicklungschancen aufgrund von Ungleichheit ist in den letzten Jahren (2010 bis 2017) in den südlichen Mittelmeerländern durchweg größer als in den nördlichen Mittelmeerländern (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.3; Kasten 5.1.1).

**5.1.3.2** Die Ungleichheiten zwischen den Geschlechtern sind in den Mittelmeerländern beträchtlich und rangieren in der weltweiten Rangliste des Gender Development Index zwischen Platz 18 und Platz 159 (von 164) (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.3; Kasten 5.1.2).

**5.1.3.3** Aufklärung über den Klimawandel bedeutet die aktive Beteiligung der Bevölkerung, insbesondere von Kindern und Jugendlichen als Akteure des Wandels, sowie eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Bildungspolitikern und Wissenschaftlern, um Bildungspolitik und -maßnahmen durch wissenschaftliche Erkenntnisse und wissenschaftliches Know-how zu untermauern (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.4).

**5.1.4** Die zu erwartenden zunehmend extremen Klimabedingungen und die Verschmutzung des Mittelmeerbeckens werden voraussichtlich zu höherer wirtschaftlicher Vulnerabilität und zu mehr Risiken führen als in anderen europäischen Regionen (Abschnitt 5.1.2).

**5.1.4.1** Verstärkte Intensität und häufiger auftretende Sturzfluten mit höherer Mortalität im östlichen Mittelmeerraum wirken sich unmittelbar auf Landwirtschaft, Handel, Tourismus und Industrie aus (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.2).

**5.1.4.2** Die Auswirkungen des steigenden Meeresspiegels in Verbindung mit veränderten Sturmbedingungen werden voraussichtlich zu erheblichen Beeinträchtigungen des Hafenbetriebs führen und Handelsaktivitäten sowie Produktivität hemmen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.2).

**5.1.4.3** Die wirtschaftlichen Auswirkungen auf den Tourismus hängen vom jeweiligen Land und der jeweiligen Jahreszeit ab. Eine gewisse Anpassung an die Erwärmung kann erreicht werden, indem die Tourismusangebote in das Frühjahr und den Herbst hinein ausgedehnt werden. Die nördlichen Mittelmeerregionen könnten bis zum Jahr 2100 klimabedingte jährliche Einbußen an Tourismuseinnahmen von bis zu 0,45 % des Bruttoinlandsprodukts verzeichnen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.2).

**5.1.4.4** Die wirtschaftlichen Kosten von Dürren (beispielsweise für die Ernährungssicherheit) können die durch Erdbeben oder Überschwemmungen verursachten Kosten übersteigen (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 5.1.1.3).

**5.1.5** Der Erfolg von Anpassungsstrategien setzt die Berücksichtigung der spezifischen regionalen Klimabedingungen im sektoralen, politischen und sozioökonomischen Kontext voraus. Hierfür muss der Dialog zwischen den Akteuren durch geeignete Kooperationsstrukturen, Wissenstransfer und Überwachung der Fortschritte sichergestellt werden, um die regelmäßige Überprüfung der politischen Ziele und die Einbeziehung neuer wissen-

schaftlicher Erkenntnisse zu ermöglichen, sobald diese verfügbar sind (Abschnitt 5.1.3).

**5.1.5.1** Die Varianten nachhaltigen Städtewachstums in Form von nachhaltigen, resilienten, grünen oder CO<sub>2</sub>-armen Städten bieten Möglichkeiten zur Schaffung von Wegen für eine transformative und nachhaltige Stadtentwicklung (hohes Vertrauen) (Abschnitt 5.1.3.1).

**5.1.5.2** Es können stärkere Instrumente zur Kontrolle von Umweltverschmutzung und

Treibhausgasemissionen eingesetzt werden. Institutionelle Konzepte können die Internalisierung von Externalitäten erleichtern. Zur Beeinflussung von Produktionsressourcen, Emissionen, Standortwahl oder Produktionsverfahren können Steuerungs- und Kontrollinstrumente eingesetzt werden. Wirtschaftliche (marktbasierte) Anreizinstrumente sind beispielsweise Steuern, Abgaben, Emissionszertifikate, Subventionen etc. (Abschnitt 5.1.3.2, Tabelle 5.3).

## 5.2 Menschliche Gesundheit

**5.2.1** Die Umweltveränderungen haben in den Mittelmeerländern bereits zu einer Vielzahl von Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit geführt, und die meisten Trends dürften sich aller Wahrscheinlichkeit nach fortsetzen (Abschnitt 5.2.1.1).

