

Regionaler Klimawandel und Anpassung

Die Alpen vor der Herausforderung veränderter Wasserressourcen

Zusammenfassung

ISSN 1725-9177



Regionaler Klimawandel und Anpassung

Die Alpen vor der Herausforderung veränderter Wasserressourcen

Zusammenfassung

Gestaltung der Titelseite: EEA
Titelfoto © Marc Zebisch
Linkes Photo © stockxpert
Rechtes Photo © Torsten Grothmann
Gestaltung: EEA/Pia Schmidt

Rechtshinweis

Der Inhalt dieser Veröffentlichung gibt nicht unbedingt die offiziellen Auffassungen der Europäischen Kommission oder anderer Institutionen der Europäischen Gemeinschaften wieder. Weder die Europäische Umweltagentur noch die im Namen der Agentur tätigen Personen oder Unternehmen haften für die eventuelle Verwendung der in diesem Bericht enthaltenen Informationen.

Urheberrechtsvermerk

© EUA, Kopenhagen 2009
Eine Wiedergabe mit Quellenangabe ist vorbehaltlich anderslautender Bestimmungen gestattet.

Informationen über die Europäische Union sind im Internet verfügbar. Sie können über den Server Europa abgerufen werden (www.europa.eu).

Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2009

Referenznummer des Englischen Originals

ISBN 978-92-9213-006-0
ISSN 1725-9177
DOI 10.2800/12552

© EEA, Copenhagen, 2009

Übersetzung

Die Übersetzung dieses Dokuments von Englisch in die Deutsche Sprache wurde vom Ständigen Sekretariat der Alpenkonvention unterstützt:

Ständiges Sekretariat der Alpenkonvention

Verantwortlich: Marco Onida
Input zum Bericht: Regula Imhof und Spela Prelc
www.alpconv.org
info@alpconv.org

Sitz in Innsbruck:
Herzog-Friedrich Straße 15
A-6020 Innsbruck – Österreich

Außenstelle in Bozen:
Drususallee 1/Viale Druso 1
I-39100 Bozen/Bolzano- Italien



alpenkonvention • convention alpine
convenzione delle alpi • alpska konvencija
www.alpconv.org



Europäische Umweltagentur
Kongens Nytorv 6
1050 Kopenhagen K
Dänemark
Tel. +45 33 36 71 00
Fax +45 33 36 71 99
Web: eea.europa.eu
Anfragen: eea.europa.eu/enquiries

Inhalt

Abbildungen und Tabellen	5
Danksagung	7
Zusammenfassung	9
1 Einführung und Übersicht	17
1.1 Die Alpen — ein stark gefährdetes Gebiet und die Wassertürme Europas	17
1.2 Untersuchungsziele und regionaler Brennpunkt	17
1.3 EU-Politik als Hintergrund	18
1.4 Theorie und Konzepte	20
1.5 Untersuchungsstruktur und Methodik	20
2 Klimawandel in den Alpen	22
2.1 kurzer Überblick über das Alpenklima in den letzten 250 Jahren	22
2.2 Zukünftiger Klimawandel	25
3 Die Alpen als Wassertürme Europas	30
3.1 Beitrag der alpinen Flusseinzugsgebiete zum Wasservorrat Europas	30
3.2 Donau (Nordosten)	33
3.3 Rhein (Nordwesten)	34
3.4 Po und Südtirol (Südosten)	35
3.5 Rhone (Südwesten)	38
3.6 Herausforderungen für die Flussbewirtschaftung	39
4 Wasserressourcen, Klimawandel und sektorielle Anpassungsoptionen	41
4.1 Ökosystemdienstleistungen und sektorübergreifende Anpassung	41
4.2 Erhaltung der Artenvielfalt	46
4.3 Haushalte	49
4.4 Forstwirtschaft	51
4.5 Landwirtschaft	53
4.6 Tourismus	55
4.7 Energie	57
4.8 Industrie	59
4.9 Binnenschifffahrt	60

5 Regionale Perspektiven	63
5.1 Überblick und Methodik der regionalen Fallstudien.....	63
5.2 Gemeinsame Bemühungen gegen die Wasserknappheit — das Lavant-Tal in Kärnten (Österreich)	66
5.3 Das Wallis — ein Alpenttal mit traditionsreicher Anpassung an ein trockenes Klima (Schweiz).....	71
5.4 Eine lange Anpassungsgeschichte — Wasservorrat in Südtirol (Italien)	76
5.5 Savoyen — Balanceakt zwischen Wassernachfrage und -angebot unter verschärften Klimabedingungen (Frankreich)	81
5.6 Das Geheimnis der Wasserqualität der Stadt Wien (Österreich)	85
5.7 Muss man sich im Flusseinzugsgebiet der Soca auf mögliche Dürren einstellen? (Slowenien und Italien).....	90
6 Anpassung in gefährdeten Alpenregionen — Erkenntnisse aus den regionalen Fallstudien	96
6.1 Die hohe Anpassungsfähigkeit in den Alpen	97
6.2 Von der reaktiven Wasserbewirtschaftung zur proaktiven Anpassung an den Klimawandel	98
6.3 Technische Lösungen kombiniert mit Verhaltensänderungen	103
6.4 Von der sektoriellen zur sektorübergreifenden Anpassung	104
6.5 Von der lokalen zur regionalen und überregionalen Anpassung.....	105
6.6 Verbesserung der Multi-Level-Governance und des Informationsflusses	106
6.7 Antriebe und Hindernisse bei der Anpassung an die Wasserproblematik.....	106
7 Anpassung im europäischen Maßstab — Zusammenarbeit mit alpinen Wassertürmen.....	109
7.1 Wasserabhängigkeiten im Tal.....	110
7.2 Zusammenarbeit und angepasste Bewirtschaftung in Flusseinzugsgebieten.....	111
7.3 Der rechtliche Rahmen für eine angepasste grenzüberschreitende Flussbewirtschaftung	112
7.4 Grenzüberschreitende Fallstudien	114
7.5 Empfehlung zur Anpassung in grenzüberschreitenden Situationen	116
7.6 Erfahrungen und Erkenntnisse aus anderen Berggebieten Europas.....	119
Anhang 1 Glossar mit den wichtigsten Begriffen	122
Literaturverzeichnis	124

