



Vorarlberg
unser Land



Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg

IMPRESSUM

Herausgeber, Medieninhaber und Hersteller:

Amt der Vorarlberger Landesregierung
Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten
Fachbereich Energie und Klimaschutz
Landhaus, Römerstraße 15, 6901 Bregenz

Redaktion:

Markus Niedermair

Verlagsort:

6900 Bregenz

Herstellungsort:

6900 Bregenz

Bildnachweise:

Titelbild ©Cinedoku/Thurnher

Vorwort

Der Klimawandel zeigt sich auch in Vorarlberg.

Um den Klimawandel in beherrschbarem Rahmen zu halten, wollen wir in Vorarlberg einen fairen und angemessenen Beitrag leisten, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren.

Gleichzeitig müssen wir Anpassungsmaßnahmen setzen. Die vorliegende Neuauflage der Vorarlberger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel baut auf den Maßnahmen der Anpassungsstrategie des Jahres 2015 auf und gleicht diese an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse an.

Die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg legt dar, wie wir den erwarteten Veränderungen bestmöglich begegnen und negative Auswirkungen bestmöglich abfedern können.

Vorwort	3
1. Einleitung.....	5
2. Klimaentwicklung in Vorarlberg	6
3. Aktivitätsfelder der Klimawandelanpassung.....	14
4. Sektorenübergreifende Herausforderungen	57
5. Anhang.....	60
Quellen	62
Endnoten	65

1. Einleitung

Herausforderung und Problemstellung

Weil globale Entwicklungen an Landesgrenzen nicht Halt machen, wird der Klimawandel auch in Vorarlberg weitergehen. Das Land Vorarlberg verfolgt in diesem Zusammenhang eine Doppelstrategie: Zum einen die konsequente Fortsetzung der Bemühungen zum Klimaschutz im Rahmen der Energieautonomie+ durch u. a. den Ausbau erneuerbarer Energien sowie an einer nachhaltigen Mobilitätspolitik, zum anderen Anpassung an die unausweichlichen Folgen des Klimawandels. Diese Doppelstrategie ist auch im Übereinkommen von Paris (UNFCCC 2015) und im Europäischen Klimagesetz (VO (EU) 2021/1119) abgebildet.

Zielsetzung der Strategie

Ziel der Landesstrategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg ist es, die Bevölkerung, die Wirtschaft und die Natur auf Veränderungen im Zuge des Klimawandels vorzubereiten und Optionen für den Schutz vor negativen Auswirkungen aufzuzeigen. Die Strategie baut auf der im Jahr 2015 entwickelten ersten Anpassungsstrategie auf, die an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und an die Empfehlungen der neuesten Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel angepasst wird.

Überblick über die Handlungsempfehlungen und Maßnahmen

Die Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg gliedert sich nach Vorbild der „Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ in 14 eigenständige Aktivitätsfelder, denen im Wesentlichen auch einzelne Landesabteilungen zugeordnet werden können. Wichtige sektorübergreifende Herausforderungen sind in Kapitel 4. dargestellt. Die in der Vorarlberger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel angeführten Handlungsempfehlungen decken sich im Allgemeinen sehr gut mit jenen der Nationalen Anpassungsstrategie idgF, deren Handlungsempfehlungen auf die spezifischen Gegebenheiten und Rahmenbedingungen in Vorarlberg heruntergebrochen wurden. Konkrete Umsetzungsmaßnahmen werden aufbauend auf der vorliegenden Strategie von den zuständigen Fachabteilungen des Amtes der Vorarlberger Landesregierung erarbeitet und in gemeinsamen Aktionsplänen vorgestellt.

2. Klimaentwicklung in Vorarlberg

Klimawandel findet statt. Gegenüber der vorindustriellen Periode (1850 bis 1900) hat die Temperatur in Österreich bzw. Vorarlberg im Zeitraum 1991 bis 2020 durchschnittlich bereits um rund 2 °C zugenommen. Allein rund +1,3 °C davon entfielen auf die Zeit ab dem Ende des 20. Jahrhunderts. Der Temperaturanstieg in Österreich und Vorarlberg ist stärker als im globalen Mittelwert, wo der Temperaturanstieg im Vergleichszeitraum rund ein Grad betrug. Dies ist vor allem auf eine schnellere Erwärmung der Landflächen als der Ozeane zurückzuführen (siehe Abb. 1).

Weil das Klimasystem ein sehr Träges ist und globale Entwicklungen an Landesgrenzen nicht Halt machen, wird der Klimawandel absehbar auch künftig weitergehen. Je nach Erfolg der internationalen Klimaschutzanstrengungen kann sich die Jahresmitteltemperatur bis zum Ende des 21. Jahrhunderts auf ca. dem heutigen Niveau stabilisieren oder aber sich um weitere 3 °C gegenüber dem Referenzzeitraum 1991 bis 2020 erhöhen. Derzeit steuern wir auf eine weitere weltweite Erwärmung zu, die für Österreich eine Temperaturzunahme um zusätzliche 2 bis 3 °C bis Ende des Jahrhunderts bedeutet.

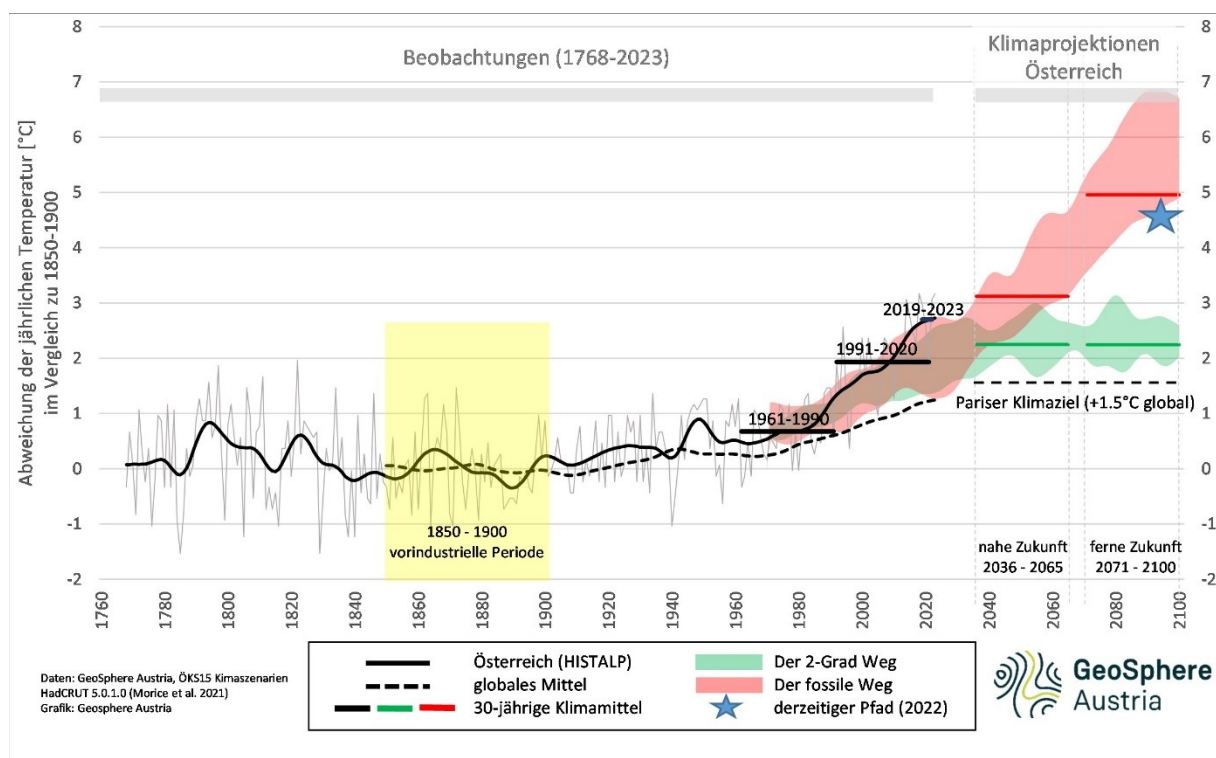


Abbildung 1 – Jahresmitteltemperatur in Österreich von 1768 – 2100.

