

# Klimawandel als Risikoverstärker in komplexen Systemen

*Jürgen Scheffran*

- 28.1 Das komplexe Zusammenspiel von Mensch und Umwelt – 288
- 28.2 Wie verwundbar sind Infrastrukturen,  
Versorgungsnetze und Wirtschaft? – 290
- 28.3 Umbrüche in Klima, Gesellschaft und Politik – 290
- 28.4 Migration aus Umweltgründen – 291
- 28.5 Konfliktpotenziale des Klimawandels – 292
- 28.6 Kurz gesagt – 293
- Literatur – 293

Es ist viel darüber bekannt, wie sich der Klimawandel auf verschiedene Komponenten des Erdsystems auswirkt. Wie die einzelnen Teilsysteme zusammenspielen, ist aber noch wenig verstanden. Gibt es Änderungen in einem System, kann sich dies direkt oder indirekt auch auf andere Systeme auswirken. So können sich örtliche Ereignisse durch komplexe Wirkungsketten und Rückkopplungen über verschiedene räumliche und zeitliche Skalen ausbreiten. Daher wird der Klimawandel auch als „Risikoverstärker“ und „Bedrohungsmultiplikator“ bezeichnet (EU 2008; WBGU 2007). Im Folgenden werden einige Aspekte dieser Risikoverstärkung beleuchtet.

Zunächst braucht es dafür grundsätzliche Überlegungen, wie kompliziert und wie stabil das Zusammenspiel von Mensch und Umwelt ist. Die komplexen Zusammenhänge in hoch vernetzten Systemen zeigen sich an verschiedenen Risikofeldern in Brennpunkten des Klimawandels. Hierzu gehören Wirtschafts- und Finanzkrisen, verwundbare Infrastrukturen und Netzwerke, Destabilisierung sozialer und politischer Strukturen, Migration und Flucht betroffener Menschen sowie Sicherheitsrisiken und Gewaltkonflikte. Beim Arabischen Frühling etwa wird deutlich, dass solche Prozesse auch primäre und sekundäre Konsequenzen für Deutschland haben, die über globale und regionale Mechanismen wirksam werden.

Das Ziel der globalen Klimapolitik ist, die in der Klimarahmenkonvention (UN 1992) vereinbarte Stabilisierung des Klimasystems auf einem nicht gefährlichen Niveau zu erreichen. Dazu braucht es ein besseres wissenschaftliches Verständnis der zugrunde liegenden komplexen Wechselwirkungen, um eine vorausschauende, auf Anpassung ausgerichtete Politik zu ermöglichen, die riskante Pfade vermeidet und eine Stabilisierung ermöglicht.

## 28.1 Das komplexe Zusammenspiel von Mensch und Umwelt

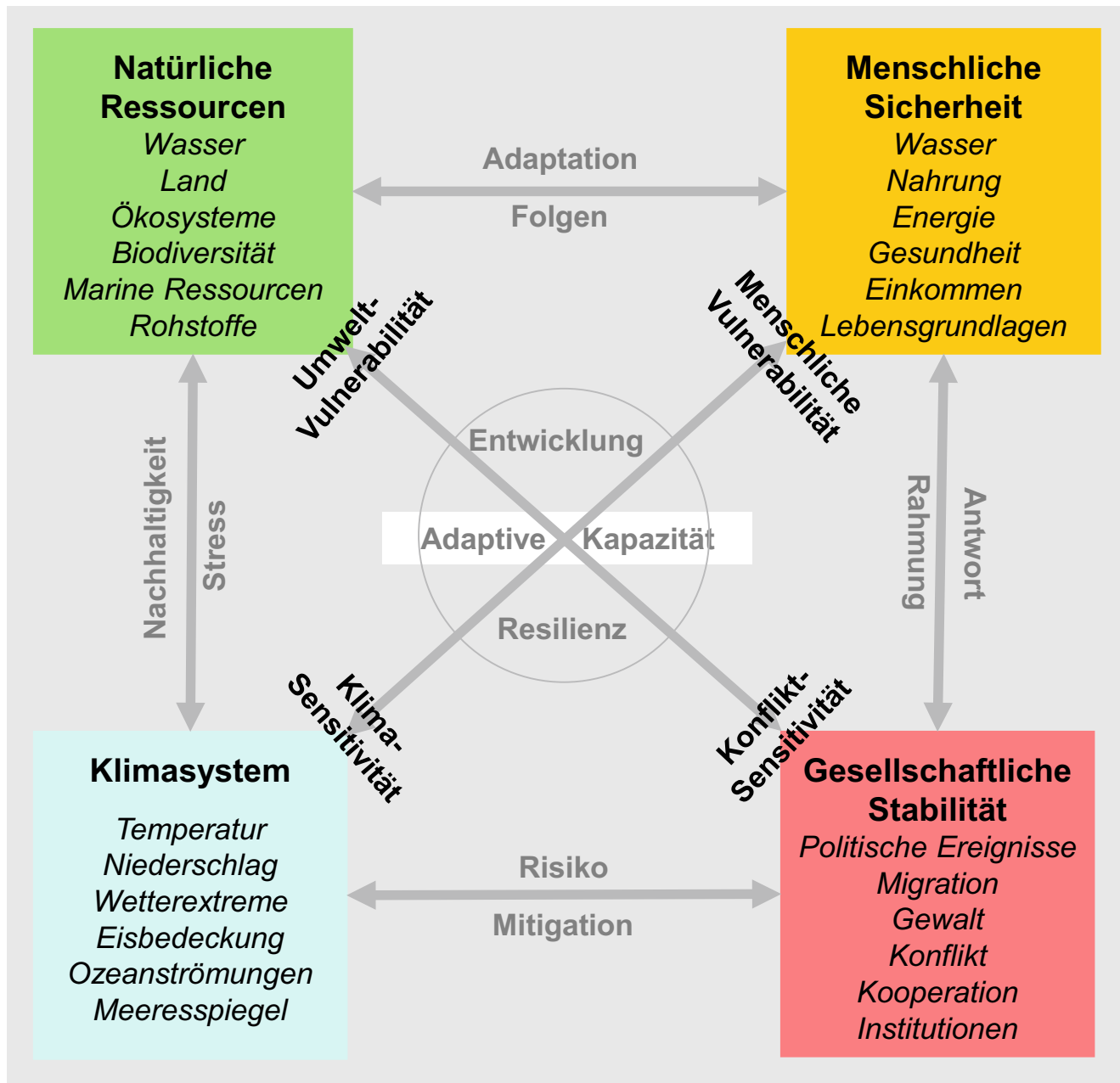
Ein System ist stabil, wenn Störungen so gedämpft werden, dass ihre Dynamik innerhalb bestimmter Grenzen bleibt und wesentliche Systemmerkmale erhalten bleiben. Gerät das System aber ins Wanken, gibt es Umbrüche, Phasenübergänge und grundlegende Austauschprozesse in der inneren Ordnung. Beispiele sind der Zusammenbruch von Systemen, die Übergänge zwischen Krieg und Frieden oder der Wandel von der Ausbeutung zur nachhaltigen Nutzung von Ressourcen. Bei der sogenannten Viabilität geht es dabei darum, dass ein System mithilfe von Regulierungs- und Steuerungsmechanismen kritische Toleranzgrenzen nicht überschreitet (Aubin und Saint-Pierre 2007). Ein resilientes System dagegen ist fähig, sich nach einer äußeren Schockeinwirkung wieder herzustellen oder entsprechend zu wandeln. Dabei ist ein Wandel, der eine gezielte Anpassung an veränderte Bedingungen und innovatives Lernen ermöglicht, auf Dauer stabiler und robuster als eine Konservierung hochgradig empfindlicher und ausgrenzender Strukturen. Für die Bewahrung der Viabilität ist es wichtig, Ereignisketten, welche die Existenz eines Systems gefährden, möglichst früh zu erkennen und zu vermeiden. Bei der Abschätzung von Klimafolgen wurde ein solcher Versuch mit dem Leitplankenkonzept und