**5.2.1.1** Direkte Auswirkungen stehen mit der Exposition gegenüber extremen Ereignissen wie Hitzewellen und Kälteperioden, Überschwemmungen und Stürmen im Zusammenhang. Die Interaktion mit Umweltsystemen führt zu indirekten Auswirkungen wie beispielsweise Veränderungen der Verfügbarkeit und Qualität von Wasser und Nahrungsmitteln, zunehmender Luftverschmutzung einschließlich Verschmutzung durch Waldbrände und veränderten Mustern von durch Vektoren, Nahrungsmittel und Wasser übertragenen Krankheiten (hohes Vertrauen) (Abschnitt 5.2.1.1).

**5.2.1.2** Die Anfälligkeit der Bevölkerung für die Auswirkungen des Umwelt- und Klimawandels wird stark von der Bevölkerungsdichte, dem Stand der wirtschaftlichen Entwicklung, der Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln, Einkommen und Einkommensverteilung, lokalen Umweltbedingungen, dem bestehenden Gesundheitszustand sowie der Qualität und Verfügbarkeit des öffentlichen Gesundheitswesens beeinflusst (hohes Vertrauen) (Abschnitt 5.2.2).

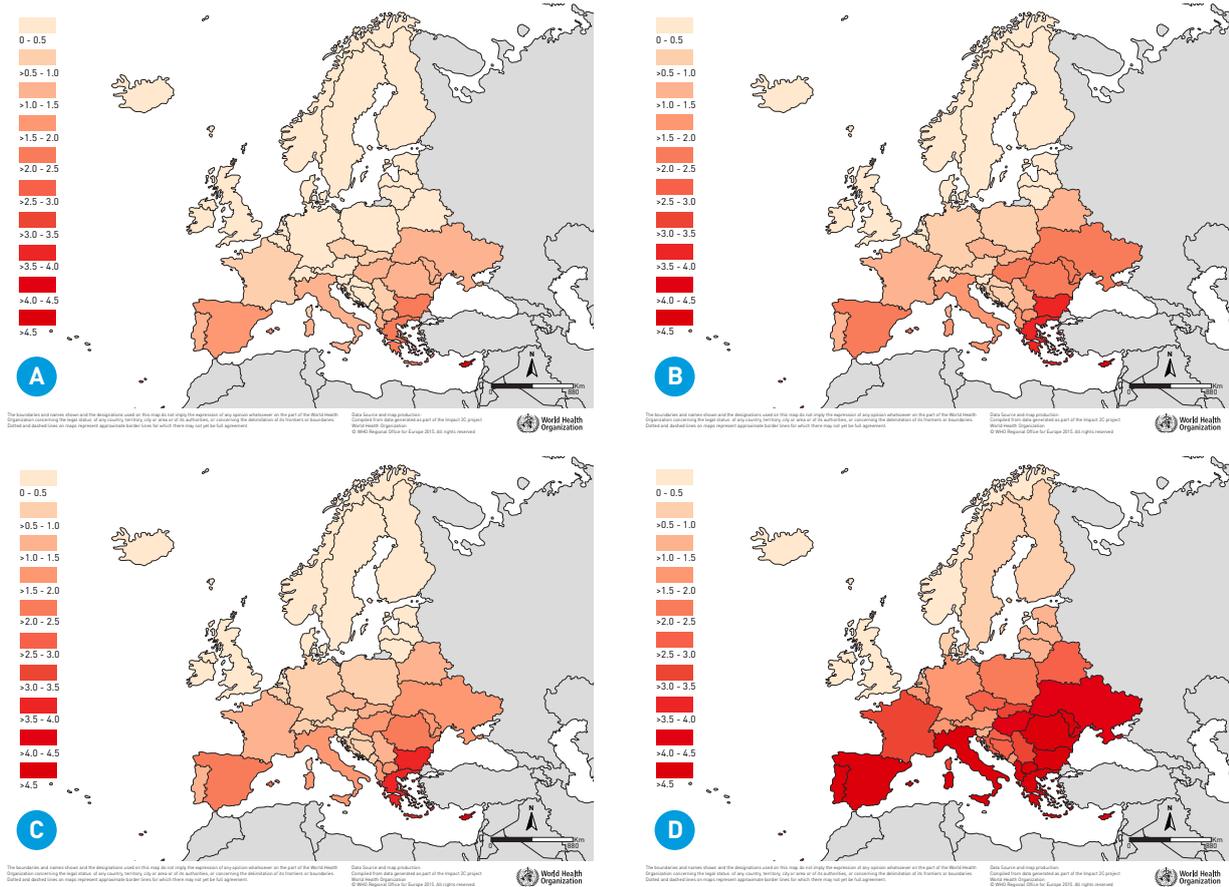
**5.2.1.3** Zu den vulnerablen Bevölkerungsgruppen im Mittelmeerraum gehören ältere Menschen, Arme, Menschen mit bereits bestehenden oder chronischen Erkrankungen, Flüchtlinge, Schwangere sowie Babys. Aufgrund eines Mangels an Unterkunft, sauberem Wasser, Energie oder Nahrungsmitteln benachteiligte Menschen sind durch extreme Ereignisse stärker gefährdet (hohes Vertrauen) (Abschnitt 5.2.2).