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abbildung ES.1	Bereiche des anpassungsrelevanten, potenziellen sektorübergreifenden Wettbewerbs um Wasser	13
Abbildung 1.1	Konzeptmodell für die Auswirkungen des Klimawandels, Anfälligkeit und Anpassung	20
Abbildung 2.1	Führende horizontale Klima-Subregionen der Greater Alpine Region (GAR) ..	23
Abbildung 2.2	Temperaturänderungen 1760–2007 in der Greater Alpine Region (GAR) Einzelne Jahre und geglättete Reihen der GAR-Gebietsmittel (20 Jahre) von 1760 bis 2007 (1760/61-2007/08)	23
Abbildung 2.3	Zeitreihen der jährlichen Niederschläge und Bewölkung.....	24
Abbildung 2.4	Temperaturen und Niederschläge in den Alpen von 1961 bis 1990	26
Abbildung 2.5	Temperaturänderung in den Alpen und ihren Subregionen nach verschiedenen Emissionsszenarien	26
Abbildung 2.6	Jahreszeitliche Niederschlags- und Temperaturveränderungen bis Ende des 21. Jh. nach CLM Szenario A1B	27
Abbildung 2.7	Jahreszeitliche Niederschlags- und Wasserführungsveränderungen in verschiedenen Emissionsszenarien nach CLM	28
Abbildung 2.8	Wasserführungs- und Schneedeckenveränderung bis Ende des 21. Jh. im Winter nach dem CLM A1B Szenario	29
Abbildung 3.1	Die Alpen, die größten Flusseinzugsgebiete und Klima-Subregionen	31
Abbildung 3.2	Durchschnittlicher jährlicher Durchsatz der größten Alpenflüsse – Tendenzen	32
Abbildung 4.1	Ökosystemdienstleistungen und Antriebe für den Wandel	42
Abbildung 4.2	Bereiche des anpassungsrelevanten, potenziellen sektorübergreifenden Wettbewerbs um Wasser	44
Abbildung 4.3	Schutzgebiete in den Alpen.....	47
Abbildung 4.4	Folgen des Klimawandels auf die Landschaftsstruktur im Dischmatal (Graubünden, Schweiz) in einem Ökosystemmodell	52
Abbildung 5.1	Fallstudien in wasserschutzbedürftigen Regionen der europäischen Alpen ..	64
Abbildung 5.2	Anpassungsmaßnahmen als Reaktion auf Wasserprobleme im Lavant-Tal... 68	
Abbildung 5.3	Anpassung an die Wasserproblematik im Wallis	73
Abbildung 5.4	Klimawandel und Wasserkonflikte	83
Abbildung 5.5	Anpassung an die Wasserproblematik in der Fallstudienregion	87
Abbildung 6.1	Acht-Stufen-Konzept für Entscheidungen zur Anpassung an den Klimawandel	100
Abbildung 6.2	Schritte zur Anpassung an die Wasserproblematik	102
Abbildung 6.3	Wichtige Faktoren für die Anpassung an den Klimawandel und die Wasserproblematik.....	108

Tabellen

Tabelle 3.1	Beitrag der Alpen zum Gesamtdurchsatz der vier größten Alpenflüsse	30
Tabelle 3.2	Hydrologische Eigenschaften von Donau (Inn, Mur), Rhein, Etsch, Po und Rhone an ausgesuchten Beobachtungsstellen in der Nähe des Gebiets der Alpenkonvention	32
Tabelle 3.3	Charakterisierung des Einzugsgebiets der Donau	33
Tabelle 3.4	Der Rhein — Grunddaten.....	34
Tabelle 3.5	Der Po — statistische Daten.....	36
Tabelle 3.6	Die Etsch — statistische Daten	37
Tabelle 3.7	Die Rhone — statistische Daten.....	38
Tabelle 4.1	Wasserverbrauch von Schneemaschinen in Garmisch-Partenkirchen, Deutschland bei Raumtemperatur.....	55
Tabelle 6.1	Lang- und kurzfristige Maßnahmen für die Wasserbewirtschaftung	101

Zusammenfassung

Die Anfälligkeit der Alpen gegenüber dem Klimawandel

Die Alpen erstrecken sich quer über das mittlere Kontinentaleuropa und spielen bei den Vorräten und der Versorgung des Kontinents mit Wasser eine entscheidende Rolle. Die Berge sind als „**Wasserschloss Europas**“ bekannt, hier liegt ein großer Teil der Oberläufe von Donau, Rhein, Po und Rhone. Sie leisten innerhalb und außerhalb der Region lebenswichtige Dienste im Ökosystem und tragen in weiten Flachlandgebieten zum sozialen und wirtschaftlichen Wohlstand bei.

Beunruhigend ist, dass sich das Alpenklima im letzten Jahrhundert erheblich verändert hat: **die Temperaturen sind im Vergleich zum Weltdurchschnitt doppelt so stark gestiegen**. Das macht die Alpen gegenüber Veränderungen des Wasserkreislaufs und des Schnee- und Gletscherschwunds, der längst eingetroffen ist, besonders empfindlich. Der globale Klimawandel gefährdet das alpine Wassersystem weiterhin drastisch. Vorhersehbare Veränderungen bei Niederschlägen, Schneedecken und Gletscherreserven werden auch künftig Regen- und Schmelzwasserführungen verändern, größere Trockenzeiten im Sommer, Überschwemmungen und Erdbeben im Winter und stärkere Schwankungen über das Jahr verursachen.

Der zu erwartende Wassermangel und häufigere, extreme Ereignisse werden zusammen mit einem höheren Wasserbedarf (zum Beispiel für die Bewässerung in der Landwirtschaft und aufgrund der Touristenzuströme) wahrscheinlich schwerwiegende Auswirkungen auf die Ökosystemdienstleistungen wie die Trinkwasserversorgung haben. Zudem könnten 60 % der alpinen Pflanzenarten bis zum Jahr 2100 aussterben, wenn sie sich nicht in nördlicheren oder höheren Lagen weiterentwickeln und anpassen können. Ganze Wirtschaftssektoren, einschließlich Haushalte, Landwirtschaft, Energiegewinnung, Forstwirtschaft, Tourismus und Binnenschifffahrt sind heute schon vom Wassermangel bedroht.

Der Klimawandel könnte aktuelle Wasserressourcenprobleme verschärfen und zu einem erhöhten Konfliktrisiko zwischen den Nutzern des Alpengebiets (hauptsächlich im Süden), aber auch außerhalb der Alpen führen, wo Trockenzeiten wohl ebenfalls häufiger werden. Beobachtete und

vorhersagbare Reduktionen des Permafrost lassen schließen, dass Naturgefahren wahrscheinlich intensiviert und Infrastrukturen in hohen Lagen beschädigt werden.