dem *tolerable-windows approach* unternommen (Petschel-Held et al. 1999; ► Kap. 30).

In diesem Zusammenhang ist die Komplexität eines Systems zu berücksichtigen. Sie drückt aus, wie schwierig es ist, das System zu verstehen, zu beschreiben oder durch Modelle zu repräsentieren. Das Wechselspiel zwischen der Komplexität und der Stabilität dynamischer Systeme hat seit den 1970er-Jahren die Ökosystemforschung geprägt (Scheffran 1983). Eine der Fragen dabei ist, unter welchen Bedingungen Mikroereignisse zu qualitativen Veränderungen auf der Makroebene führen und ob es Schwellen- und Kippunkte gibt, bei deren Überschreiten Kettenreaktionen und Risikokaskaden ausgelöst werden, die sich in Raum und Zeit ausbreiten und einen Systemwechsel zur Folge haben. Beispiele sind Börsencrashes, Revolutionen, Massenfluchten oder Gewaltkonflikte (Kominek und Scheffran 2012). An der kritischen Schwelle zur Instabilität können bereits geringe Änderungen eine Rolle spielen, symbolisiert durch den aus der Chaostheorie bekannten Schmetterlingseffekt, wonach der Flügelschlag eines Schmetterlings einen Sturm auslösen könne. Dagegen sind Systeme im Kernbereich der Stabilität gegenüber Störungen weitgehend robust (Held und Schellnhuber 2004). Die Grenzbereiche zwischen Stabilität und Instabilität zu erkennen ist sehr bedeutend, um die Folgen des Klimawandels abzuschätzen.

Klimatische Extremereignisse, die durch nichtlineare Dynamiken, Phasenübergänge oder kritische Schwellenwerte beschreibbar sind, bergen die Möglichkeit von Risikokaskaden in komplexen Kausalketten (Bunde et al. 2002). Für die Zukunft sind als Folge des Klimawandels mehr und noch extremere Wetterlagen wahrscheinlich (IPCC 2012). Dürren, Sturm- und Flutkatastrophen, Waldbrände oder Hitzewellen bedrohen Gesundheit und Leben der jeweils betroffenen Menschen (Germanwatch 2015). In den letzten Jahren trafen sie sowohl Entwicklungsländer als auch Industrieländer, etwa im Zuge der Indusflut in Pakistan im Jahr 2010, der Dürre in China 2010 und 2011 sowie beim Taifun Haiyan auf den Philippinen 2013 – aber auch während der europäischen Hitzewelle 2003, bei den Elbfluten in Deutschland 2002 und 2013, bei den Wirbelstürmen in den USA 2005 und 2012 sowie den Bränden in Russland 2010. Die Folgen waren teils so verheerend, dass es in den jeweiligen Gebieten nicht möglich war, angemessen zu helfen, sodass gesellschaftliche Systeme außer Kraft gesetzt wurden. Die Hitzewelle 2003 etwa hinterließ in Europa Zehntausende von Todesopfern und mehr als 10 Mrd. Euro Schäden in der Landwirtschaft. So belasten Extremereignisse die Funktionsfähigkeit und Stabilität der davon betroffenen Systeme. Doch ob sie auch zu extremen negativen Auswirkungen in den Gesellschaften führen, wird erst durch deren Vulnerabilität, Resilienz und Viabilität bestimmt, die sich aus dem Zusammenspiel der Faktoren ergeben (► Abb. 28.1).

Neben örtlichen Einzelereignissen können auch Elemente des Klimasystems selbst instabil werden, wenn kritische Kippelemente angestoßen und verstärkende Effekte ausgelöst werden (Lenton et al. 2008). Mögliche Kippelemente sind das Abrutschen des Eisschildes in Grönland und der Westantarktis, die Freisetzung von gefrorenen Treibhausgasen wie Methan, die Abschwächung des Nordatlantikstroms oder die Änderung des asiatischen Monsuns. Diese Phänomene und die damit verbundenen Ereignis-



■ **Abb. 28.1** Wirkungsketten der Wechselwirkung zwischen Klima und Gesellschaft. (Basiert auf Scheffran et al. 2012b)

nisketten können weltweit zu einem dauerhaften Wandel des Erdsystems führen. Änderungen im Klimasystem beeinflussen, wie funktionsfähig Umweltsysteme bzw. natürliche Ressourcen sind – etwa der Boden, die Wälder oder Ozeane. Je nach dem Grad der Verwundbarkeit ist dies ein Risiko für die menschliche Sicherheit (IPCC 2014), etwa indem die Versorgung mit Wasser, Energie, Nahrung und wirtschaftlichen Gütern beeinträchtigt wird. Die Reaktionen von Menschen darauf können gesellschaftliche Destabilisierung und Konflikte auslösen, die sich in einer vernetzten Welt kaskadenartig ausbreiten. Andererseits können auch kooperative und nachhaltige Strategien angestoßen werden, um die Ursachen und Folgen des Klimawandels abzuschwächen, indem Treibhausgasemissionen verringert werden oder eine Anpassung an den Klimawandel ermöglicht wird.