**5.2.2** Hitzewellen sind für hohe Mortalitätsraten verantwortlich und führen insbesondere in Großstädten und bei älteren Menschen zu Zehntausenden von vorzeitigen Todesfällen. Die hitzebedingte Morbidität und Mortalität ließ sich in den letzten Jahren durch einen effizienteren Schutz der Menschen teilweise reduzieren (hohes Vertrauen) (Abb. SPM.8) (Abschnitt 5.2.3.1).

**5.2.2.1** Die meisten Städte im Mittelmeerraum sind eng gebaut und dicht besiedelt, und ihre Einwohner haben erheblich unter extrem hohen Temperaturen zu leiden (mittleres Vertrauen) (Abschnitt 5.2.3.1).

**5.2.2.2** In den letzten Jahrzehnten konnte die auf Hitzestress zurückzuführende Mortalität durch nationale Pläne und Warnsysteme, die das Risikobewusstsein und die Bereitschaft zur Risikovermeidung in der Bevölkerung erhöht haben, gesenkt werden (hohes Vertrauen) (Abschnitt 5.2.3.1).

**5.2.2.3** Es ist zu erwarten, dass die durch Hitzestress gefährdete Bevölkerung in den kommenden Jahren in Europa zunehmen wird (4 % jährlich) und, je nach den verschiedenen Kombinationen sozioökonomischer Szenarien, bis zum Jahr 2050 auf 20 bis 48 % ansteigen könnte. Die Vulnerabilität ist von Region zu Region unterschiedlich, wobei der Mittelmeerraum mit am stärksten betroffen sein wird. Die hitzebedingte jährliche Mortalität im europäischen Mittelmeerraum wird bei moderater (RCP4.5) bzw. starker (RCP8.5) Erderwärmung bis Mitte des 21. Jahrhunderts um einen Faktor von 1,8 bzw. 2,6 zunehmen, während der Anstieg bis zum Ende des Jahrhunderts um einen Faktor von 3 bzw. 7 zunehmen wird (hohes Vertrauen) (Abschnitt 5.2.5.2).



**Abb. SPM.8 | Zurechenbarer Anteil hitzebedingter Todesfälle im Sommer bei verschiedenen Klimaszenarien** nach Ländern in Europa. A) RCP4.5 im Jahr 2050; B) RCP8.5 im Jahr 2050, C) RCP4.5 im Jahr 2085 und D) RCP8.5 im Jahr 2085 (Kendrovski et al., 2017).

**5.2.2.4** Die Auswirkungen von Hitze auf die Mortalität werden aufgrund der Auswirkungen auf die Vulnerabilität stärker von sozioökonomischen Faktoren als von der Exposition gegenüber hohen Temperaturen beeinflusst werden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.5.2).

**5.2.3** Trotz des Anstiegs der Durchschnittstemperatur werden die Kältewellen voraussichtlich nicht verschwinden (*hohes Vertrauen*). Ein mäßiges Kälterisiko wird während des gesamten 21. Jahrhunderts in Verbindung mit Risiken durch Krankheitserreger ein temperaturbedingtes Risiko bleiben (*geringes Vertrauen*) (Abschnitte 5.2.5.3 und 5.2.3.4).

**5.2.4** Umweltveränderungen im Mittelmeerbecken werden voraussichtlich die Risiken für durch Vektoren übertragene Krankheiten erhöhen, da ein wärmeres Klima und veränderte Niederschlagsmuster (zusammen mit Landschaftsmanagement) ein günstiges Umfeld für Stechmücken, Zecken und andere klimasensitive Vektoren, insbesondere für das West-Nil-Virus, Chikungunya und Leishmaniose, schaffen können (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.3.3).