Klimarückblick Vorarlberg

Die Beobachtungen und Messreihen zeigen, dass sich das Klima in Vorarlberg deutlich verändert hat. Dies soll durch fünf ausgewählte Indikatoren anhand einiger Lokalbeispiele aufgezeigt werden.¹

Jahresdurchschnittstemperatur

Die Jahresdurchschnittstemperatur stieg in Vorarlberg seit dem Ende des 19. Jahrhunderts an. Seit 1980 hat sich dieser Anstieg massiv beschleunigt und beträgt seither rund 0,5 °C pro Jahrzehnt. Der Anstieg betrifft alle Landesteile und Höhenstufen. Seit 1996 liegen alle Jahre über dem Mittelwert der Referenzperiode 1961 bis 1990. Neun der 10 wärmsten Jahre der gesamten Zeitreihe liegen im 21. Jahrhundert, wobei acht davon innerhalb der letzten 10 Jahre auftraten. Das im Mittel wärmste Jahr in Vorarlberg seit Messbeginn im Jahre 1876 war das Jahr 2022. Die durchschnittliche Temperatur hat in Vorarlberg seit 1980 mehr als doppelt so stark zugenommen wie im globalen Durchschnitt. Dies kann anhand der Messungen an der Station Feldkirch exemplarisch gezeigt werden (vgl. Abb. 2).²

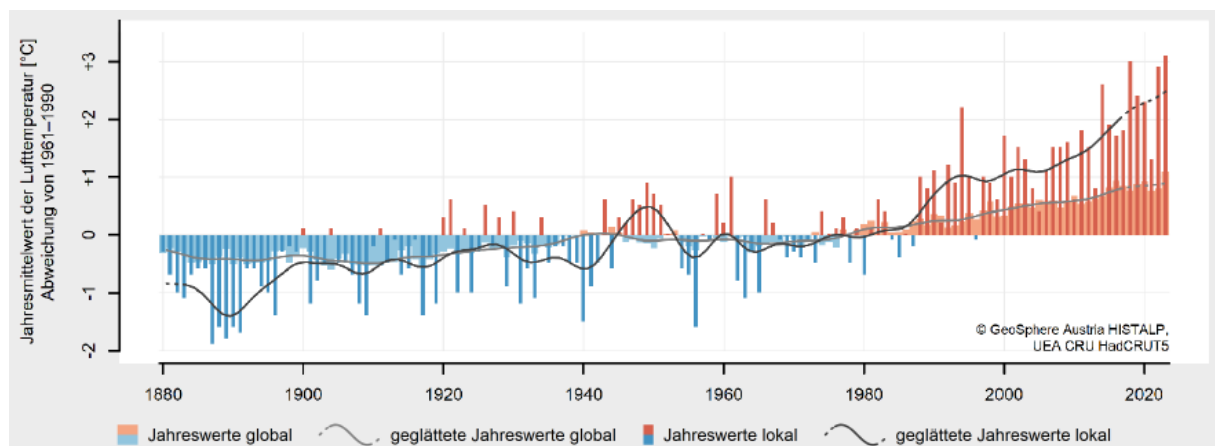


Abbildung 2 - Langfristige Entwicklung der Jahreswerte der Lufttemperatur global und in Feldkirch von 1880 bis 2023.³

Hitzewellen

Um Hitzewellen statistisch zu erfassen wird sehr oft die Methodik von Kysely verwendet. Vereinfacht gesagt, definierte Kysely eine Hitzewelle mit einer Serie von zumindest drei aufeinanderfolgenden Tagen über 30 °C, die von Tagen zwischen 25 und 30 °C unterbrochen werden können, solange die mittlere Maximaltemperatur in der gesamten Periode mindestens 30 °C ist. Jeder Tag dieser Hitzewelle wird als Kysely-Tag bezeichnet.⁴ Solche Hitzewellen, die in den Tieflagen des Rheintals und Walgaus im Zeitraum 1940 bis 2000 hinweg nur etwa alle 5 bis 8 Jahre auftraten, erfuhren im 21. Jahrhundert einen sprunghaften Anstieg. Im letzten Jahrzehnt 2013 bis 2023 trat im Rheintal bereits jedes Jahr eine Kysely-Hitzewelle auf. Dies zeigt exemplarisch eine Auswertung der Station Bregenz (Abb. 4). Im Jahr 2015 wurden in Bregenz sogar 25 Hitzewellentage gezählt.⁵

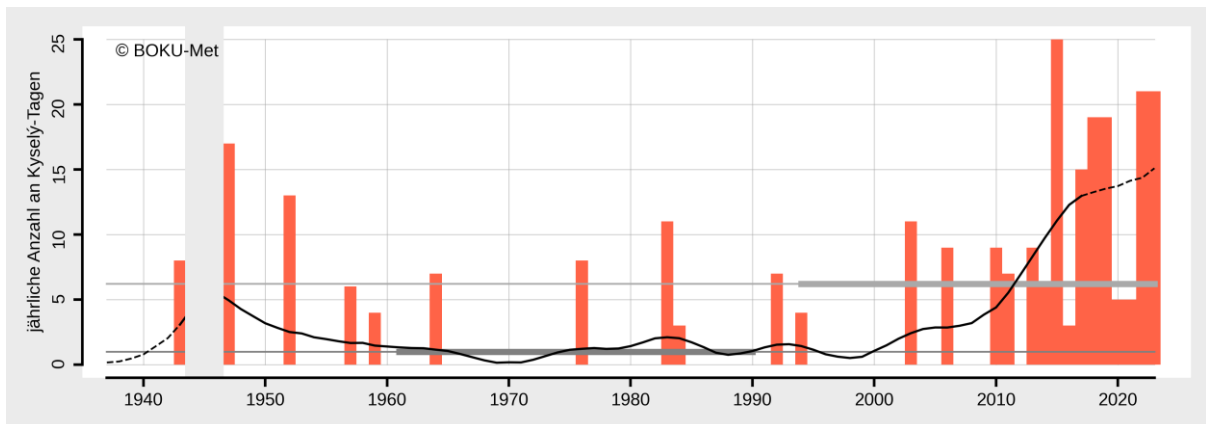


Abbildung 3 - Entwicklung der jährlichen Anzahl an Kysely-Tagen in Bregenz von 1936 bis 2023. Die Niveaus der Mittelwerte des Bezugszeitraumes 1961–1990 bzw. der letzten 30 Jahre 1994–2023 sind als dunkelgraue bzw. hellgraue Linien eingetragen. Jahre mit unzureichender Datenabdeckung sind ausgegraut.