Angesichts der hohen Komplexität können konzeptionelle Modelle und Theorien nicht alle Wechselwirkungen im Erdsystem berücksichtigen (IPCC 2014, S. 777). Mithilfe eines integrativen Rahmens lassen sich allerdings wesentliche Zusammenhänge zwischen den Änderungen im Klimasystem und den Auswirkungen auf natürliche Ressourcen, menschliche Sicherheit und gesellschaftliche Stabilität verdeutlichen (Scheffran et al. 2012b, 2012c; ■ Abb. 28.1). Die Dynamik und Stabilität in den jeweiligen Teilsystemen ist durch vielfältige Prozesse verbunden, wobei die Wahrscheinlichkeiten komplexer Wirkungsketten durch gegenseitige Sensitivitäten und Verwundbarkeiten bestimmt werden. Qualitative Analysen erlauben es, wichtige Krisenmuster zu klassifizieren (Eisenack et al. 2007).

## 28.2 Wie verwundbar sind Infrastrukturen, Versorgungsnetze und Wirtschaft?

Der Klimawandel kann die Funktionsfähigkeit der für Wirtschaft und Gesellschaft kritischen und oftmals verwundbaren Infrastrukturen und Versorgungsnetze beeinträchtigen (IPCC 2014, S. 775). Betroffene Systeme sind z. B. die Versorgung mit Wasser, Nahrung, Energie, Gütern und Dienstleistungen, die Bereitstellung von Kommunikation, Gesundheit, Transport und Sicherheit sowie menschliche Siedlungen und politische Einrichtungen. Dabei ist nicht nur bedeutend, dass Teilsysteme versagen. Vielmehr können sich Störungen einzelner Systemkomponenten über Kopplungen ausbreiten und das gesamte System ins Wanken bringen. Dies gilt in anderem Maße für Entwicklungsländer, die unmittelbar von Ökosystemdienstleistungen und Landwirtschaft abhängen, als für Industrieländer mit hoch vernetzten technischen Systemen, die weiter entwickelte Schutz- und Reaktionsmöglichkeiten haben. Dabei ist es wichtig, die Grenzen der Belastbarkeit sowie kritische Knotenpunkte und -verbindungen von Versorgungsnetzen zu identifizieren und zu verstehen, ob örtliche Ausfälle von Teilen der Infrastruktur die Versorgung insgesamt zusammenbrechen lassen können.

Da praktisch alle Versorgungssysteme davon abhängen, dass das Stromnetz reibungslos arbeitet, ist die gesamte Gesellschaft betroffen, wenn dieses Netz ausfällt. Zwar beeinträchtigen Wetterextreme wie starke Stürme und Niederschläge das nationale Stromnetz meist nur für eine gewisse Zeit und örtlich begrenzt. Allerdings gab es auch Fälle, in denen geringfügige Ereignisse zu einem großflächigen Stromausfall führten. Nach heftigen Schneefällen in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen im November 2005 etwa fiel der Strom aus – einer der größten Ausfälle in der deutschen Geschichte: Rund 250.000 Menschen waren mehrere Tage ohne Strom, und es entstand ein wirtschaftlicher Schaden von etwa 100 Mio. Euro. Auch der Schneesturm in Nordamerika zum Jahreswechsel 2013/2014 bewirkte Stromausfälle für Hunderttausende von Menschen und traf Teile des Kommunikations- und Verkehrssystems.

Wird ein Versorgungssystem für eine Ressource getroffen, wirkt sich das oft auf andere Ressourcen aus. So beeinflusst der Klimawandel auf vielerlei Weise das Gefüge aus Wasser, Energie und Nahrung (Beisheim 2013). Ein Beispiel ist der Anbau von Pflanzen für die Produktion von Lebensmitteln oder Bioenergie. Wird die Landwirtschaft von den Folgen des Klimawandels getroffen, etwa durch verringerte Wasserverfügbarkeit, durch Bodendegradation, Starkregen oder Stürme, so beeinträchtigt dies die Produktion von Lebensmitteln und von Energie, was zum Anstieg der Preise führen kann. Das macht es attraktiver, die landwirtschaftliche Produktion auszuweiten – bei mehr Einsatz von Produktionsfaktoren wie Wasser, Energie, Pflanzenschutz- und Düngemitteln, was wiederum höhere Umweltbelastungen und mehr Nachfrage nach Landflächen zur Folge hat (Beisheim 2013).

Dem Klimawandel ausgesetzt sind auch Vermögenswerte und wirtschaftliche Prozesse wie die weltweiten Güter-, Handels- und Finanzmärkte, die für die Exportnation Deutschland wesentlich sind und die Klimawirkung von einzelnen Sektoren in weitere Teile der Gesellschaft transportieren können. Finanzgeschäfte

und Preisinformationen repräsentieren virtuelle Mechanismen, die Ereignisse in kürzester Zeit weltweit miteinander verknüpfen. Klimabedingte Produktionsausfälle, Insolvenzen von Unternehmen oder Einbrüche an der Börse könnten sich über globale Netze und Märkte ausbreiten und weltweite Folgeschäden in der Versorgung und durch Preissteigerungen auslösen. Angesichts vieler Verbindungen zwischen Klimawandel und Finanzmärkten lassen sich Risikokaskaden analysieren und klassifizieren (Haas 2010; Onischka 2009).