Das Weltklima wird sich voraussichtlich weiter verändern, wenn nicht die Treibhausgasemissionen weltweit wesentlich gesenkt werden, um den globalen Temperaturanstieg unter 2° C zu halten (über dem vorindustriellen Niveau), was Ziel der EU ist. Dieses Ziel wird auch Leitfaden bei den Verhandlungen der UNFCCC Klimakonferenz in Kopenhagen (Dezember 2009) über ein weltweites Klimaübereinkommen für die Jahre nach 2012 sein. Aber auch ein globaler Temperaturanstieg von 2° C wird noch ernste Konsequenzen haben, an die sich die Welt und Europa (in erster Linie die Bergregionen, Küstenbereiche, Flussüberschwemmungsgebiete, das Mittelmeer und die Arktis) anpassen müssen.

Die Hitzewelle im Sommer 2003 hat gezeigt, welche schwerwiegenden Auswirkungen höhere Temperaturen und Trockenheiten auf das menschliche Wohlbefinden, die Ökosysteme und wasserabhängigen Wirtschaftssektoren (wie die Stromerzeugung) haben. Solche extremen Ereignisse wecken das nationale und gemeinschaftliche Bewusstsein hinsichtlich der **Notwendigkeit, Anpassungsstrategien zu entwickeln**. Einige grundlegende Anpassungsmaßnahmen wurden bereits eingeführt – zum Teil als Reaktion auf extreme Ereignisse. Diese anfänglichen Maßnahmen können für Regierungen und Bürger ein Hinweis sein, welche Lösungsansätze erfolgreich und welche weniger erfolgversprechend sind und einen Überblick auf die künftigen Herausforderungen bieten.

Das EU-Weißbuch über die Anpassung, die nationale Anpassungsstrategien und der Klima-Aktionsplan der Alpenkonvention sind zusammen ein wesentlicher Schritt hin zu einem europäischen Rahmen für Anpassungsmaßnahmen und -politiken, der die Widerstandsfähigkeit auf die Auswirkungen des Klimawandels verbessert. Grundlegende Kenntnisse, Governance-Strukturen und praktische Aktionen sind wichtige Faktoren, die bei der Entwicklung von effizienten Anpassungsmaßnahmen einbezogen werden müssen. Der vorliegende Bericht stützt sich auf die neuesten Kenntnisse über die Auswirkungen des Klimawandels in den Alpen und die in diesem Gebiet gemachten Erfahrungen und untersucht,



Photo: © Europäische Umweltagentur

welche Gefahren der Klimawandel für die Wasserversorgung und -qualität der Region mit sich bringt; er identifiziert Bedürfnisse, Erfordernisse, Möglichkeiten, politische Ansätze und Optionen für die Anpassung. Er greift praxisorientierte Ausrichtungen für Anpassungspraktiken heraus und zielt darauf ab, regionale und lokale Interessenträger bei der Entwicklung nachdrücklicher Anpassungsstrategien zu unterstützen. Der Bericht konzentriert sich auf Wasserressourcen und die damit zusammenhängenden Anpassungen und weniger auf extreme Ereignisse wie Überschwemmungen, Lawinen, Erdbeben oder Schlammlawinen, die bereits in diversen Untersuchungen über die Folgen des Klimawandels in den Alpen ausführlich besprochen wurden.

Regionale Fallstudien

Die in diesem Bericht beschriebenen Fallstudien und Literaturübersichten gewähren wertvolle Einblicke in die Kräfte, die die Anpassungen und Maßnahmen, die sich als erfolgreich erwiesen haben, fördern oder bremsen. Die wesentlichen Schlussfolgerungen sind nachstehend dargestellt.

Erfolgsfaktoren

Politische Unterstützung ist ein wesentlicher Katalysator, um die Anpassung an den Klimawandel einzuleiten, zu lenken und zu koordinieren; sie bildet den strategischen Rahmen für effizientes Handeln. Politische Initiativen treten im Allgemeinen als Reaktion auf extreme Ereignisse oder Naturgefahren auf, die die Nachfrage nach behördlichem Handeln ankurbeln.

Wenn die Anpassungsmaßnahmen erst einmal in die Wege geleitet wurden, hängt ihr Erfolg von

vielfältigen Faktoren ab, die sich in erster Linie aus institutionellen und Lenkungsstrukturen wie auch aus organisatorischen Bedingungen ergeben:

- Maßnahmen werden im Allgemeinen besser akzeptiert und sind erfolgreicher, wenn sie auch andere Ziele fördern (oder zumindest nicht stören), einschließlich wirtschaftlicher Gewinne. Effiziente Anpassungsprozesse hängen deshalb sehr stark von den beteiligten Menschen und ihrer Motivation ab, ebenso von organisatorischen Faktoren wie der Beteiligung von Interessenträgern oder kooperativer Strukturen (dies trifft in unterschiedlichem Ausmaß auf alle Fallbeispiele zu).
- Ein **fester gesetzlicher Rahmen** ist eine wichtige Ergänzung zur politischen Unterstützung. Er kann einen klaren Auftrag zur Zusammenarbeit auf der sektorübergreifenden oder interregionalen Ebene des Einzugsgebiets erteilen und somit die gemeinsame Nutzung von Wasserressourcen und die Koordinierung von Land- und Wassernutzern erleichtern (siehe z. B. die Fallstudien über den „Fluss Lavant“ und „Wiens Wasserberg“ in Österreich, Südtirol in Italien, Savoyen in Frankreich und den „Fluss Soca“ in Slowenien/Italien).
- Technische Maßnahmen (z. B. verbesserte Bewässerungstechniken, neue Staubecken, Regenwassersammlung, Abwasser- und Grauwassernutzung) spielen bei Anpassungsmaßnahmen eine bedeutende Rolle (siehe z. B. die Fallstudien aus dem Wallis in der Schweiz, aus Südtirol in Italien und Savoyen in Frankreich).
- Immer mehr Initiativen schließen auch ergänzende „Soft“-Aktionen auf der Seite des Nachfragemanagements ein, wie Verhaltensanpassungen und die Gewährleistung eines vollen Einsatzes und der Verantwortungsübernahme seitens der Interessenträger. Durch ergänzende, weitverbreitete technologische Angebote auf der Angebotsseite können die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit der Alpen stark gestützt werden, die im Vergleich zu anderen Berggebieten in Europa aufgrund der in erster Linie größeren wirtschaftlichen Ressourcen und dem besserem Grundlagenwissen gut entwickelt sind (siehe z. B. die Fallstudien aus Savoyen in Frankreich, „Wiens Wasserberg“ in Österreich und „Soca-Fluss“ in Slowenien/Italien).
- Marktwirtschaftliche Anreize (insbesondere die Wasserpreisgestaltung) und finanzielle