Jahressumme des Niederschlags

Die Entwicklung der Jahresniederschlagssummen zeigen in Vorarlberg keinen signifikanten Trend, wie das Beispiel der Messstation Feldkirch exemplarisch zeigt (Abb. 5). Beim Jahresniederschlag treten sowohl starke Schwankungen von Jahr zu Jahr, als auch dekadische Schwankungen auf. Die jährlichen Abweichungen vom Mittelwert der Referenzperiode 1961 bis 1990 erreichten am Beispiel der Station in Feldkirch im gesamten Beobachtungszeitraum eine maximale Amplitude von $\pm 30\%$, die dekadischen Abweichungen erreichten in den letzten Jahrzehnten – in der Abbildung 5 als schwarze Linie eingezeichnet – eine Amplitude von $\pm 5\%$. Die Periode seit den 1960er Jahren war leicht feuchter als die Periode 1880 bis 1960. Der schwach ausgeprägte Trend zu höheren Jahresniederschlagsmengen wird allerdings von den starken Schwankungen von Jahr zu Jahr als auch von dekadischen Schwankungen überlagert, so dass nicht von einem signifikanten Trend gesprochen werden kann. Vorarlberg zählt insgesamt zu den regenreichsten Regionen Österreichs und dies hat sich auch durch den anthropogenen Klimawandel nicht geändert.

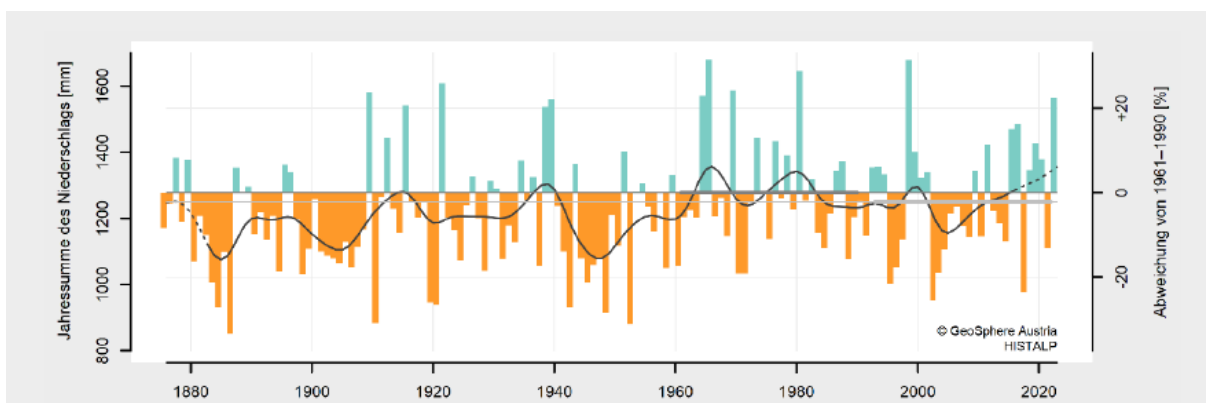


Abbildung 4 - Langfristige Entwicklung der Jahreswerte der Niederschlagssumme in Feldkirch vom Beginn instrumenteller Messungen bis 2023. Die Niveaus der Mittelwerte des Bezugszeitraumes 1961–1990 bzw. der letzten 30 Jahre 1993–2022 sind als dunkelgraue bzw. hellgraue Linien eingetragen.

Jährliche Anzahl an Starkniederschlägen

In Vorarlberg treten im Vergleich zu anderen Regionen in Österreich sehr häufig Starkniederschläge, also Tage mit zumindest 20 mm Niederschlag, auf. An derartigen Tagen kann es lokal zu Überflutungen kommen. Die im Vergleich zu anderen Regionen größere Häufigkeit von Starkniederschlägen liegt daran, dass in Vorarlberg selbst stratiforme Niederschläge oft Niederschlagsmengen von mehr als 20 mm am Tag bringen. Es sind also die großräumigen

Niederschläge dominant. Gewitter sind in Vorarlberg im Vergleich zu anderen Regionen in Österreich eher unterdurchschnittlich häufig. Mit 31 solcher Tage mit zumindest 20 mm Niederschlag liegt das Jahr 2023 auf Platz drei der zumindest 87 Jahre langen Aufzeichnungen für die Station Bregenz. Die letzten 30 Jahre zeigen einen ganz leichten, statistisch nicht signifikanten Anstieg gegenüber der Referenzperiode 1961 bis 1990 von etwa einem Tag.

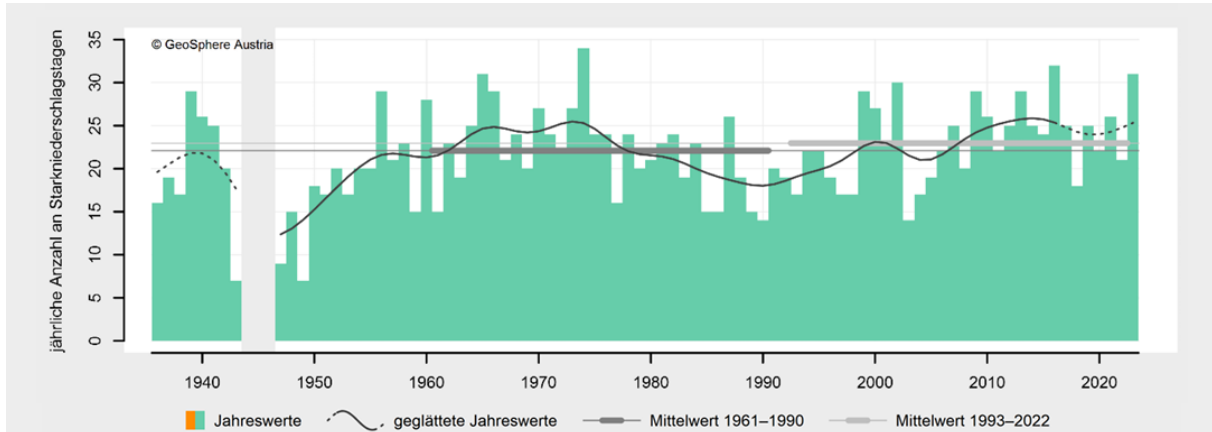


Abbildung 5 – Entwicklung der jährlichen Anzahl an Starkniederschlagstagen (unten) in Bregenz von 1936 bis 2023. Die Niveaus der Mittelwerte der Referenzperiode 1961–1990 bzw. der letzten 30 Jahre 1993–2022 sind als dunkelgraue bzw. hellgraue Linien eingetragen. Jahre mit unzureichender Datenabdeckung sind ausgegraut.