Extremereignisse in einem Land können Produktionseinbrüche nach sich ziehen, die sich über globale Lieferketten ausbreiten (Levermann 2014). So trafen Überschwemmungen in Australien 2010 und 2011 die Kohleindustrie und brachten steigende Stahlpreise und Versorgungsengpässe in der Stahlindustrie mit sich. Dies war auch in Deutschland zu spüren, mit Auswirkungen auf Autoindustrie, Maschinenbau und andere Branchen. Das Hochwasser in Thailand 2011 führte zu Engpässen in der internationalen Elektronik- und Computerindustrie, zu hohen Preisen für Festplatten in Deutschland und zu Lieferengpässen in der Autoindustrie. Dies kann auch Lebensmittel betreffen, wie die mehrere Wochen dauernde und mit Bränden verbundene Hitzeperiode in Russland und Zentralasien im Sommer 2010 gezeigt hat, die zu Exporteinschränkungen für Weizen führte. Die Dürren in den USA 2011 und 2012 sowie in China 2010 und 2011 zogen steigende Lebensmittelpreise nach sich (Sternberg 2013).

## 28.3 Umbrüche in Klima, Gesellschaft und Politik

In Gebieten, die gegenüber Klimastressoren besonders verwundbar sind und nur ein geringes Anpassungspotenzial haben, drohen unterschiedlichste Risiken. Hierzu gehören katastrophale Extremereignisse wie Dürren, Stürme oder Überschwemmungen, aber auch die schleichende Zerstörung natürlicher Ressourcen, die für die Bedürfnisbefriedigung und Existenz von Menschen elementar sind wie Wasser, Nahrung, Wälder oder Biodiversität (Hare et al. 2011). Viele Gefahren für die menschliche Sicherheit werden nicht allein oder primär durch den Klimawandel verursacht. Vielmehr sind komplexe Problemkonstellationen in den betroffenen Gebieten dafür verantwortlich: die Zerstörung von Ökosystemen, große Armut, politische Instabilität, die Übernutzung von Land oder auch das Fehlen von Frühwarnung und Katastrophenschutz (WBGU 2007). Besonders anfällig gegenüber Klimastress sind Küstenzonen und Flussgebiete, heiße und trockene Gebiete sowie Regionen, deren Wirtschaft von klimasensiblen Ressourcen und der Landwirtschaft abhängt.

Oft beschränken sich die primären Folgen auf die Regionen, in denen die klimatischen Stressoren wirken. Ebenso häufig ergeben sich jedoch wichtige indirekte Wirkungen, sekundäre Folgen und politische Maßnahmen, die räumlich über betroffene Gebiete hinausreichen und in entfernten Regionen Veränderungen auslösen, wie das Beispiel der Lebensmittelpreise zeigt. Einige Reaktionen können die Lage verschärfen, etwa wenn Menschen in Not den Raubbau von Ressourcen forcieren, in andere Risikozonen abwandern oder Gewalt gegen Konkurrenten anwenden, um das eigene Überleben zu sichern. In Ländern wie Deutsch-

land werden dagegen Maßnahmen für die humanitäre Hilfe und den Katastrophenschutz ergriffen.

Da physische, wirtschaftliche und geopolitische Risiken miteinander verknüpft sind, können Auswirkungen klimabedingter Ereignisse in einer global vernetzten Welt direkt oder indirekt die soziale und politische Stabilität in den betroffenen Regionen untergraben und globale Folgen auslösen. Dank rasanter Entwicklungen in der Computertechnologie, bei Kommunikations- und Transportsystemen sind Menschen weltweit vernetzt und in der Lage, kollektiv auf örtliche Veränderungen zu reagieren. Besonders kritisch ist die Lage in fragilen und schwachen Staaten mit sozialer Fragmentierung und unzureichenden Verwaltungs- und Managementkapazitäten, die die Kernfunktionen der Regierung nicht garantieren können. Dazu zählen Recht und öffentliche Ordnung, das staatliche Gewaltmonopol, Wohlfahrt, Partizipation sowie öffentliche Dienstleistungen wie Infrastruktur, Gesundheit und Bildung (WBGU 2007). Zwar werden *failed states* dann oft mit Gewalt zusammengehalten. Dennoch tragen diese Entwicklungen dazu bei, dass die soziale und politische Stabilität brüchig wird, was die Problemlösungs- und Anpassungsfähigkeit von Gesellschaften am Ende doch überfordert. Verschiedene Prozesse solcher Destabilisierung können sich in Brennpunkten verstärken und auf Nachbarregionen ausstrahlen.

Besonders dort, wo menschliche Sicherheit oder soziale Stabilität bereits untergraben sind oder staatliche Einrichtungen womöglich zusätzliche Vulnerabilitäten hervorrufen, sind Gesellschaften gegenüber Klimateinwirkungen besonders wenig resilient und anpassungsfähig. Wer bereits am Rand des Existenzminimums lebt, verkraftet weitere Belastungen kaum noch. Insbesondere Dürren haben aufgrund ihres großen räumlichen und zeitlichen Umfangs direkte und anhaltende Auswirkungen auf die weltweiten Lebensmittelmärkte. Werden Grundnahrungsmittel knapp und teurer, kann dies für arme gesellschaftliche Schichten existenzbedrohend sein und gesellschaftliche Umwälzungen und Konflikte auslösen. So wird die Dürre in China 2010 und 2011, die einen Marktdruck auf den internationalen Weizenpreis ausübte und die Verfügbarkeit von Lebensmitteln weltweit beeinflusste, als ein Auslöser für den Arabischen Frühling angesehen (Werrell und Femia 2013). Dies fiel zusammen mit einem hohen Erdölpreis, dem Ausbau von Bioenergie sowie Spekulationen auf den globalisierten Lebensmittelmärkten, weswegen die Lebensmittelpreise weltweit ebenfalls anzogen. Die Folgen trafen besonders den MENA-Raum, in dem die neun größten Importländer von Lebensmitteln liegen, von denen sieben politische Proteste erlebten (ebd.). Der entstandene Flächenbrand in der Region wurde durch elektronische Medien und soziale Netzwerke noch beschleunigt und vervielfacht (Kominek und Scheffran 2012). Die politischen Umbrüche haben bis heute Auswirkungen auf die Stabilität des gesamten Mittelmeerraums (offenkundig in Syrien) und durch Migrationsbewegungen, Terrorismus und wirtschaftliche Verflechtungen auch auf Deutschland.