**5.2.4.1** Projektionen für 2050 zeigen für den Mittelmeerraum ein erhöhtes Risiko für durch Vektoren übertragene Krankheiten. Bis 2050 werden sich die West-Nil-Virus-Hochrisikogebiete voraussichtlich weiter ausdehnen und die Übertragungszeiten erheblich verlängern (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.5.4).

**5.2.4.2** Künftige Veränderungen der Umgebungsbedingungen des Mittelmeerbeckens für vektorbasierte Krankheitsüberträger und -erreger werden geografisch unterschiedlich ausfallen und Ausmaß und Übertragungsmuster in diesem Gebiet erheblich verändern. Für die Tigermücke *Aedes albopictus* (Überträger von Chikungunya und Dengue-Fieber) wird für die Mitte des 21. Jahrhunderts in Südeuropa und im Mittelmeerraum eine signifikante Verschlechterung der Lebensbedingungen aufgrund eines deutlichen Anstiegs der Sommertemperaturen prognostiziert (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.5.4).

**5.2.4.3** Angesichts steigender Durchschnittstemperaturen und zunehmender Häufigkeit und Dauer von Hitzewellen muss bei „Busi-

ness as usual“-Szenarien mit einer steigenden Zahl lebensmittelbedingter Erkrankungen gerechnet werden, sofern keine verstärkten Aufklärungs-, epidemiologischen Überwachungs- und Durchsetzungsmaßnahmen (in Bezug auf Lebensmittelsicherheit) vorgenommen werden (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.5.4).

**5.2.5** Jedes Jahr sind etwa eine Million Todesfälle in Europa und im östlichen Mittelmeerraum auf Luftverschmutzung in Innenräumen und im Freien zurückzuführen (Abschnitt 5.2.4.1).

**5.2.5.1** Synergistische Auswirkungen werden insbesondere an Tagen mit Hitzewellen zwischen Ozonwert, Feinstaubkonzentration und Klima beobachtet, einhergehend mit einer hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität mit einem Anstieg der Mortalität um 1,66 % pro 1 °C Temperaturanstieg an Tagen mit niedrigen Ozonwerten und einem Anstieg um bis zu 2,1 % an Tagen mit hohen Ozonwerten. Eine Verringerung der Feinstaubbelastung verbessert die Lebenserwartung von Europäern um etwa acht Monate (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.4.1).

**5.2.5.2** Die Exposition gegenüber Rauch aufgrund von Waldbränden und Schadstoffen natürlichen Ursprungs wie beispielsweise Saharastaub geht mit erhöhter Mortalität sowie vermehrten Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit unterschiedlichen Auswirkungen je nach Alter einher (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.4.2).

**5.2.5.3** Es ist zu erwarten, dass die ozonbedingte Morbidität und Mortalität in mehreren Mittelmeerländern zwischen 2021 und 2050 um

10 bis 14 % zunehmen wird. Der kombinierte Einfluss von O<sub>3</sub> und PM<sub>2.5</sub> (Feinstaub mit einem Durchmesser von weniger als 2,5 µm) wird die Mortalität in Europa im Jahr 2050 um 8 bis 11 % und im Jahr 2080 um 15 bis 16 % gegenüber dem Jahr 2000 erhöhen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.5.5).

**5.2.6** Klimawandel und Extremereignisse wirken sich negativ auf die psychische Gesundheit von Menschen aus, die zusätzlich noch den Verlust ihres Heims, die Zerstörung ihrer Siedlungen und Schäden an der kommunalen Infrastruktur verkraften müssen (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.4.3). Der Verlust des Heims kann sich insbesondere bei gefährdeten Bevölkerungsgruppen und bei Menschen, die an chronischen Krankheiten leiden, nachteilig auf deren Gesundheit auswirken (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.4.4).

**5.2.7** Präventionspläne für die menschliche Gesundheit sollten unter besonderer Berücksichtigung der Risiken des Klimawandels weiterentwickelt werden. Die meisten Maßnahmen zur Milderung des Klimawandels und zur Anpassung bieten Synergien mit anderen Themen im Bereich der öffentlichen Gesundheit, insbesondere in Bezug auf Luftverschmutzung. Die Mittelmeerländer müssen ihre grenzüberschreitende Zusammenarbeit verstärken, da die Anpassung an viele der Gesundheitsrisiken (beispielsweise durch Vektoren übertragene Krankheiten, Dürren, Migration) eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit und auch eine Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Teilen des Mittelmeerbeckens erfordert (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 5.2.6.2).