Maximale Fünf-Tages-Niederschlagssumme

Der Indikator „Maximale Fünf-Tages-Niederschlagssumme“ gibt Auskunft über das Hochwasserpotenzial für die großen Flusseinzugsgebiete innerhalb eines Jahres wie z. B. den Rhein. An der Station Feldkirch zeigt sich ein signifikanter Anstieg der Niederschlagssummen von rund 20 % seit der Referenzperiode 1961 bis 1990 (Abb. 7). Besonders auffallend sind die Jahre 2013 und 2023, in denen in Feldkirch jeweils mehr als 200 mm in 5 Tagen fielen. Vergleichbare Ereignisse reichen lange zurück, wie beispielsweise das Jahr 1906.

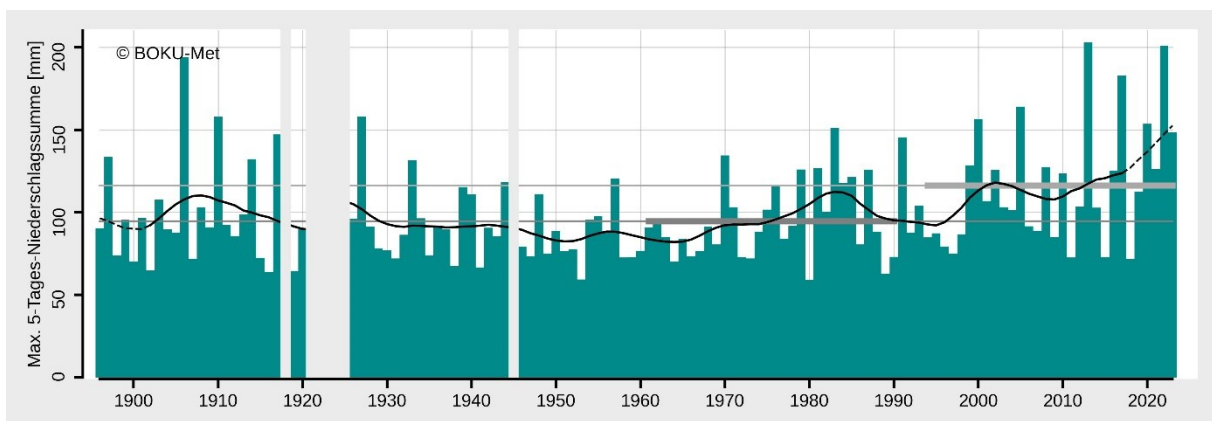


Abbildung 6 – Entwicklung der maximalen 5-Tagesniederschlagssumme in Feldkirch von 1896 bis 2023. Die Niveaus der Mittelwerte des Bezugszeitraumes 1961–1990 bzw. der letzten 30 Jahre 1994–2023 sind als dunkelgraue bzw. hellgraue Linien eingetragen. Jahre mit unzureichender Datenabdeckung sind ausgegraut.

Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr April bis September.

Der Indikator Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr April bis September ist ein Trockenheitsindikator für die Vegetationsperiode. Hierbei wird dem gefallenen Niederschlag die potenzielle Verdunstung gegenübergestellt. Bei Werten um Null oder darunter muss man mit

zumindest phasenweisen Trockenstress bei der Vegetation rechnen. Im langjährigen Mittel ist die Klimatische Wasserbilanz in Vorarlberg stark positiv, wobei sie in den letzten Jahrzehnten etwas abgenommen hat. Dies zeigt sich exemplarisch an der Station Feldkirch. Der Indikator unterliegt starken Schwankungen von Jahr zu Jahr. Auffällig ist, dass er erst im Jahr 1992 in Feldkirch das erste Mal leicht negativ wurde. Seither ist dies sowohl im Jahr 2003 als auch im Jahr 2018 aufgetreten.⁶ In den Jahren 2003 und 2018 gab es auch in Vorarlberg Trockenschäden in der Landwirtschaft.⁷

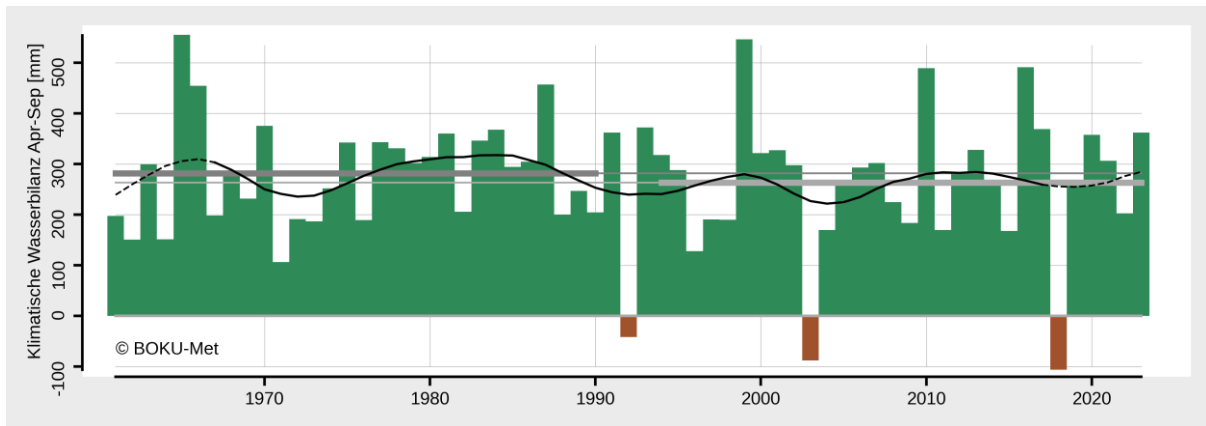


Abbildung 7 - Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag minus potentieller Evapotranspiration) in Feldkirch von 1961 bis 2023. Die Niveaus der Mittelwerte des Bezugszeitraumes 1961–1990 bzw. der letzten 30 Jahre 1994–2023 sind als dunkelgraue bzw. hellgraue Linien eingetragen.

Weitere Klimaindikatoren

Das Land Vorarlberg publiziert jedes Jahr einen „Klimarückblick Vorarlberg“ auf der Landeswebseite <https://www.vorarlberg.at/klimawandelanpassung>.

Mit dem Projekt „Klimapass“ gibt es im Vorarlberg Atlas zudem neu die Möglichkeit, sich für jeden Ort in Vorarlberg die Klimavergangenheit und auch die möglichen Klimaszenarien anzeigen zu lassen: <https://vorarlberg.at/-/atlas-vorarlberg>

Klimaszenarien für Vorarlberg

Für die Planung und Umsetzung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sind detaillierte Informationen zum künftigen Klima eine wichtige Grundlage. Die Österreichischen Klimaszenarien aus dem Jahr 2015 (ÖKS15) geben den letzten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis zu dem Thema wieder, wie sich der Klimawandel künftig in Österreich und Vorarlberg auswirken wird. Im Rahmen von ÖKS15 wurden zwei mögliche Entwicklungen der zukünftigen Treibhausgasemissionen berücksichtigt, angegeben als zusätzlicher Strahlenantrieb in Watt pro m² (diese Szenarien werden als Representative Concentration Pathways (RCP) bezeichnet):

- Der fossile Weg, in dem die globalen Emissionen stetig weiter steigen (RCP8.5);
- Ein Szenario mit wirksamen Klimaschutzmaßnahmen (RCP4.5), bei dem sich die Emissionen bis 2080 bei etwa der Hälfte des heutigen Niveaus einpendeln. Bei diesem Szenario wird jedoch noch nicht das Paris-Ziel von einer globalen Temperaturerhöhung von maximal 2 °C erreicht.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Strategie war eine Regionalisierung des Szenarios RCP2.6, in dem die Pariser Klimaziele eingehalten werden, auf die Bundesländer noch nicht verfügbar. Diese Daten werden mit den neuen Szenariendaten ÖKS26+ publiziert auf www.klimaszenarien.at und den Webseiten des Landes Vorarlberg: www.vorarlberg.at/klimawandelanpassung.