Diese Kette von Ereignissen zeigt, wie in der global vernetzten Welt Naturgefahren, vermittelt über wirtschaftliche, soziale und politische Prozesse, die internationalen Beziehungen beeinflussen können (■ Abb. 28.1). Im „komplexen Muster überlappender Stressoren“ (Werz und Hoffman 2013) ist der Klima-

wandel zwar nicht die Hauptursache der Umbrüche. Aber er ist ein weiterer Stressor, der zusammen mit anderen Risiken für die menschliche Sicherheit dazu führt, dass die Schwelle zur sozialen und politischen Destabilisierung überschritten wird. Solche Muster der Instabilität bringen allerdings nicht nur negative Folgen mit sich. Sie eröffnen auch die Möglichkeit für Lernprozesse und gesellschaftliche Innovationen, im Sinne einer transformativen Resilienz, die ein System vorausschauend (antizipativ) auf zukünftige Risiken einstellt (Hodgson 2010).

## 28.4 Migration aus Umweltgründen

Der Sonderbericht des Weltklimarats (IPCC) von 2012 legt dar, dass sich Klimaextreme künftig stärker auf die Migration auswirken werden. Einem Positionspapier der EU-Kommission zufolge müsse Europa auf einen „wesentlich erhöhten Migrationsdruck gefasst sein“ (EU 2008). Denn in Regionen, wo Armut, Gewalt, Ungerechtigkeit und soziale Unsicherheit herrschen, könne der klimabedingte Stress den Abwanderungsdruck erhöhen. Damit verbundene Fernwirkungen betreffen die EU wie auch Deutschland. Die Internationale Organisation für Migration (IOM) nennt als Gründe für Umweltmigration „plötzliche oder fortschreitende Umweltveränderungen, die [das] Leben oder [die] Lebensbedingungen so beeinträchtigen, dass [Menschen] gezwungen sind oder sich dafür entscheiden, ihre Heimat vorübergehend oder permanent zu verlassen“ (IOM 2008). Im engeren Sinne als „Klimaflüchtlinge“ bezeichnen Biermann und Boas (2008) Menschen, die ihren Lebensraum infolge von Meeresspiegelanstieg, Dürren und Wassermangel verlassen. Demgegenüber spricht sich das UN-Flüchtlingskommissariat (UNHCR) gegen die Begriffe „Klimaflüchtling“ und „Umweltflüchtling“ aus (UNHCR 2011), da sie ungenau seien und der Flüchtlingsbegriff auf politische Verfolgung und Bedrohung beschränkt ist.

Die Schätzungen in der Fachliteratur über die Zahlen zukünftiger Klimamigranten sind mit großen Unsicherheiten behaftet und gehen weit auseinander: Sie reichen von 50 Mio. bis zu 1 Mrd. Menschen (Jakobeit und Methmann 2012; Black et al. 2011). Da es viele mögliche Gründe für Migration und Flucht gibt und die Zusammenhänge hochgradig komplex sind, ist schwer zu bestimmen, welchen Einfluss Klimawandel darauf hat. Zum Beispiel können Umweltveränderungen Migration nicht nur befördern, sondern auch erschweren, indem sie die Armut der Landbevölkerung vergrößern und die Möglichkeiten zur Abwanderung einschränken (*trapped populations*, Black et al. 2011). Umweltbelastungen und Verwundbarkeiten können zunehmen, wenn Menschen in ökologisch fragile und von Konflikten betroffene Regionen abwandern – etwa in Küstenstädte, die wiederum von Stürmen oder Meeresspiegelanstieg betroffen sind. Eine Rolle spielt hierbei die Konkurrenz um knappe Ressourcen wie Acker- und Weideland, Wohnraum, Wasser, Arbeitsplätze und soziale Dienstleistungen (Gemenne et al. 2013).

Auch Industrieländer werden nicht von Umweltmigration verschont, wie der Hurrikan Katrina 2005 in den USA gezeigt hat. Von Überflutung gefährdete Risikozonen an Küsten oder Flussläufen können auch in Deutschland unbewohnbar werden und zur Abwanderung führen. Während dies hierzulande vorerst

kein Thema ist, führt die Debatte über die Zuwanderung von Flüchtlingen aus Krisengebieten zu innergesellschaftlichen Auseinandersetzungen. Viele der Zuwanderer in die EU stammen aus der MENA-Region und der Sahelzone. Neben destabilisierenden Fernwirkungen sind beide Regionen direkt vom Klimawandel betroffen, was den Migrationsdruck erhöht (BW 2012). Dies macht sich überall in Europa bemerkbar und beeinflusst – nicht zuletzt durch Medienberichte über Flüchtlingsströme – eine auf Abwehr ausgerichtete europäische Politik. Zum einen wird die Rolle von Migration als Auslöser von Sicherheitsproblemen, politischen Instabilitäten und Konflikten debattiert (Reuveny 2007). Zum anderen geht es auch darum, durch geeignete Anpassungs- und Resilienzstrategien, durch Migrationsnetzwerke sowie internationale Zusammenarbeit (Black et al. 2011; Scheffran et al. 2012a) konstruktive Entwicklungspotenziale von Migration zu stärken, neue Lebensgrundlagen für Migranten zu eröffnen und Konfliktpotenziale abzumildern.

### 28.5 Konfliktpotenziale des Klimawandels

Wie sehr Veränderungen der Umwelt und die Nutzung von Ressourcen zu Gewaltkonflikten beitragen, wird seit mehr als zwei Jahrzehnten wissenschaftlich kontrovers debattiert: Einige Studien legen dar, dass Naturkatastrophen und Ressourcenknappheit gesellschaftliche Systeme unter Stress setzen, ihre Stabilität gefährden und Gewaltkonflikte wahrscheinlicher machen (Homer-Dixon 1991, 1994). Andere Arbeiten sehen keine klaren, statistisch nachweisbaren Kausalitäten und betonen dagegen die Fähigkeit menschlicher Gesellschaften, Ressourcenprobleme durch Zusammenarbeit und Innovation zu bewältigen (Brauch 2009). Bislang waren die meisten Umweltkonflikte regional eingegrenzt, sie bedrohten die internationale Sicherheit nicht (Carius et al. 2006). Wenn der Klimawandel die Verfügbarkeit grundlegender Ressourcen wie Wasser, Nahrung und Biodiversität einschränkt, können sich allerdings damit verbundene Konflikte verschärfen. Zudem verbrauchen Gewaltkonflikte Ressourcen, was es erschwert, Konflikte zu lösen und das Klimaproblem zu bewältigen.