Box ES. 1 Sechs regionale Fallstudien

Dieser Bericht umfasst sechs Fallstudien, die die regionale Anpassung an grundlegende Wasserressourcenprobleme veranschaulichen, welche sich aus dem Klimawandel und anderen Ursachen wie z. B. einem erhöhten Wasserverbrauch ergeben haben. Zusätzlich zu einer ausführlichen Überprüfung der Literatur jeder Region schließen die Fallstudien Interviews mit Interessenträgern ein, die unmittelbar an den Anpassungsbemühungen beteiligt waren oder darüber Bescheid wussten. Die Fallstudien betreffen das Lavant-Tal und Wien in Österreich, das Wallis in der Schweiz, Südtirol in Italien, Savoyen in Frankreich und den Fluss Soca in Slowenien und Italien. Die Hauptmerkmale und Themen jedes Fallbeispiels sind nachstehend aufgeführt.

Lavant-Tal (Österreich)

Das Gebiet verzeichnet nur geringe Niederschläge und eine begrenzte Zahl Quellen, die zur Wasserversorgung genutzt werden können. In heißen Sommern herrschte hier bereits Wasserknappheit. Wegen der voraussehbaren Auswirkungen des Klimawandels ist zu erwarten, dass sich Wasserversorgungsprobleme verschärfen und weitere Anpassungsmaßnahmen vorrangig werden.

Wallis (Schweiz)

Das Wallis musste sich als trockenes inneralpines Tal schon immer auf zeitweise gering verfügbare Wassermengen einstellen. Traditionsgemäß wurde das im Sommer gebrauchte Wasser dem Grundwasser oder dem Gletscherschmelzwasser entnommen; im Winter stammt das Wasser aus den Stauseen. Größere Konflikte um das Wasser waren selten. Zukünftig wird sich aber die Wasserfrage durch den Klimawandel zuspitzen, denn es wird weniger Gletscherschmelzwasser als Ausgleich für die Trockenzeiten im Sommer geben, was sich auch auf die Grundwasserkapazitäten auswirkt.

Südtirol (Italien)

Südtirol zeichnet sich durch trockene inneralpine Täler aus, wo Wasser seit Jahrhunderten ein rarer Stoff ist. Wegen dieser Problematik kann Südtirol auf eine lange Geschichte zurückblicken, in der es sich auf die Wasserknappheit einstellte und konventionelle und komplexe Bewässerungskanalssysteme, Wasserrechte und lokale Wasserverwalter einführte. Im letzten Jahrzehnt wurde die Wasserknappheit aufgrund einer Reihe trockener Jahre und gleichzeitig erhöhter Nachfrage nach Wasser für Landwirtschaft, Haushalte und Tourismus in manchen Jahreszeiten in einigen Teilen von Südtirol eine echte Herausforderung (Frühsommer, Hochsommer). Insgesamt ist die verfügbare Wassermenge in der Region ausreichend, die Wasserknappheit entsteht aber durch eine unausgewogene zeitliche und räumliche Verteilung von Angebot und Nachfrage.

Savoyen (Frankreich)

Savoyen hat eine komplexe Topographie mit vielen Hochgebirgsketten und einer breiten Palette von Klimazonen, die submediterrane und ozeanische Gebiete sowie trockene inneralpine Täler umfassen. Die verfügbaren Wasservorräte variieren stark und reagieren, je nach Speicherkapazität an der Oberfläche bzw. im Grundwasser, empfindlich gegenüber dem Klimawandel und menschlichen Einflüssen. Die lokale Wasserversorgung aus Quellen war für die lokale Bevölkerung früher ausreichend, ist aber inzwischen wegen zunehmender Siedlungen und dem saisonbedingten Zustrom von Touristen begrenzt. Probleme mit der Wassernachfrage werden deshalb durch das Zusammenspiel von Angebotseinschränkungen und Klimawandel noch verschärft.

Wiens Wasserberge (Österreich)

Die Karstgebirge (Hochschwab, Rax, Schneeberg und Schneealpe) spielen eine lebenswichtige Rolle bei der Wasserversorgung von ca. 2 Millionen Menschen, einschließlich der Stadt Wien. Wasserprobleme entstehen in diesem Gebiet durch die spezifischen geologischen Gegebenheiten (d. h. die kurze Zeitspanne zwischen dem Versickern und dem Durchfluss des Wassers nach einem Niederschlagsereignis), durch den Klimawandel (d. h. steigende Temperaturen) und die Landnutzung (d. h. die Land- und Forstwirtschaft), die die Wasserqualität wesentlich beeinflussen. Anpassungsmaßnahmen wurden bisher als Reaktion auf vergangene umweltbedingte und sozio-ökonomische Einflüsse und weniger aufgrund von Klimawandelszenarien eingeleitet. Die Anpassung an aktuelle Wasserprobleme wurde soweit erfolgreich von der zuständigen Behörde der Stadt Wien geregelt.

Fluss Soca (Slowenien und Italien)

Die Soca ist ein gutes Beispiel für eine grenzüberschreitende Flussbewirtschaftung. Der slowenische Teil des Soca-Flussbeckens ist nicht nur eine der nassesten Zonen Sloweniens, sondern von ganz Europa. Die Hauptaufmerksamkeit gilt in diesem Gebiet den Zeiten mit heftigen Niederschlägen, den damit verbundenen Sturzfluten, Schlammlawinen und Erdbeben. Trockenzeiten sind im oberen Socalal unbekannt, aber im südlichen Teil des Flussgebiets kommt es wegen geringerer Niederschläge und höherem Wasserverbrauch hin und wieder zu Dürren. Durch die voraussichtlich heißeren Sommer und eine größere Evapotranspiration wird das Wasserangebot im südlichen Flussgebiet bei gleichzeitig höherer Nachfrage wahrscheinlich sinken. Die italienischen Vertreter der bilateralen slowenisch-italienischen Kommission im Bereich Wasserwirtschaft haben bereits mehr Wasser verlangt, besonders in Trockenzeiten.