Entwicklung der Lufttemperatur inkl. Hitzewellen⁸

- Jahresmitteltemperatur: Basierend auf den Treibhausgas-Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 muss in Vorarlberg, ausgehend von einer Jahresmitteltemperatur über die gesamte Landesfläche in der Referenzperiode 1971 bis 2000 von 5 °C, bis Mitte des Jahrhunderts mit einem weiteren Anstieg der Jahresmitteltemperatur um 1,2 °C bis 1,4 °C gerechnet werden. Bis Ende des Jahrhunderts nimmt die Temperatur im Vergleich zur Referenzperiode 1971 bis 2000 je nach Szenario um 2,3 °C bis 4,2 °C zu (vgl. Abb. 8), wobei sie sich im Klimaschutzszenario zum Ende des Jahrhunderts stabilisiert und im fossilen Szenario auch nach der Jahrhundertwende weiterhin zunimmt. Die mittlere Temperaturzunahme ist in allen Jahreszeiten annähernd gleich.
- Hitzetage: Bei ungebremsst steigenden Treibhausgasemissionen wird es im Zeitraum zwischen 2071 und 2100 im Mittel 5 bis 28 Hitzetage, in tiefen Lagen, wo ein Großteil der Vorarlberger Bevölkerung lebt, bis zu 41 Hitzetage geben.⁹
- Klimaindizes, die Wärme ausdrücken: Für sämtliche temperaturinduzierte Parameter, wie beispielsweise Tropennächte, Sommertage oder Hitzewellen, ist mit deutlichen Zunahmen zu rechnen.
- Klimaindizes, die kalte Bedingungen ausdrücken: Kalte Temperaturextreme, wie Frostgefährdungstage oder die Normaußentemperatur, werden weiter abnehmen.

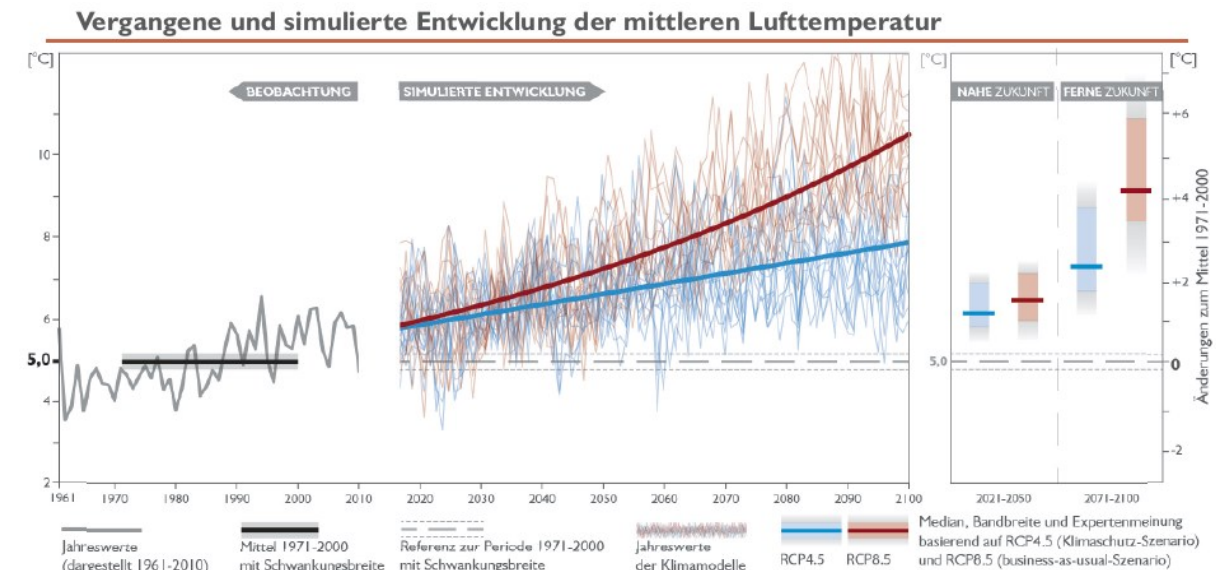


Abbildung 8 Vergangene und simulierte Entwicklung der mittleren Lufttemperatur in Vorarlberg.

Entwicklung der Niederschläge¹⁰

- **Mittlerer Jahresniederschlag:** Für den mittleren Jahresniederschlag ist in den Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 in naher und ferner Zukunft mit einer leichten Zunahme zu rechnen. Aufgrund der großen natürlichen Schwankungen im Jahresniederschlag ist jedoch eine statistisch signifikante Entwicklung (noch) nicht abbildbar. In der fernen Zukunft kommt es im Frühling beim fossilen Weg (Szenario RCP8.5) zu signifikanten Zunahmen von mehr als +10 % etwa im Bregenzer Wald und im Bereich des Walgau.
- **Niederschlagsform:** In tiefen und mittleren Lagen muss im Winter – vor allem zu Beginn und am Ende – vermehrt mit Regen statt Schnee (auch in höheren Lagen) gerechnet werden.¹¹
- **Gewitter:** Bei Gewittern, die i.d.R. nur von April bis September vorkommen, muss man aus physikalischen Gründen – Luft kann um 7 % mehr Wasserdampf pro Grad Erwärmung aufnehmen – mit einem Anstieg der Niederschlagsintensität rechnen. Auswertungen für Wien haben gezeigt, dass die Niederschlagsintensität bei kleinräumigen Starkniederschlägen sogar um 10 % pro Grad Erwärmung steigt.¹²
- **Großflächige Starkniederschläge:** Großflächige Starkniederschläge, die meist ganz Vorarlberg betreffen und die durch Tiefdrucksysteme vom Atlantik oder dem Mittelmeer verursacht werden und mehrere Tage anhalten können, werden durch den Klimawandel an Intensität zunehmen.¹³ Im Winterhalbjahr von Oktober bis April wird zudem auch noch die Häufigkeit dieser Ereignisse zunehmen.¹⁴ Durch die wärmeren Temperaturen wird in Zukunft bei derartigen Ereignissen auch die Schneefallgrenze deutlich höher liegen, sodass mit höheren Hochwasserwellen gerechnet werden muss.¹⁵

Entwicklungen weiterer Klimaindizes¹⁶

- **Heizgradtage:** Die Heizgradtage, die ein Maß für den Heizwärmebedarf eines Gebäudes während der Heizperiode sind, werden in den Treibhausgas-Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 bis Mitte des Jahrhunderts im Vergleich zur Referenzperiode 1971 bis 2000 im Flächenmittel um 9 bis 10 % und bis Ende des Jahrhunderts um 17 bis 30 % abnehmen.