Die Debatte um Kausalitäten setzt sich bei den Zusammenhängen zwischen Klimawandel und Gewaltkonflikten fort. In dem Klimawandel die natürlichen und gesellschaftlichen Lebensgrundlagen in vielen Regionen der Erde verändert, entstehen mögliche Anlässe für Konflikte und Gewalthandlungen – bis hin zu Kriegen und Bürgerkriegen. Diese können selbst wiederum negative Folgen mit sich bringen wie Hungersnöte, Wirtschaftskrisen, Flucht, Ausbeutung von Ressourcen und die Zerstörung der Umwelt (WBGU 2007). Wenn sich die doppelte Verwundbarkeit gegen Umweltveränderungen und Gewaltkonflikte wechselseitig verstärkt, kann dies zu einer Eskalationsspirale führen, die schwer einzudämmen ist und auf andere Regionen übergreift. Andererseits eröffnen sich auch neue Anreize, die zugrunde liegenden Probleme kooperativ zu lösen.

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel sind verschiedene Konfliktfelder relevant, von internationalen Spannungen bis hin zu innergesellschaftlichen Streitigkeiten. Je schwerwiegender die Folgen der weltweiten Erwärmung sind, umso mehr Anlässe für Gewaltkonflikte gibt es (Scheffran et al. 2012b). Einige Studien

finden für längere historische Zeiträume wesentliche Wechselbeziehungen zwischen der Variabilität des Klimas und Gewaltkonflikten, besonders für die Zeit vom 14. Jahrhundert bis ins 19. Jahrhundert hinein, die sogenannte kleine Eiszeit in Europa (Tol und Wagner 2010). Andere Studien wiederum kommen für jüngere Zeiträume zu gemischten Ergebnissen (Burke et al. 2009; Buhaug 2010), die von regionalen Kontexten und Konstellationen abhängen (Scheffran et al. 2012b). Der Versuch, durch bestimmte Selektionskriterien für Daten und Studien den Zusammenhang von Klimawandel und Gewalt über alle historischen Zeiträume, Weltregionen, Gewaltformen und kausale Mechanismen eindeutig zu belegen (Hsiang et al. 2013), hat die wissenschaftliche Diskussion verschärft (Raleigh et al. 2014).

Der zukünftige Klimawandel wird jedoch über historische Erfahrungen hinausgehen, was Raum für Szenarien und Plausibilitätsbetrachtungen eröffnet. Mögliche Konfliktkonstellationen betreffen die Auswirkungen des Klimawandels auf Niederschläge und Wasserverfügbarkeit, Wetterextreme und Naturkatastrophen, Landnutzung und Ernährungssicherheit, Vegetation und Biodiversität, Migration und Flucht, die alle zu Konfliktfaktoren werden können. Darüber hinaus sind auch die angesprochenen Folgen des Klimawandels für die Infrastruktur konfliktrelevant, ebenso wie Kippeffekte im Klimasystem, die Anpassungspotenziale sprengen und gesellschaftliche und politische Destabilisierung nach sich ziehen. Verstärken sich diese Prozesse gegenseitig, könnte sich dies in sozialen Unruhen, Aufständen, Gewalt, Kriminalität und bewaffneten Konflikten entladen. Besonders anfällig für solche Konflikte sind landwirtschaftlich geprägte Gesellschaften, deren Bevölkerung stark wächst, deren Entwicklungsniveau niedrig ist oder die bereits unter Gewaltkonflikten leiden (Raleigh und Urdal 2007).

Während der IPCC-Bericht von 2007 die mit dem Klimawandel verbundenen Konflikte und Sicherheitsrisiken nicht behandelt hat (Nordås und Gleditsch 2013), widmet sich der fünfte Bericht diesen Aspekten ausführlich (Gleditsch und Nordås 2014). Auch wenn es empirische Belege dafür gibt, dass Klimaänderungen über große raum-zeitliche Skalen und verschiedene Kausalketten das Risiko bewaffneter Konflikte erhöhen können (IPCC 2014, S. 1061), bleiben erhebliche Unsicherheiten. Große Übereinstimmung gibt es, dass das Konfliktrisiko vernachlässigbar ist, wenn andere Risikofaktoren extrem gering sind (IPCC 2014, S. 772).

Neben der möglichen Einbindung Deutschlands in militärische Interventionen in anderen Weltregionen sind auch in Europa mit dem Klimawandel verbundene Konfliktlagen denkbar. Hierzu gehören Spannungen um territoriale Ansprüche und natürliche Ressourcen in der Arktisregion und im Mittelmeerraum. Schmilzt etwa das Polareis ab, berührt dies die strategischen Interessen Europas, Russlands und Nordamerikas. Das Bestreben, ein Elektrizitätsnetz zwischen Europa, Nahost und Afrika auf der Grundlage erneuerbarer Energien zu errichten, eröffnet die Möglichkeit, den von Erdölinteressen geprägten Mittelmeerraum in eine Region kooperativer Sicherheit umzuwandeln – sofern die Nutzung nachhaltig, entwicklungsfördernd, friedlich und gerecht erfolgt (Schinke et al. 2012).

Auch Strategien zur Vermeidung des Klimawandels können bei jeweils anderen Akteuren Schäden, Kosten oder Widerstände

auslösen, was zu gesellschaftlichen Differenzen, wenn auch nicht unbedingt zu gewalttätigen Konflikten, führt. Beispiele aus der deutschen Debatte sind die Auseinandersetzung um den Einsatz der Kernenergie oder die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung als Beitrag zur Vermeidung/Begrenzung von CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie um die Folgen der Bioenergie (Scheffran und Cannaday 2013). Besonders konfliktträchtig erscheinen technische Eingriffe in das Klimasystem (*climate engineering*), um das Treibhausgas CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre zu entfernen oder den Strahlungshaushalt zu beeinflussen. Hier gibt es strittige Fragen zur Machbarkeit und Finanzierung, zu Folgen, Risiken und Verantwortlichkeiten, die weltweite, nationale und örtliche Ebenen auf komplexe Weise verbinden (Brzoska et al. 2012). Gleiches gilt für Differenzen über die Anpassung an den Klimawandel. Bei all dem sind Gerechtigkeitskonflikte relevant, wie Kosten zu verteilen sind oder wo Nutzen und Risiken des Klimawandels liegen, die kooperative Lösungen erschweren können.