Unterstützung (z. B. Beihilfen) sind bei der Förderung proaktiver und innovativer Anpassungsmaßnahmen ebenfalls hilfreich, indem sichergestellt wird, dass sich der private Sektor beteiligt und die Erfolgswahrscheinlichkeit der getroffenen Maßnahmen erhöht wird (siehe z. B. die Fallstudien „Lavant-Fluss“ und „Wiens Wasserberg“ in Österreich, das Wallis in der Schweiz und Südtirol in Italien).

- Besonders wichtig ist es, das Bewusstsein der Interessenträger hinsichtlich notwendiger vorgegreifender Anpassungsaktionen zu erhöhen, besonders in Sektoren mit langer Laufzeit (z. B. wenn langfristige Investitionen erforderlich sind) wie Forstwirtschaft und Stromerzeugung. In diesen Bereichen bedarf es der langfristigen Anpassungsplanung, wohingegen andere Sektoren bei der Planung und Handlung kürzere Zeitfenster zugrundelegen können (siehe z. B. die Fallstudien über den „Fluss Lavant“ und „Wiens Wasserberg“ in Österreich, über das Wallis in der Schweiz und den „Fluss Soca“ in Slowenien/Italien).
- Weitere soziale Faktoren, besonders lokale Praktiken und Netzwerke, sind ebenfalls fundamental: Zum Beispiel akzeptierte, langfristige Anpassungsstrategien wie komplexe traditionelle Bewässerungssysteme, ungeschriebene Gesetze, eine effiziente Aufteilung der Zuständigkeiten und bestehende Kommunikationsnetze, die nicht unbedingt offiziell institutionalisiert sein müssen, aber Konflikte zwischen Interessenträgern abbauen und angemessene Anpassungslösungen erleichtern können (siehe z. B. die Fallstudien über das Wallis in der Schweiz und „Wiens Wasserberg“ in Österreich).

Hindernisse für die Anpassung

Die Fallstudien und Literaturübersicht haben ebenfalls diverse Hindernisse für eine Anpassung aufgedeckt (was für alle Fallstudien in unterschiedlichen Ausmaßen gilt).

- **Begrenzte wissenschaftliche Kenntnisse und Unsicherheiten** bezüglich der lokalen Auswirkungen des zukünftigen Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit, -qualität und -nachfrage sind eindeutig ein grundlegendes Hindernis für politische Initiativen in Bezug auf zukunftsgerichtete Anpassungsmaßnahmen. Dies liegt teilweise an den Unwägbarkeiten beim Umsetzen der Klimamodelle und Szenarien auf kleinem Maßstab.

- **Das Fehlen langfristiger Planungsstrategien, mangelnde Koordinierungen und fehlender Einsatz von Managementinstrumenten**, die den Klimawandel auf regionaler, flussbeckendeckender und sektorübergreifender Ebene angehen, beeinträchtigen die nachhaltige Entwicklung der Wasserressourcen und sind ein wesentlicher Hemmschuh für eine effiziente Anpassung. Wasserversorgungsnetze, die große Gemeinschaften oder Regionen verbinden, kommen im Allgemeinen besser mit Wasserkürzungen zurecht und können unkoordinierte Aktionen und individualistische oder ineffiziente Lösungen verhindern.
- **Der Klimawandel wird selten ausdrücklich** unter dem Thema Wasserversorgung und Nachfragemanagement **betrachtet**, was bedeutet, dass wasserspezifische Anpassungsmaßnahmen insbesondere im Hinblick auf derzeitige und künftige Auswirkungen des Klimawandels weitestgehend fehlen. Dies rührt zum Teil von den unzureichenden Kenntnissen über die Konsequenzen des Klimawandels auf lokaler und regionaler Ebene her. Die Wasserrahmenrichtlinie und die Flussbewirtschaftungspläne (die ersten Pläne sollen 2010 fertig werden) werden sicherlich dabei helfen, die Anpassung an den Klimawandel in Sektorenpolitiken zu integrieren und zu vereinfachen.

Potenzielle politische Optionen

Die regionalen Fallstudien und weiter gefasste empirische Nachforschungen gewähren im vorliegenden Bericht einige Einblicke in die Entwicklung effizienter politischer Entscheidungen zur Anpassung an den Klimawandel und die Problematik der Wasserressourcen.

Regionale und lokale Anpassungsstrategien sind notwendig

Interessenträger müssen über Gemeindegrenzen, Bergmassive und Flussgebiete oder -täler hinausdenken und -arbeiten, um die Auswirkungen des Klimawandels und entsprechende Anpassungsfragen erfolgreich angehen zu können. Regionale und lokale Anpassungsstrategien sollten so weit wie möglich die besonderen örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen (z. B. die Art und Planung der Wasserfragen, wirtschaftliche Umstände, ökosystemgebundene Leistungen, Anpassungsmotivationen, Erfolgsfaktoren und Hindernisse).