- Kühlgradtage: Den Heizgradtagen entgegen steigen die Kühlgradtage, die ein Maß für den Kühlenergiebedarf eines Gebäudes während der warmen Jahreszeit sind, vor allem in den tieferen Lagen an und somit steigt auch der Energiebedarf für Gebäudekühlung. Im Flächenmittel beträgt die Zunahme je nach Klimaszenario bis Ende des Jahrhunderts rund 40 % bis 90 % im Vergleich zum Zeitraum 1981 bis 2010, wobei in tiefen Lagen Werte jenseits der +240 % erreicht werden. Bis zur Mitte des Jahrhunderts beträgt die Zunahme ca. 30 bis 40 %.¹⁷
- Vegetationsperiode: Die Vegetationsperiode von 185 Tagen im Landesmittel in der Referenzperiode 1971 bis 2000 wird in den Treibhausgas-Szenarien RCP4.5 und RCP8.5 bis Mitte des Jahrhunderts um rund 10 % auf rund 200 Tage und bis Ende des Jahrhunderts um 18 bis 34 % auf 220 bis 250 Tage zunehmen.
- Schneedeckendauer: Aufgrund der globalen Erwärmung ist sowohl eine weitere Abnahme der Schneedeckendauer als auch der Anzahl der Stunden, die sich für technische Beschneigung eignen, zu erwarten. Generell sind tiefere Lagen durch die Auswirkungen stärker betroffen als höhere Lagen, wobei lokalklimatische Effekte im Einzelfall untersucht werden müssen, um konkrete Aussagen über einzelne Skigebiete machen zu können.¹⁸
- Sonnenscheindauer: Neben Änderungen der Temperatur und im Niederschlagsgeschehen, nimmt auch die Sonnenscheindauer insgesamt signifikant zu.

3. Aktivitätsfelder der Klimawandelanpassung

Landwirtschaft

Landwirtschaft und Klima sind untrennbar miteinander verbunden. Daraus ergeben sich Folgewirkungen, welche die Vorarlberger Landwirtschaft und die bäuerlichen Betriebe in der gesamten Produktionskette berühren. Die in Vorarlberg dominierende Grünlandwirtschaft ist gegenüber neuen oder vermehrt auftretenden Schädlingen sowie gegenüber Unwettern vergleichsweise widerstandsfähig. Dennoch ist auch hier künftig mit zunehmenden Risiken durch längere Hitzeperioden und damit verbundenen Ertragseinbußen zu rechnen. Zunehmende Extremwetterereignisse führen punktuell auf landwirtschaftlich genutzten Flächen zu Einschränkungen der Bewirtschaftungsmöglichkeiten. Der klimatische Wandel wirkt sich nicht nur auf Böden und Pflanzen aus, auch die Tierhaltung ist betroffen.

Ziel des Aktivitätsfelds Landwirtschaft ist es, die Resilienz der landwirtschaftlichen Produktionssysteme gegenüber klimatischen Veränderungen nachhaltig zu stärken.¹⁹

1. Auswirkungen des Klimawandels

Niederschläge und Wasserverbrauch

- Hitzestress und Wasserverbrauch: Die Anzahl der Hitzetage hat deutlich zugenommen. Höhere Temperaturen führen zu höheren Verdunstungsraten und damit zu einem höheren Wasserverbrauch bei Pflanzen und Tieren.
- Niederschläge: Mittelfristig wird von einer Abnahme der Sommerniederschläge ausgegangen. Anhaltende Wasserknappheit im größeren Ausmaß wird in Vorarlberg dank genügend Niederschlägen und großen Wasserspeichern derzeit nicht erwartet.
- Bewässerungsbedarf: Da für die pflanzliche Produktion im Acker-, Gemüse- und Obstbau eine kontinuierliche Wasserversorgung erfolgsentscheidend ist, wird der Bedarf für Bewässerungen bzw. landwirtschaftliche Wasserentnahmen steigen.

Vegetationsperiode

- Vegetationsperiode: Die steigenden Temperaturen haben in allen Höhenlagen zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode geführt. Diese Veränderung ist bereits heute anhand phänologischer Beobachtungen bei Pflanzen und Tieren erkennbar.
- Grünlanderträge: Im niederschlagsreichen, grünlanddominierten Vorarlberg ist in der Landwirtschaft mit Ertragszuwächsen zu rechnen. Die Futtererträge in höheren Lagen bis hinauf ins Alpgelände steigen infolge der verlängerten Vegetationsperiode an.
- Erweiterte Anbaumöglichkeiten: Durch die Temperaturzunahme und die Verlängerung der Vegetationsperiode werden der Acker-, Obst- und Gemüsebau sowie der Anbau von Spezialkulturen in Vorarlberg attraktiver und das potenzielle Sortenspektrum im pflanzlichen Lebensmittelbereich wird erweitert.

Belastungen für Tiere

- Hitzebelastung für Tiere: Häufige und lange andauernde Hitzeperioden können bei landwirtschaftlichen Nutztieren die Leistung verringern, das Krankheitsrisiko erhöhen und zu vermehrtem Auftreten von Parasiten führen.

- Neu auftretende Schadorganismen: Steigende Temperaturen in Verbindung mit milden Wintern begünstigen das Auftreten, das Überwintern und die Verbreitung von neuen Schadorganismen in Anbausystemen und bei Nutztieren wie zum Beispiel Schadinsekten, Unkräuter, Stechmücken oder Zecken.
- Anfälligkeit für Krankheiten bei Pflanzen und Tieren: Neue Tierkrankheiten wie die Blauzungenkrankheit bei Schafen und Rindern oder neue Pflanzenschädlinge wie die Kirschessigfliege haben in Vorarlberg bereits Schäden verursacht. Ebenso hat der Engerlingfraß im trockenen, flachgründigen Grünland zugenommen.

Erschwerte Bewirtschaftung und Schäden:

- Verteilung des Niederschlags: Starke bis extreme Niederschlagsereignisse in ungleichmäßiger Verteilung treten vermehrt auf, verbunden mit lokalen Überschwemmungen, Bodenerosion, Ertragseinbußen und Bewirtschaftungserschwerissen.
- Erosion: Die landwirtschaftlichen Nutztiere können auf stark durchnässten Böden nur noch eingeschränkt weiden, da die Grasnarbe durch den Tritt verletzt wird und dies zusätzlich die Erosion fördert.
- Gemüseanbau: Im Gemüsebau wird vermehrt ein geschützter Anbau in Folientunneln und Glashäusern erforderlich, im Obstbau wird der Bedarf an stationären und mobilen Schutzeinrichtungen steigen.
- Schäden durch Wetterextreme: Das Risiko von Ertragseinbußen im Grünland, Acker-, Gemüse- und Obstbau durch Sturm, Hagel, Frost, Trockenheit, Hitze und Starkniederschläge nimmt tendenziell zu. Als Folge davon steigt der Bedarf für anlassbezogene Entschädigungszahlungen und Versicherungsleistungen für die Landwirtschaft als Kompensation für Ertragseinbrüche durch Bund und Länder.