Ob also der Klimawandel eher als „Bedrohungsverstärker“ wirkt oder vielmehr kooperative Lösungen fördert, hängt maßgeblich davon ab, wie Gesellschaften auf den Klimawandel reagieren und welche Anpassungskapazitäten und institutionellen Strukturen es gibt, um eine Lösung der Probleme zu unterstützen (■ Abb. 28.1): Zwar würden bei einer globalen Erwärmung von 4° große Deltagebiete im südlichen Asien überflutet und damit die Lebensgrundlage von Bauern zerstört werden. Ob es aber deswegen zu kriegerischen Auseinandersetzungen kommt, hängt u. a. davon ab, was diese Bauern in den nächsten Jahrzehnten anbauen, wie stark die betroffenen Regionen von der Landwirtschaft abhängen und wie weit soziale Sicherungssysteme Konflikte puffern können. All dies hat mit den Perspektiven einer nachhaltigen Systemtransformation zu tun, die die Problemlösungs- und Anpassungsfähigkeiten von Gesellschaften beeinflusst. Insofern ist die zukünftige sozioökonomische Entwicklung eine wichtige Unsicherheitsquelle bei der Betrachtung von Klimawandeleffekten in komplexen Systemen.

## 28.6 Kurz gesagt

Der Klimawandel gilt als Bedrohungsmultiplikator, der die Folgen durch komplexe Wirkungsketten in vernetzten Systemen verstärkt. Dies kann die Funktionsfähigkeit kritischer Infrastrukturen und Versorgungsnetze beeinträchtigen – z. B. das Gefüge aus Wasser, Energie und Nahrung. Über die weltweiten Märkte verbreitet, kann dies zu Produktionsausfällen, steigenden Preisen und Finanzkrisen in anderen Regionen führen, menschliche Sicherheit, soziale Lebensbedingungen und politische Stabilität untergraben, Migration und Konflikte verstärken.

Zu den Konfliktfeldern in Europa zählen Spannungen um territoriale Ansprüche und natürliche Ressourcen in der Arktis und im Mittelmeerraum. Für Deutschland sind auch Umbrüche in entfernten Regionen bedeutsam, etwa wenn Gewaltkonflikte humanitäre Hilfe nötig machen oder Migrationsbewegungen auslösen. Ziel einer vorausschauenden, auf Anpassung ausgerichteten Politik ist es, riskante Pfade früh zu vermeiden und Systeme unter Nutzung von Selbstorganisation zu stabilisieren. Investitionen in institutionelle Reaktionen können viele Gefährdungen

menschlicher Sicherheit abschwächen (IPCC 2014, S. 772). Dabei erlaubt ein integrativer Rahmen der Mensch-Umwelt-Interaktion, Stabilitätsbereiche, Kippeffekte und Risikokaskaden zu analysieren. Dennoch bleiben nicht zuletzt angesichts der Komplexität und der Vernetzung betroffener Systeme große Unsicherheiten hinsichtlich der Folgenkaskaden und Schäden bestehen. Das unterstreicht die Notwendigkeit, auch unter Unsicherheit Entscheidungen zu treffen.

## Literatur

- Aubin J-P, Saint-Pierre P (2007) An introduction to viability theory and management of renewable resources. In: Kropp J, Scheffran J (Hrsg) Decision making and risk management in sustainability science. Nova Science, New York, S 43–80
- Beisheim M (2013) Der „Nexus“ Wasser-Energie-Nahrung – Wie mit vernetzten Versorgungsrisiken umgehen? Stiftung Wissenschaft und Politik Deutsches Institut für Internationale Politik und Sicherheit
- Biermann F, Boas I (2008) Protecting climate refugees: the case for a global protocol. *Environ* 50(6):8–16
- Black R et al (2011) Foresight: migration and global environmental change. Final Project Report Bd. 33. The Government Office for Science, London
- Brauch HG et al (2009) Securitizing global environmental change. In: Brauch HG (Hrsg) Facing global environmental change. Springer, Berlin, Heidelberg, S 65–102
- Brzoska M, Link PM, Maas A, Scheffran J (2012) Geoengineering: an issue for peace and security studies? *Sicherheit & Frieden / Security & Peace. Special Issue* 30(4):185–229
- Buhaug H (2010) Climate not to blame for African civil wars. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)* 107:16477–16482
- Bunde A, Kropp J, Schellnhuber HJ (2002) The science of disasters – climate disruptions, heart attacks, and market crashes. Springer, Berlin, Heidelberg
- Burke MB, Miguel E, Satyanath S, Dykema JA, Lobell DB (2009) Warming increases the risk of civil war in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:20670–20674
- BW (2012) Klimafolgen im Kontext – Implikationen für Sicherheit und Stabilität im Nahen Osten und Nordafrika, Teilstudie 2. Dezernat Zukunftsanalyse des Planungsamtes der Bundeswehr, Strausberg
- Carius A, Tänzler D, Winterstein J (2006) Weltkarte von Umweltkonflikten. Adelphi, Berlin
- Eisenack K, Lüdeke MKB, Petschel-Held G, Scheffran J, Kropp JP (2007) Qualitative modelling techniques to assess patterns of global change. In: Kropp J, Scheffran J (Hrsg) Advanced methods for decision making and risk management in sustainability science. Nova Science, New York, S 99–146
- EU (2008) Rat der Europäischen Union: Klimawandel und Internationale Sicherheit. Brüssel. <http://register.consilium.europa.eu/pdf/de/08/st07/st07249.de08.pdf>
- Gemenne F, Brücker P, Ionesco D (2013) The state of environmental migration 2013. Institute for Sustainable Development and International Relations, International Organization for Migration, Paris
- Germanwatch (2015) Global Climate Risk Index 2016. Germanwatch, Bonn. [www.germanwatch.org/en/crri](http://www.germanwatch.org/en/crri)
- Gleditsch NP, Nordås R (2014) Conflicting messages? The IPCC on conflict and human security. *Polit Geogr* 43:82–90
- Haas A (2010) Klimawandel und Finanzmärkte. *UmweltWirtschaftsForum (uwf)* 18(1):3–9
- Hare WL, Cramer W, Schaeffer M, Battaglini A, Jaeger CC (2011) Climate hotspots: key vulnerable regions, climate change and limits to warming. *Reg Environ Chang* 11(1):1–13
- Held H, Schellnhuber HJ (2004) Evolution of perturbations in complex systems. Steffen W et al (2004) Global change and the earth system. Springer, Berlin, Heidelberg, S 145–147
- Hodgson A (2010) Transformative resilience: a response to the adaptive imperative. Aberdeen, Scotland. <http://www.decisionintegrity.co.uk/DIL%20Transformative%20Resilience%20-%20Hodgson.pdf>