## 5.3 Menschliche Sicherheit

**5.3.1** Menschliche Sicherheit ist ein Zustand, in dem der Kern des menschlichen Lebens geschützt ist und in dem die Menschen die Freiheit und die Fähigkeit haben, in Würde zu leben (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.3.1.1).

**5.3.1.1** Der Umwelt- und Klimawandel stellt eine Bedrohung für die Wahrnehmung wirtschaftlicher, gesellschaftlicher und kultureller Rechte dar und wirkt als Risikomultiplikator und wichtiges Querschnittsthema für verschiedene Aspekte der Menschenrechte und der internationalen Gerechtigkeit (Abschnitt 5.3.2.2).

**5.3.1.2** Zwischen den Mittelmeerländern bestehen erhebliche Unterschiede hinsichtlich

der individuellen Gegebenheiten und der spezifischen Auswirkungen der Umweltveränderungen auf die Sicherheit. Diese Unterschiede werden vom Klima, aber auch von geografischen, gesellschaftlichen, kulturellen, wirtschaftlichen und politischen Bedingungen mitbestimmt (Abschnitt 5.3.1.1).

**5.3.2** Die jüngsten Migrationsbewegungen (insbesondere innerhalb der südlichen und östlichen Länder des Mittelmeerbeckens, aber auch zwischen dem Süden und dem Norden) können teilweise auf Umweltveränderungen zurückgeführt werden, jedoch sind andere Treiber wie wirtschaftliche und politische Faktoren in der Regel wichtiger. Zwar haben sich langsam ent-

wickelnde umwelt- und klimabedingte Ereignisse in einigen Gebieten erhebliche Auswirkungen auf das menschliche Wohlergehen, jedoch ist eine Anpassung in der Regel möglich, um den Migrationsdruck zu verringern. Im Gegensatz dazu haben sich schnell entwickelnde Ereignisse mit der damit verbundenen Umweltzerstörung (beispielsweise Stürme und Überschwemmungen) mit einer Wahrscheinlichkeit Migrationsbewegungen ausgelöst, die meist nur vorübergehend und über kurze Entfernungen stattfanden (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.3.2.3).

**5.3.3** Klimaschwankungen haben vermutlich eine Rolle beim Niedergang oder Zusammenbruch antiker Zivilisationen gespielt und wahrscheinlich auch zu einer Zunahme gewaltsamer Konflikte geführt. Für die heutige Zeit weisen mehrere Studien auf einen Zusammenhang zwischen bewaffneten Konflikten und Umweltveränderungen hin, wobei andere Wissenschaftler allerdings auch anderer Meinung sind (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 5.3.2.4; Kasten 5.3.1).

**5.3.3.1** Negative Wetterschocks wie Trockenperioden, die während der Anbausaison auftreten und zu Einbußen bei landwirtschaftlicher Produktion und Einkommen führen, können insbesondere in Regionen mit von der Landwirtschaft abhängigen und politisch ausgegrenzten Gruppen Bürgerkriege verlängern und verstärken. Mehrere neuere Studien sehen einen Zusammenhang zwischen den durch den Klimawandel verursachten höheren Lebensmittelpreisen und sozialen Unruhen in den Städten Afrikas. Es wird angenommen, dass die steigenden Lebensmittelpreise eine wichtige Rolle bei den Unruhen des Arabischen Frühlings in Nordafrika und im Nahen Osten im Jahr 2011 gespielt haben, obwohl derartige Formen von Gewalt oftmals durch eine Reihe komplexer politischer und wirtschaftlicher Faktoren und nicht alleine durch höhere Lebensmittelpreise

se aufgrund des Klimawandels ausgelöst werden (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 5.3.2.4).

**5.3.3.2** Im Fall von Konflikten bleiben die Auswirkungen der erwarteten künftigen Umweltveränderungen eher spekulativ. Die jüngsten historischen Erfahrungen lassen es jedoch als wahrscheinlich erscheinen, dass ein schwerer und schneller Klimawandel die politische Instabilität in den ärmsten Teilen des Mittelmeerbeckens weiter verschärfen könnte (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 5.3.3.2).

**5.3.3.3** Das Wissen darüber, wie Naturkatastrophen mit sozioökonomischen, politischen und demografischen Gegebenheiten interagieren und/oder von diesen beeinflusst werden, um Konflikte zu verursachen, ist begrenzt und bedarf weiterer Forschung (Abschnitt 5.3.5).