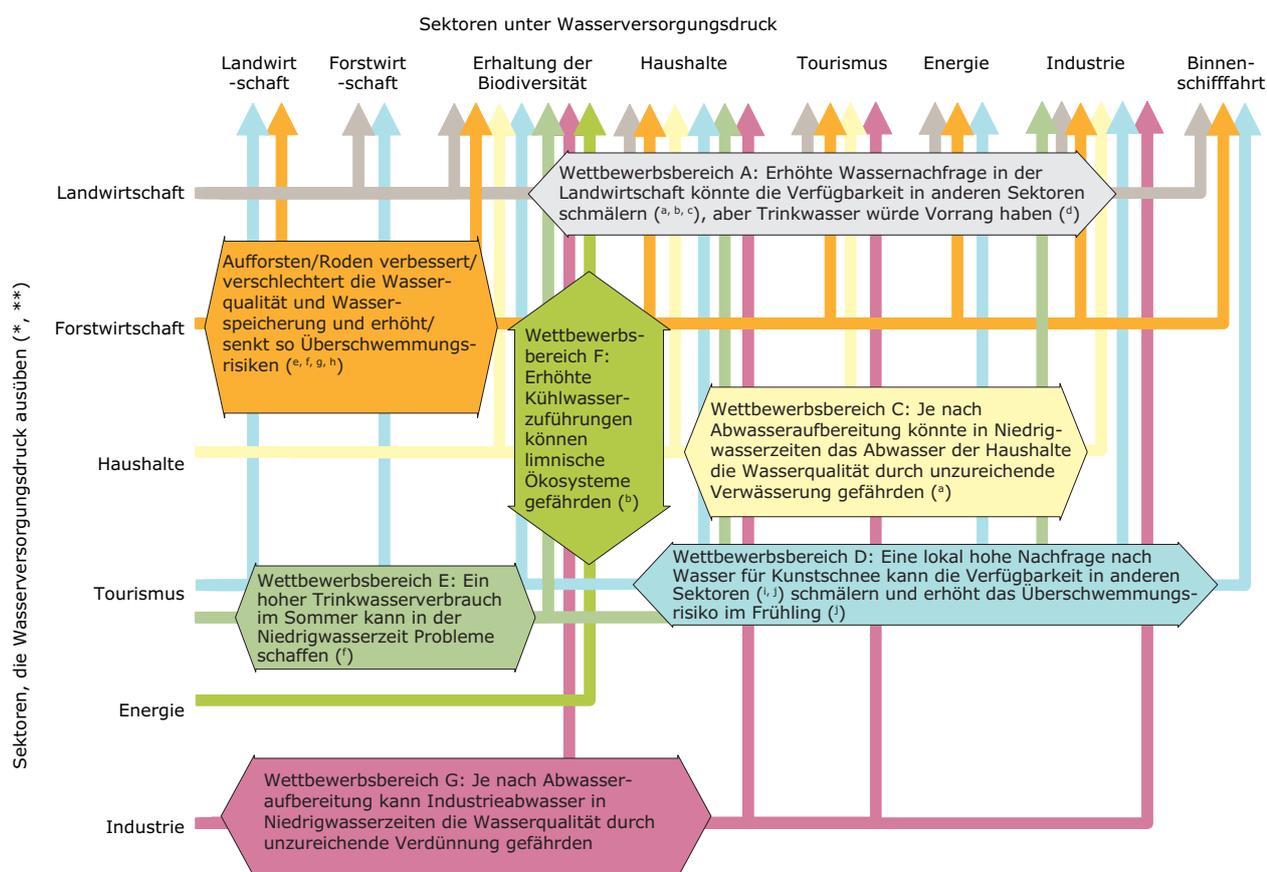
Der sektorübergreifende Aspekt der Wasserressourcen und das grenzüberschreitende Zusammenspiel erfordern ebenfalls eine **Lenkungsstruktur auf mehreren Ebenen sowie integrative Lösungsansätze**, die bei der Koordinierung der vielfältigen Interessenträger aus den verschiedenen Sektoren, Regionen und politischen (lokalen, regionalen, nationalen und EU-) Bereichen helfen können.

Ein regionaler Lösungsansatz zur Anpassung kann entscheidend die Gefährdung verringern und die lokale Anpassungsfähigkeit durch angemessene Institutionen und Lenkungsstrukturen und kombinierte wirtschaftliche Ressourcen stärken. Er ist geeignet, viele durch den Klimawandel ausgelöste Wasserprobleme anzugehen, wie zum Beispiel das wachsende Bedürfnis nach gemeindeübergreifendem Wassertransport oder Koordinierungsplattformen

zwischen stromaufwärts und stromabwärts gelegenen Orten.

Regionale Anpassungsstrategien müssen für einen koordinierten und effizienten Informationsaustausch zwischen verschiedenen politischen Entscheidungsebenen und den Interessenträgern sorgen, sodass der Klimawandel in der Politik gebührend zum Ausdruck kommt („Climate Proofing“). Es gibt einige Managementinstrumente, die den Klimawandel berücksichtigen (z. B. analytische Rahmen, Szenarien im kleinen Maßstab, Kosten/Nutzen-Analysen, Good-Practice-Beispiele), die aber unter lokalen und regionalen Interessenträgern weitgehend unbekannt sind, was zeigt, dass ein dringendes Bedürfnis nach Verbreitung und Weitergabe besteht.

Abbildung ES.1 Bereiche des anpassungsrelevanten, potenziellen sektorübergreifenden Wettbewerbs um Wasser



* Die Binnenschifffahrt wird nicht als Sektor betrachtet, der Wasserversorgungsdruck ausübt, da sie zwar Wasser braucht, aber nicht verbraucht.

** die Erhaltung der Biodiversität wird nicht als Sektor betrachtet, der Wasserversorgungsdruck ausübt, da die Wassernutzung nicht aktiv verändert wird, sondern sie ist eher dem Wettbewerb um das Wasser ausgesetzt.

Quelle: ^(a) OcCC/ProClim, 2007; ^(b) BUWAL und BWG, 2004; ^(c) Oleson *et al.*, 2005; ^(d) Wilibanks *et al.*, 2007; ^(e) IPCC, 2008; ^(f) Leipprand *et al.*, 2007; ^(g) Anderson *et al.*, 2008; ^(h) Giller und O'Holloran, 2004; ⁽ⁱ⁾ OECD, 2007; ^(j) Teich *et al.*, 2007; ^(k) de Jong, 2008.

Entscheidungen über derzeitige und künftige Anpassungsaktionen an den Klimawandel auf regionaler und lokaler Ebene müssen notwendigerweise unter unsicheren Bedingungen getroffen werden. Deshalb ist ein Anpassungsmanagement und insbesondere eine genaue Beobachtung erforderlich, um eine regelmäßige Überprüfung der politischen Ziele und die Einbindung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zu erleichtern, die Unsicherheiten abbauen können, sobald die Kenntnisse zugänglich sind. Die Anpassung an den Klimawandel unterscheidet sich diesbezüglich nicht von anderen Umweltthemen, bei denen genaue Informationen und vollständige wissenschaftliche Kenntnisse fehlen. Das Vorsichtsprinzip ist eine angemessene Reaktion auf Kenntnisdefizite. Nach dem Vorsichtsprinzip sollte das Fehlen einer vollständigen wissenschaftlichen Absicherung aber nicht als Grund dienen, Maßnahmen dort zu verschieben, wo Risiken für schwerwiegende oder irreversible Schäden für die öffentliche Gesundheit oder die Umwelt bestehen. Entscheidungsträger können auch auf „Maßnahmen ohne Reue“ zurückgreifen, d. h. die Maßnahmen, die sich unter allen plausiblen Klimaentwicklungen rechtfertigen lassen.