2. Handlungsempfehlungen

In den sechs strategischen Handlungsfeldern der Vorarlberger Landwirtschaftsstrategie „Landwirt.schafft.Leben“ werden die untenstehenden Maßnahmen zur Stärkung einer klimafitten Landwirtschaft genannt.

GAP-Strategieplan 2023+

Über den GAP-Strategieplan werden unter anderem erhöhte Umwelt- und Klimaziele leistungsorientiert abgegolten und Anreize für eine ressourcenschonende Landwirtschaft sowie eine nachhaltige ländliche Entwicklung gesetzt. Speziell im Agrarumweltprogramm „ÖPUL“ werden mehrere Maßnahmen zur Förderung einer klimawandelangepassten Bewirtschaftung für die bäuerlichen Betriebe angeboten. Ziel ist eine hohe Teilnahmerate der Vorarlberger Landwirtschaftsbetriebe an diesen ÖPUL-Maßnahmen.

Forschung und Vernetzung

Die Teilhabe an Forschungsprojekten zur Bereitstellung wissenschaftlicher Grundlagen zu hitzetoleranten Pflanzen, zur Züchtung klimafitter Kulturpflanzen, neuen Krankheiten, Schaderregern und der Tiergesundheit im Klimawandel wird fortgesetzt, beispielsweise im Rahmen der

Internationalen Bodenseekonferenz (IBK) und der Bund-Bundesländerkooperationen. Die Vernetzung mit Interessierten und Betroffenen im Bereich Landwirtschaft und Klimawandel wird intensiviert (z. B. mit HBLFA Raumberg-Gumpenstein, BOKU Wien).

Bildung, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit

Die Vermittlung von Informationen über die Folgen des Klimawandels und mögliche Anpassungsmaßnahmen ist entscheidend, um präventives Handeln zu fördern. Dafür braucht es eine breite Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit sowie eine gezielte Integration des Themas in die landwirtschaftliche Beratung und Ausbildung.

Standortangepasste Alpbewirtschaftung

Die standortangepasste und flächendeckende Bewirtschaftung der Alpfächen trägt wesentlich dazu bei, Risiken wie Bodenerosion, Muren und Lawinen zu verringern. In Zeiten des Klimawandels gewinnt die Sicherstellung einer verlässlichen Wasserversorgung auf den Alpen – sowohl in Bezug auf Qualität als auch Quantität – zunehmend an Bedeutung. Sie ist eine zentrale Voraussetzung für den Erhalt einer funktionierenden Alpwirtschaft in Vorarlberg, insbesondere mit ihrem hohen Anteil an Milchkuh- und Sennalpen.

Quantitativer Bodenschutz und Bodengesundheit

Den gesunden Boden als Grundlage für die Lebensmittelproduktion und als größten Kohlenstoffspeicher gilt es zu erhalten. Generell wichtig ist daher ein sparsamer Umgang mit Grund und Boden. Der quantitative Bodenschutz wird ergänzt durch den qualitativen Bodenschutz mit Maßnahmen zur Verbesserung und zum Schutz der Bodengesundheit. Wichtige Aspekte sind bodenschonende landwirtschaftliche Bewirtschaftungspraktiken, geschlossene Nährstoffkreisläufe und eine sachgerechte Düngung.

Förderung der Tiergesundheit

Mit den sich verändernden klimatischen Verhältnissen ist ein besonderes Augenmerk auf die Verringerung der thermischen Belastung landwirtschaftlicher Nutztiere in Kombination mit einer artgerechten, stressfreien Haltung zu legen. Dies erfordert Aufmerksamkeit bei der Planung und Bewirtschaftung von Stallungen, im Wasser- und Weidemanagement, sowie in der Fütterung, Haltung, und Zucht der landwirtschaftlichen Nutztiere.

Schutz vor Krankheiten und Schädlingen

Das sich verändernde Klima und die zunehmende Globalisierung des Welthandels begünstigen die Einfuhr, natürliche Ausbreitung und Etablierung von Schaderregern an Pflanzen und Tieren auch in Regionen, in denen diese bisher noch nicht verbreitet waren. Beim Auftreten neuer Schädlinge an Pflanzen oder Tieren ist schnelles Handeln notwendig. Dies knüpft an die Förderung und Ausweitung bestehender Warndienste und Monitoringsysteme. Gleichzeitig gilt es die Widerstandsfähigkeit durch den Erhalt von vielfältig gegliederten Kulturlandschaften und den Einsatz vielfältiger ökologischer Maßnahmen zur Schädlingsbekämpfung zu gewährleisten.

Wasserversorgung und Wassermanagement

Landwirtschaftliche Nutztiere sind mit ausreichend frischem Wasser sowohl im Stall als auch auf der Weide zu versorgen. Besonders in Regionen und Lagen mit geringem Wasseraufkommen ist entsprechend vorzusorgen. Ebenso sind Vorbereitungen auf einen künftig steigenden Bedarf an

landwirtschaftlichen Wasserentnahmen für die Bewässerung und den Frostschutz von pflanzlichen Kulturen zu treffen. Auch die Forcierung von Pflanzenarten und -sorten mit effektiverer Wasserausnutzung in der Fruchtfolge sowie das Achten auf wassersparendes Begrünungsmanagement gewinnen an Bedeutung.

Betriebliches Risikomanagement

Ein effektives landwirtschaftliches Risikomanagement und eine starke betriebliche Resilienz sind das Produkt aus einer Vielzahl an gesetzten Maßnahmen: Hierzu zählen die Diversifizierung (z. B. unterschiedliche Betriebszweige oder Kulturen), der Anbau von widerstandsfähigeren und ggf. an die neuen Bedingungen angepassten Sorten, die Umsetzung von Schutzmaßnahmen (z. B. Hagelnetze, Bewässerungssysteme), das Nutzen von Wettervorhersagen sowie Beratungs- und Weiterbildungsmaßnahmen, der Fokus auf die eigenen betrieblichen Ressourcen (z. B. eigene Futtergrundlagen) und die Absicherung gegen witterungsbedingte Produktionsausfälle (z. B. Dürre-, Hagel- oder Frostversicherung).

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Umsetzung der Vorarlberger Landwirtschaftsstrategie „Landwirt.schafft.Leben“;
- Hohe Teilnahme an klimarelevanten Maßnahmen im GAP-Strategieplan 2023+;
- Gezielte Forschung und Vernetzung im Bereich Landwirtschaft und Klimawandelanpassung;
- Bildung, Beratung und Öffentlichkeitsarbeit zu Landwirtschaft und Klimawandelanpassung;
- Standortangepasste Alpbewirtschaftung;
- Quantitativer Bodenschutz und gesunde Böden;
- Förderung der Tiergesundheit;
- Schutz vor Krankheiten und Schädlingen;
- Ausreichende Wasserversorgung und optimiertes Wassermanagement;
- Effektives landwirtschaftliches Risikomanagement.