**5.3.4** Teile des reichen mediterranen Kulturerbes, insbesondere viele UNESCO-Welterbestätten, sind unmittelbar durch den Anstieg des Meeresspiegels oder andere Aspekte des Umweltwandels bedroht. Es besteht ein dringender Bedarf an Milderungs- und Anpassungsmaßnahmen, da eine große Anzahl von Welterbestätten bereits heute gefährdet ist. Bis zum Jahr 2100 könnte das Hochwasserrisiko im gesamten Mittelmeerraum um 50 % und das Erosionsrisiko um 13 % zunehmen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.3.3.1).

**5.3.5** Ein Schlüsselfaktor für den Erfolg von Maßnahmen zur Anpassung an Umweltveränderungen im äußerst vielfältigen multikulturellen Umfeld des Mittelmeerbeckens ist die Kultur. Klimaanpassungsmaßnahmen bergen die Gefahr von Menschenrechtsverletzungen im Mittelmeerraum, wenn sie von Schutzgütern wie Gerechtigkeit, Gleichheit, Armutsbekämpfung, gesellschaftlicher Teilhabe und Einkommensumverteilung abgekoppelt sind (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 5.3.4.1).

## 6 - Beherrschung künftiger Risiken und Schaffung von sozioökologischer Resilienz im Mittelmeerraum

**6.1** Auch wenn den nationalen Regierungen eine wichtige Rolle bei der Verringerung der Belastung der menschlichen Gesundheit durch den Klimawandel zukommt, werden die meisten Aktionen und Maßnahmen auf lokaler Ebene durchgeführt. Zu diesen Maßnahmen gehören unter anderem die Verbesserung von Wohnraumangebot und Infrastruktur, Bildung und Sensibilisierung der am stärksten gefährdeten Bevölkerungsgruppen, die

Einführung von Frühwarnsystemen, die Stärkung des lokalen Notfall- und Gesundheitswesens sowie die allgemeine Verbesserung der Anpassungsfähigkeit der Gemeinschaften und lokalen Institutionen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 6.2.2).

**6.2** Nachhaltige Maßnahmen zur Sicherung der Wasserversorgung erfordern integrierte Ansätze, die wassersparende Technologien wie neue Ge-

räte für die Bewässerung in Landwirtschaft und Privathaushalten umfassen, oft ergänzt durch verbesserte Wassereffizienz, mehrstufige Speichersysteme, Nutzung unkonventioneller Wasserquellen aus der Nachnutzung von Abwässern oder Meerwasserentsalzung. Einige dieser Maßnahmen können Umweltauswirkungen aufgrund von Bodenverschmutzung, Energiebedarf oder Schädigung von Küstenökosystemen verursachen (*hohes Vertrauen*) (Abschnitt 6.3.3).

**6.3** Nachhaltige Konzepte werden sich zugunsten der Anpassung der Landwirtschaft im Mittelmeerraum an die Wasserknappheit auswirken. Etliche Studien über den Verzicht auf Bodenbearbeitung und Agroforstwirtschaft im Mittelmeerraum zeigen, dass diese Praktiken positive Auswirkungen auf die Böden haben können, indem sie mehr Wasser speichern und somit insbesondere in Jahren mit Wasserknappheit zu höheren Erträgen führen (Abschnitt 6.4.3). Diese Strategien nutzen auch dem Klimaschutz, da konservierende Landwirtschaft weniger Treibhausgase freisetzt und die Kohlenstoffbindung und -speicherung im Boden verbessert (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 6.4.2).

**6.4** Die zu erwartenden Veränderungen der Feuerregime können erhebliche Auswirkungen auf natürliche und gesellschaftliche Systeme haben. Diese Auswirkungen können durch einige der derzeitigen Brandbekämpfungsmaßnahmen wie beispielsweise kontrollierte Brände auf großen Flächen noch verschärft werden (Abschnitt 6.5.3). Zur Verringerung von Risiken und Vulnerabilitäten sowie zur Erhöhung der natürlichen und gesellschaftlichen Resilienz sind transformative Änderungen der Brandbekämpfungspraktiken in den Mittelmeerländern erforderlich, darunter beispielsweise die Entwicklung sozioökonomisch nachhaltiger Aktivitäten, die ein geringes Gesamtrisiko der Landschaft gewährleisten (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 6.5.4).

**6.5** Landdegradationsneutralität ist ein Rahmenkonzept, um den Verlust von Land aufgrund nicht nachhaltiger Bewirtschaftung und Landnutzungsänderungen aufzuhalten. Das Ziel besteht darin, die Landressourcen so zu erhalten, dass sie weiterhin Ökosystemdienstleistungen erbringen können, und gleichzeitig die Resilienz der vom Land abhängigen Gemeinschaften zu verbessern. Dieses Konzept, das von den UNCCD-Vertragsparteien gebilligt wurde und den Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDG, Sustainable Development Goals) entspricht, wird gerade erstmals angewandt, könnte aber auf weitere Mittelmeergebiete

ausgedehnt werden (*geringes Vertrauen*) (Abschnitt 6.6.4).