- Homer-Dixon TF (1991) On the threshold: environmental changes as causes of acute conflict. *International Security* 16(2):76–116
- Homer-Dixon TF (1994) Environmental scarcities and violent conflict: evidence from cases. *Int Sec* 19(1):5–40
- Hsiang SM, Burke M, Miguel E (2013) Quantifying the influence of climate on human conflict. *Science Express* 08:02. doi:10.1126/science.1235367
- IOM (2008) World Migration Report 2008. <http://www.iom.int/jahia/Jahia/cache/offonce/pid/1674?entryId=20275>
- IPCC (2012) Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (SREX). Synthesis Report, IPCC, Geneva
- IPCC (2014) Climate change 2014. Impacts, adaptation, and vulnerability. Genf
- Jakobeit C, Methmann C et al (2012) Climate refugees as dawning catastrophe? A critique of the dominant quest for numbers. In: Scheffran J (Hrsg) (Hrsg) Climate change, human security and violent conflict. Springer, Berlin, S 301–314
- Kominek J, Scheffran J (2012) Cascading processes and path dependency in social networks. In: Soeffner H-G (Hrsg) Transnationale Vergesellschaftungen. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden
- Lenton TM, Held H, Kriegler E, Hall JW, Lucht W, Rahmstorf S, Schellnhuber HJ (2008) Tipping elements in the Earth's climate system. *PNAS* 105(6):1786–1793
- Levermann A (2014) Make supply chains climate-smart. *Nature* 506:27–29
- Nordås R, Gleditsch NP (2013) The IPCC, human security, and the climate-conflict nexus. In: Redclift M, Grasso M (Hrsg) Handbook on climate change and human security. Edward Elgar, Cheltenham, S 67–88
- Onischka M (2009) Definition von Klimarisiken und Systematisierung in Risikokaskaden. Diskussionspaper, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
- Petschel-Held G, Schellnhuber HJ, Bruckner T, Toth FL, Hasselmann K (1999) The tolerable windows approach: theoretical and methodological foundations. *Clim Chang* 41(3–4):303–331
- Raleigh C, Urdal H (2007) Climate change, environmental degradation and armed conflict. *Polit Geogr* 26(6):674–694
- Raleigh C, Linke A, O'Loughlin JO (2014) Extreme temperatures and violence. *Nat Clim Chang* 4:76–77
- Reuveny R (2007) Climate change-induced migration and violent conflict. *Polit Geogr* 26:656–673
- Scheffran J (1983) Komplexität und Stabilität von Makrosystemen mit Anwendungen, Universität Marburg, Fachbereich Physik
- Scheffran J, Cannaday T (2013) Resistance against climate change policies: the conflict potential of non-fossil energy paths and climate engineering. In: Balazs B, Burnley C, Comardicea I, Maas A, Roffey R (Hrsg) Global environmental change: new drivers for resistance, crime and terrorism?. Nomos, Baden-Baden
- Scheffran J, Marmer E, Sow P (2012a) Migration as a contribution to resilience and innovation in climate adaptation. *Appl Geogr* 33:119–127
- Scheffran J, Brzoska M, Brauch HG, Link PM, Schilling J (2012b) Climate change, human security and violent conflict: challenges for societal stability. Springer, Berlin
- Scheffran J, Link M, Schilling J (2012c) Theories and models of the climate-security link. In: Scheffran et al (Hrsg) Climate change, human security and violent conflict. Springer, Berlin, S 91–132
- Schinke B, Klawitter J, Kögler C (2012) DESERTEC – Zwischen Heilsanspruch und neokolonialen Befürchtungen. *Wiss Frieden* 3:39–42
- Sternberg T (2013) Chinese drought, wheat, and the Egyptian uprising: how a localized hazard became globalized. In: Werrel CE, Femia F (Hrsg) The Arab Spring and climate change. Center for American Progress, Washington DC, S 7–14
- Tol R, Wagner S (2010) Climate change and violent conflict in Europe over the last millennium. *Clim Chang* 9:65–79
- UN (1992) United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations, New York
- UNHCR (2011) Expert meeting on climate change and displacement. <http://www.unhcr.org/cgi-bin/texis/vtx/search%5C?page=&comid=4e01e63f2&keywords=Bellagio-meeting>
- WBGU (2007) Klimawandel als Sicherheitsrisiko, Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen
- Werrell CE, Femia F (2013) The Arab spring and climate change. A climate and security correlations series. Center for American Progress, Stimson Center, Washington DC
- Werz M, Hoffman M (2013) Climate change, migration, and conflict. In: Werrel CE, Femia F (Hrsg) The Arab Spring and climate change. Center for American Progress, Washington DC, S 33–40

**Open Access** Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Etwasige Abbildungen oder sonstiges Drittmateriale unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende oder der Quellreferenz nichts anderes ergibt. Sofern solches Drittmateriale nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht, ist eine Vervielfältigung, Bearbeitung oder öffentliche Wiedergabe nur mit vorheriger Zustimmung des betreffenden Rechteinhabers oder auf der Grundlage einschlägiger gesetzlicher Erlaubnisvorschriften zulässig.