Die Möglichkeit nichtlinearer, plötzlicher oder sprunghafter Wechsel, die das Umfeld verändern können, sobald eine Schwelle erreicht wurde, muss ebenfalls in Betracht gezogen werden, **um genügend Resilienz gegen Unerwartetes aufzubauen.**

Alle Sektoren müssen in die Anpassungsstrategien einbezogen werden

Wasserressourcen sind von Natur aus ein fachüberschreitendes Thema, das fast alle sozio-ökonomischen Sektoren angeht. Abbildung ES.1 veranschaulicht den größten derzeitigen und erwarteten **sektorübergreifenden Wettbewerb um das Wasser** in den Alpen. Sie unterscheidet Sektoren, die Druck auf die Wasserressourcen ausüben (in Bezug auf die Wassermenge wie auch -qualität) von denen, die Druck erfahren. Die Druck ausübenden Hauptsektoren sind die Landwirtschaft, die Haushalte, der Tourismus und die Energieerzeugung; dagegen sind die wesentlichen sozioökonomischen und Umweltsektoren, die vom Wettbewerb um die Wasserressourcen in Mitleidenschaft gezogen werden, die Landwirtschaft, die Erhaltung der Artenvielfalt, die Haushalte und die Energieerzeugung.

Integrative Bewirtschaftungslösungen, wie das Integrated Water Resource Management, sollten eingesetzt werden, wenn Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden. Normalerweise haben sie das nötige Rüstzeug, um sich den vielfältigen

Antrieben, Erfolgsfaktoren und Hindernissen einer erfolgreichen Anpassung zu stellen. Integrative Lösungsansätze erfordern, dass zahlreiche Elemente (d. h. ein unterstützendes Umfeld, die Festlegung von institutionellen Rollen und Funktionen und der Einsatz von Managementinstrumenten) konsequent und kohärent in die Wasserbewirtschaftung einbezogen werden. Eine tiefgreifende Beurteilung des sektorübergreifenden Wettbewerbs ist wichtig, um effiziente, angemessene und transparente Anpassungsstrategien und -optionen im regionalen Maßstab festzulegen. Alle Strategien sollten vorzugsweise einen Ökosystemwaren und -dienstleistungs-Rahmen zugrundelegen.

Die Europäische Union sollte einen allgemeingültigen politischen Rahmen festlegen

Die europäischen Ausmaße der Folgen des Klimawandels und der Wasserproblematik in den Alpen sind divers. EU-Initiativen sollten den Interessenträgern einen Rahmen und politische Instrumente an die Hand geben, um die Folgen des Klimawandels effizient angehen und Anpassungsstrategien auf nationaler wie subnationaler Ebene ausarbeiten zu können, mit denen lokalen Bedürfnissen nachgekommen werden kann. Dadurch kann der Klimawandel in die Politik eingebunden werden (als Hauptausrichtung) und Anpassungsmaßnahmen können in ganz Europa rationalisiert und koordiniert werden.

Die Folgen des Klimawandels variieren je nach Region, wobei Berggebiete (mit Küstenzonen und Auen) besonders anfällig sind. Deshalb werden die meisten Anpassungsmaßnahmen national, regional oder lokal durchgeführt. Die Europäische Union sollte diese Bemühungen durch einen integrativen und koordinierten Ansatz unterstützen, insbesondere in Verbindung mit grenzübergreifenden und regionalen Solidaritätsfragen und politischen Zuständigkeiten (z. B. in der Gemeinschaftspolitik in den Bereichen Landwirtschaft, Wasser, Artenvielfalt, Fischerei, Energie und Einheitsmarkt). Die Anpassung an den Klimawandel muss in alle EU-Politiken eingebunden werden.

Existierende europäische Gesetzgebungen, insbesondere die **Wasserrahmenrichtlinie** (WRRL), sind eine gute Grundlage für grenzüberschreitende Wasserkoordinierung und angepasste Bewirtschaftung. Sie bahnen den Weg für die Einbindung weiterer integrativer Anpassungen an den Klimawandel in europäische Politiken und für die Durchsetzung von Anpassungsmaßnahmen, auch auf Ebene der Flussgebiete, wo unkoordinierte Aktionen vermieden werden sollten. In diesem Zusammenhang müssen

Flussbewirtschaftungspläne (River Basin Management Plans, RBMP: die ersten RBMP werden für 2010 erwartet, die zweiten für 2015) als wesentliches Instrument der WRRL mit anderen sektoriellen Politiken (z. B. der gemeinsamen Agrarpolitik) abgestimmt werden und eine breite öffentliche Beteiligung gewährleistet sein. Wirtschaftliche Anreize und Nachfragemanagementoptionen sollten ebenfalls weiter in Betracht gezogen werden. Anleitungen zur Einbindung des Klimawandels in die RBMP werden ausgearbeitet (und sollen im 2. Halbjahr 2009 zur Verfügung stehen). Die Wasserrahmenrichtlinie wird durch die Hochwasserrichtlinie und die Politik zu Wasserknappheit und Dürre ergänzt, die einen spezifischeren Rahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt absteckt (z. B. mit Bewirtschaftungsplänen bei Dürren, Informationssystemen bei Wasserknappheit und Dürre).

Das Weißbuch „Anpassung an den Klimawandel“ der EU, das von der Europäischen Kommission am 1. April 2009 veröffentlicht wurde, ist ein wesentlicher Schritt hin zu einem Rahmen für Anpassungsmaßnahmen und Politiken, die die Resilienz der EU in Bezug auf die Folgen des Klimawandels stärken. Es unterstreicht die Notwendigkeit, die Wissensbasis fortzuentwickeln und die Anpassung in die EU-Politiken zu integrieren. Das Weißbuch erkennt auch maßgeblich an, dass der Klimawandel unterschiedliche regionale Auswirkungen haben wird, was bedeutet, dass die meisten Anpassungsmaßnahmen lokalen Bedürfnissen nachkommen müssen.