**6.6** Wechselwirkungen zwischen einzelnen Gefahren können zu aufeinanderfolgenden und kombinierten Ereignissen führen, die zu einer nichtlinearen Zunahme des Ausmaßes einzelner Ereignisse führen können und somit die Resilienz der in Überschwemmungsgebieten lebenden Bevölkerung infrage stellen. Zu den bewährten Praktiken im Hochwassermanagement gehören die Entwicklung spezieller Frühwarnsysteme, der Bau von Rückhaltedämmen, die Verbesserung der Entwässerungssysteme in Städten, Notfallmanagementpläne zusätzlich zur Stadtplanung zur Steigerung der Resilienz und Schaffung strategischer Rückzugsräume sowie naturbasierte Lösungen wie beispielsweise Wiederaufforstung in flussaufwärts gelegenen Gebieten, Wiederherstellung von Überschwemmungsgebieten und Schutz vor Ufererosion sowie angemessene landwirtschaftliche Praktiken zur Wasserrückhaltung (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 6.8.2).

**6.7** Der Anstieg des Meeresspiegels wird entlang der gesamten Mittelmeerküste zu einer Zunahme der Überschwemmungs- und Erosionsgefahr führen. Eine proaktive Anpassung an diese Gefahren ist für die Aufrechterhaltung der Funktionen der Küstengebiete unerlässlich. Die Praktiken zur Anpassung an den Klimawandel lassen sich in die folgenden größeren Kategorien einteilen: Schutz, Anpassung, Vorrücken und Rückzug. Naturbasierte Schutzlösungen, d. h. die Ertüchtigung von Stränden und Ufern sowie die Wiederherstellung von Dünen oder Feuchtgebieten, werden immer häufiger als Alternative zu harten Strukturen eingesetzt. Die Zahl der Todesopfer durch Überschwemmungen geht in dem Maß zurück, in dem die Gesellschaft lernt, mit den Gefahren von Überflutungen zu leben (*mittleres Vertrauen*) (Abschnitt 6.9.2).

**6.8** Tourismus und Erholung, Gewinnung roter Korallen und Fischerei (sowohl Fang- als auch Aquakulturproduktion) sind die am stärksten von der Versauerung des Meeres betroffenen Sektoren (Abschnitt 6.11.1). Rekrutierung und Samenproduktion stellen mögliche Engpässe für die künftige Aquakultur von Schalentieren dar, deren frühe Lebensstadien durch Versauerung und Erwärmung gefährdet sind (Abschnitt 6.11.1). Beispielsweise können Seegräser „Zufluchtsorte“ vor der Versauerung der Ozeane für kalkbildende Organismen sein, da ihre photosynthetische Aktivität den pH-Wert über die Schwellenwerte für die Auswirkungen auf die Kalkbildung anheben

und/oder die Zeit, während derer bestimmte kritische pH-Schwellenwerte unterschritten werden, begrenzen kann (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 6.11.4*).

**6.9** Auch wenn das Ausmaß der Einschleppung nichteinheimischer Arten in den nördlichen Ländern in den kommenden Jahrzehnten voraussichtlich hoch bleiben wird, wird ihre Präsenz in den südlichen und östlichen Ländern, in denen die Biodiversität zwar hoch ist, die Kapazitäten für das Nebeneinander mit nichteinheimischen Arten aber gering sind, vermutlich deutlich zunehmen. An solchen Orten können nichteinheimische Arten, wenn sie nicht kontrolliert werden, die Lebensgrundlage der Menschen bedrohen (*Abschnitt 6.12.1*). Zwar können sich nur wenige nichteinheimische Arten an ihren neuen Standorten etablieren und an Bedeutung gewinnen, aber wenn es ihnen gelingt, können sie Kosten in Milliardenhöhe verursachen (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 6.12.2*).

**6.10** Nur wenige Städte im Mittelmeerraum verfügen über lokale Klimapläne, die sowohl Milderungs- als auch Anpassungsmaßnahmen gemeinsam berücksichtigen. Es besteht ein dringender Bedarf an mehr und stärker integrierten lokalen Klimaplänen. Insbesondere Städte müssen resilienter gegenüber Umweltveränderungen werden, da die dortigen Auswirkungen aufgrund der Konzentration von Bevölkerung und Industrieanlagen in Verbindung mit die Gefahren noch verstärkenden Bedingungen (beispielsweise erhöhter Abfluss durch Bodenversiegelung, städtischer Wärmeinseleffekt) unverhältnismäßig stark sein werden. Dies erfordert Wissensaustausch und die Förderung ehrgeiziger Maßnahmen zur Bewältigung des Klima- und Umweltwandels sowie neuer Stadtentwicklungskonzepte (*mittleres Vertrauen*) (*Abschnitt 6.13*).

Diese Veröffentlichung beruht auf den Beiträgen von 190 Autoren, deren Namen im Gesamtbericht aufgeführt sind.

**Herausgeber:** Wolfgang Cramer, Joël Guiot, Katarzyna Marini.

**Herausgeberkomitee:** Semia Cherif (*Tunesien*), Wolfgang Cramer (*Frankreich*), Carlo Giupponi (*Italien*), Joël Guiot (*Frankreich*), Manfred Lange (*Zypern/Deutschland*), Piero Lionello (*Italien*), Katarzyna Marini (*Frankreich*), Maria Snoussi (*Marokko*), Andrea Toreti (*Italien*), Elena Xoplaki (*Griechenland/Deutschland*)

Nachdruck unter Angabe der Quelle ist erlaubt. Diese Veröffentlichung ist online verfügbar unter <https://www.medecc.org/first-mediterranean-assessment-report-mar1/> mit autorisierter Verwendung, Verbreitung und Nachdruck in jeder medialen Form für nicht-kommerzielle Zwecke, unter der Voraussetzung dass die Quelle in geeigneter Form ersichtlich ist. Diese Veröffentlichung kann Inhalte aus anderen Quellen enthalten die lizenziert wurden – die Erlaubnis für die Reproduktion dieser Inhalte muss von den ursprünglichen Lizenzgebern bezogen werden.

**Umschlagdesign und -layout:** Pandaroo (Péronnas, Frankreich)

**Graphikdesign und -layout:** Zen design studio (Marseille, Frankreich)

**Übersetzung aus dem Englischen ins Deutsche:** Dalton-Stein & Wittgrebe (Berlin, Deutschland) unter der Koordination von Dagmar Kronsbein (Public Relations/Language Services, ICWRGC, Deutschland). Lektorat: Wolfgang Cramer (Frankreich).

Das UNEP/MAP – Barcelona Convention Secretariat, durch sein Plan Bleu Regional Activity Center, und das Secretariat of the Union for the Mediterranean unterstützen gemeinsam MedECC. Das MedECC Secretariat wird unterstützt und finanziert durch UfM, mit Hilfe einer Finanzierung durch die Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA), in den Räumen von Plan Bleu in Marseille, Frankreich.

Unterstützende Institutionen:



Union for the Mediterranean  
Union pour la Méditerranée  
الإتحاد من أجل المتوسط



Mediterranean  
Action Plan  
Barcelona  
Convention



Mit finanzieller Unterstützung von:



Die Inhalte und Bewertungen in diesem Dokument stehen unter der Verantwortung der Autoren, sie können nicht in irgendeinem Zusammenhang als offizielle Position der unterstützenden Organisationen betrachtet werden. Weder die unterstützenden Organisationen noch irgendwelche Personen die in ihrem Auftrag handeln, tragen Verantwortung die eventuelle Nutzung der enthaltenen Informationen.

Die unterstützenden Organisationen garantieren nicht die Korrektheit der in diesem Dokument enthaltenen Informationen und sie tragen keine Verantwortung für deren Nutzung. Der Bezug auf jegliche Produkte, Spezifikationen, Prozesse oder Dienstleistungen unter Produktnamen, Markennamen oder Herstellerbezeichnungen beinhaltet oder impliziert keine Bestätigung, Empfehlung oder Bevorzugung durch die unterstützenden Organisationen.



[www.medecc.org/first-mediterranean-assessment-report-mar1/](http://www.medecc.org/first-mediterranean-assessment-report-mar1/)  
[marini@medecc.org](mailto:marini@medecc.org)

**MedECC**  
Mediterranean Experts on Climate  
and environmental Change



Union for the Mediterranean  
Union pour la Méditerranée  
الاتحاد من أجل المتوسط

**UN**  
environment  
programme



Mediterranean  
Action Plan  
Barcelona  
Convention



ISBN: 978-2-493662-01-9  
DOI: [10.5281/zenodo.7081907](https://doi.org/10.5281/zenodo.7081907)