Der im Weißbuch vorgestellte EU-Handlungsrahmen geht von einer Zweiphasenstrategie aus, die die von den Mitgliedsstaaten getroffenen Maßnahmen durch einen integrativen und koordinierten Ansatz ergänzt. Die erste Phase (bis 2012) wird der Ausarbeitung einer umfassenden EU-Anpassungsstrategie für die Jahre ab 2013 gewidmet sein. Die erste Phase ist in erster Linie auf die Erweiterung des Basiswissens über den Klimawandel, mögliche Anpassungsmaßnahmen und die Mittel zur Einbindung der Anpassung in die EU-Politik ausgerichtet. Im Weißbuch wird vorgeschlagen, bis 2011 ein EU Clearinghouse, eine Art zentrale Vermittlungsschnittstelle, über die Folgen des Klimawandels, Anfälligkeiten und Anpassungen einzurichten.

Die EU hat die entsprechende Position, um die Durchführung der ersten Phase des Aktionsrahmens durch eine Reihe von Initiativen zu vereinfachen, insbesondere durch

- Unterstützung der **Beobachtungs- und Datensammelnetzwerke**, um das Basiswissen zu

erweitern und tiefgehende Analysen historischer Datenserien auszudehnen. So braucht man noch dringend qualitative und quantitative Daten über den Wasserhaushalt, die Wasserentnahme und deren Auswirkungen auf die Ökosysteme, oder den ökologisch optimalen Durchsatz. Solche Daten könnten genauere Informationen liefern, die mehr Klarheit für Wassernutzer und bessere Informationen für politische Entscheidungsträger bieten würden.

- Entwicklung von Analyseinstrumenten und Erfassungen, die Aussagen über die Anpassungsfähigkeit und die **Anfälligkeit von natürlichen und menschlichen Systemen** liefern. Dies wäre für die Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsoptionen nützlich, die sich auf das Ökosystem stützen .
- Entwicklung von **Informationsplattformen** zu den Folgen des Klimawandels, über Risiken und Anpassungsoptionen auf lokalen und regionalen Ebenen, um den Austausch von Informationen unter Interessenträgern und die Verbreitung von Bewirtschaftungsinstrumenten, die den Klimawandel berücksichtigen, zu vereinfachen. Die Schaffung solcher Internetinstrumente (das vorgeschlagenen EU Clearinghouse) würde die Quellen, die auf nationaler und europäischer Ebene verfügbar sind, ergänzen und den Regionen, Gemeinschaften und alle Interessenträgern helfen, bewusste Entscheidungen zu treffen.
- Erleichterung des **Austauschs guter Praktiken** zwischen Mitgliedsstaaten, um die Entwicklung von Kapazitäten der regionalen und lokalen Behörden zu fördern und diejenigen zu ermutigen, die bisher noch keine nationalen und/oder regionalen Anpassungsstrategien entwickelt haben. So gab es bisher nur wenig grenzüberschreitende Zusammenarbeit beim Umgang mit Wasserknappheit in den Flussgebieten, die ihr Wasser in oder von der Alpenregion erhalten.
- Beteiligung von Interessenträgern an Forschungsprojekten, um die Kluft zwischen Wissenschaftlern, politischen Entscheidungsträgern und allen übrigen Parteien zu schließen. Eine intensivere Einbindung von Interessenträgern könnte den Informationsfluss und –austausch rationell gestalten und Doppelarbeit und langwierige Entscheidungsprozesse vermeiden helfen. Dadurch könnte das Verständnis von lokalem Wissen, lokaler Praxis und das öffentliche Bewusstsein anheben, was für eine erfolgreiche

Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen unerlässlich ist und eine schlechte Anpassung oder unhaltbare Lösungen vermeiden hilft (z. B. Kunstschneeproduktion).

Im Rahmen der **Alpenkonvention** billigte die Alpenkonferenz im März 2009 einen Aktionsplan zum Klimawandel, der bezweckt, die Alpen zu einer exemplarischen Region für Vorbeugung und Anpassung an den Klimawandel zu machen. Der Aktionsplan fordert einen besseren Informationsaustausch über den Klimawandel in den Alpen ebenso wie einen Austausch guter Praktiken zur Milderung und Anpassung an den Klimawandel und Informationen über die Wasserbewirtschaftung, um Entscheidungsträgern und anderen Interessenträgern bei der Entwicklung von Anpassungsstrategien zu helfen.

Anpassungserfahrungen sind nicht einfach auf andere Berggebiete zu übertragen

Lokale und regionale Situation variieren erheblich innerhalb der Alpen wie auch im Vergleich zu anderen europäischen Bergregionen. Es gibt signifikante Diskrepanzen in der Demografie, in den Auswirkungen von Klima und Umwelt, in den Wirtschaftsstrukturen, Kulturen und Werten und in der Landnutzung (Städte, Landwirtschaft, Weideland)

sowie bei den Modellen der öffentlich-privaten Partnerschaften. Die lokalen Bedingungen machen die Übertragung von Erkenntnissen aus einer regionalen Fallstudie und anderen Informationsquellen auf andere Alpengebiete oder andere europäische Bergregionen insgesamt zu einer echten Herausforderung.

Jedoch sind viele Erkenntnisse aus den Anpassungserfahrungen in den Alpen **exemplarischer Art**, die praktischen Erfahrungen aus den Alpen können eine Anleitung zur Ausgestaltung regionaler Strategien für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels und an die Wasserproblematik sein. Wie oben erwähnt schließen die wesentlichen Bestandteile erfolgreicher Strategien Maßnahmen ein, die auf spezifische regionale Klimabedingungen, die betroffenen Sektoren und den politischen und sozioökonomischen Kontext eingehen, aber auch den Dialog zwischen Interessenträgern durch kooperative Strukturen und Wissenstransfer gewährleisten, und nicht zuletzt auch die Beobachtung der Entwicklung einschließen, um die regelmäßige Überprüfung von politischen Zielen und die Einbindung von neuen wissenschaftlichen Informationen zu ermöglichen, sobald diese verfügbar sind. Mit diesen Bestandteilen kann eine Wasserbewirtschaftung erreicht werden, die den Klimawandel systematischer in Betracht zieht und eine proaktive, vorsichtige und sektorübergreifende Lösung anstrebt.

Europäische Umweltagentur

Regionaler Klimawandel und Anpassung

Die Alpen vor der Herausforderung veränderter Wasserressourcen
Zusammenfassung

2009 – 143 S. – 21 x 29,7 cm



Europäische Umweltagentur
Kongens Nytorv 6
1050 Kopenhagen K
Dänemark

Tel. +45 33 36 71 00
Fax +45 33 36 71 99

Web: eea.europa.eu
Anfragen: eea.europa.eu/enquiries