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Landwirtschaft und ländlicher Raum im Amt der Vorarlberger Landesregierung.

Forstwirtschaft

Die Auswirkungen des Klimawandels, z. B. Extremereignisse wie Stürme, Hitze, Trockenperioden, Waldbrände, Nassschneeereignisse, Spätfröste, Starkniederschläge und deren Folgen, werden immer deutlicher mess- und spürbar.²⁰ In der Folge haben in den letzten Jahren auch die Schäden durch die Massenvermehrung des Borkenkäfers in Vorarlberg und in ganz Europa stark zugenommen. Zusätzlich treten – auch aufgrund des Wachstums globaler Handelsströme – in den Vorarlberger Wäldern bisher unbekannte Schadorganismen wie der Pilz *Hymenoscyphus fraxineus*, der das Eschentriebsterben verursacht oder der Nordische Borkenkäfer vermehrt auf. Diese Veränderungen erfordern schon heute Maßnahmen im Forstschutz und zur Vorbereitung auf das Eintreten von Schadensereignissen sowie die Bewältigung ihrer Folgen. Im Hinblick auf die erwartbaren Klimaänderungen müssen Stabilität und Resilienz der Waldökosysteme gestärkt werden. Der Schlüssel für die Klimafitness des Waldes liegt in der nachhaltigen Bewirtschaftung mit dem Ziel, strukturreiche Mischwälder zu erhalten oder zu schaffen.

1. Auswirkungen des Klimawandels

Im Rahmen einer Stärken-Schwächen Analyse (SWOT) zur Vorarlberger Waldstrategie 2030+ wurden in Bezug auf das Thema Klimawandel und -anpassung die nachstehenden Auswirkungen²¹ dokumentiert:

- Im österreichischen und europäischen Vergleich hohe Niederschläge;
- Die Wuchsverhältnisse im Wald verbessern sich in mittleren und höheren Lagen durch die längere Vegetationsperiode und die steigende Waldgrenze;
- Zunahme an Waldflächen und Holzzuwachs;
- Vermehrte Extremereignisse wie Starkregen oder Dürreperioden;
- Vermehrter Trockenstress;
- Erhöhte Gefahr von Kalamitäten durch Schadorganismen;
- Einwanderung oder Einbringung invasiver Neobiota;
- Insektensterben als Risikofaktor hinsichtlich des Verlustes von Nützlingen;
- Erhöhte Waldbrandgefahr.

2. Handlungsempfehlungen

Die Forstabteilung des Landes Vorarlberg hat dem Umgang mit dem Klimawandel drei Kapitel in ihrer Waldstrategie 2030+ gewidmet²², die im Folgenden zusammengefasst wiedergegeben sind.

Auswirkungen der Klimaveränderung bewältigen

Im Mittelpunkt dieses Kapitels der Forststrategie stehen der Forstschutz und die Vorbereitungen auf das Eintreten von Schadensereignissen sowie die Bewältigung ihrer Folgen. Es geht darum, Wissen zu generieren und zu vernetzen, Maßnahmenpläne zu entwickeln, die notwendigen Infrastrukturen zu

errichten, die Bildung zu verstärken und Kooperationen in der Aufarbeitungs- und Vermarktungskette auszubauen.²³

Die Waldökosysteme an die Klimaveränderung anpassen

- Standortangepasste Mischwälder: Im Hinblick auf die erwartbaren Klimaänderungen müssen Stabilität und Resilienz der Waldökosysteme gestärkt werden. Standortwidrige Monokulturen (z. B. reine Fichtenbestände in Tieflagen) sind besonders gefährdet und müssen umgewandelt werden. Dabei sind potentiell natürliche, standortangepasste Mischwälder mit einer hohen Baumarten- und Strukturvielfalt sowie einer hohen genetischen Diversität anzustreben.
- Wildmanagement: Damit der Wald seine verschiedenen Funktionen bestmöglich erfüllen kann, muss die Naturverjüngung aller verfügbaren und standortsangepassten Baumarten gewährleistet sein. Dazu müssen die Wildbestände an den jeweiligen Lebensraum angepasst werden.
- Klimawandelangepasste Bestandesbegründung: Schlüsselfaktoren zur Gestaltung von langfristig stabilen Waldbeständen sind eine klimawandelangepasste Bestandesbegründung sowie die rechtzeitige Pflege der stammzahl- und artenreichen Jungbestände. Dabei wird die genetische Vielfalt und Anpassungsfähigkeit heimischer Arten sowie von Arten aus angrenzenden Klimazonen genutzt. Als zusätzliche Option werden geeignete Gastbaumarten verantwortungsvoll erprobt und integriert. Neben der Anwendung bekannter waldbaulicher Möglichkeiten sollen auch innovative, arbeitssparende Verfahren verstärkt in der Beratung und Bewirtschaftung zum Einsatz kommen.²⁴

Wald, Waldböden und Holz als CO₂-Senke, -Speicher und zur Substitution von CO₂ nutzen

- Kaskadische Nutzung: Wälder speichern enorme Mengen an Kohlenstoff, da Holz zu rund 50 Prozent aus Kohlenstoff besteht. In Form von CO₂ wird Kohlenstoff bei der Photosynthese aus der Atmosphäre von den Bäumen aufgenommen. Das geerntete Holz und die kaskadische Nutzung von Holzprodukten sowie die Substitution von CO₂-intensiven Baustoffen leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Bindung und Senkung von Treibhausgasen. Die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes wird damit zu einer effektiven Klimaschutzmaßnahme. Modelle zur CO₂-Bilanzierung und Kompensation können dabei unterstützend wirken.
- Bodenschonende Bewirtschaftung: Dem Schutz des Bodens und einer bodenschonenden Bewirtschaftung des Waldes kommt eine besondere Bedeutung zu, da gesunde Böden zugleich Kohlenstoffspeicher und Produktionsgrundlage sind. Zum Bodenschutz im Wald gehören eine überlegte Baumartenwahl, die Minimierung von Bodenschäden und des Nährstoffentzuges bei der Holzernte sowie die Anwendung von Methoden zur Bewirtschaftung des Dauerwaldes. Die Erhöhung des Mischwaldanteils unterstützt den Humusaufbau der Waldböden. Entsprechende Pflegemaßnahmen zur Steigerung der Wertleistung von Laubholzbeständen helfen, die Einbringung von Laubbaumarten zu attraktiveren.
- Moorschutz: Als besonders hochwertige Treibhausgasspeicher sind an dieser Stelle Waldfeuchtgebiete und Waldmoore hervorzuheben, deren Erhaltung und Wiederherstellung gefördert werden soll.

Vorsorgemaßnahmen zur Prävention und Bekämpfung von Waldbränden

Hinsichtlich der Waldbrandgefahr wurde in den vergangenen Jahren im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft von der BOKU-Wien gemeinsam mit dem Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) eine Modellierung der Waldbrandgefährdung auf Gemeindeebene erarbeitet. Als Grundlage dienen 5 Basiskarten hinsichtlich unterschiedlicher Waldbrand-Risikofaktoren, die zu einer Gesamtrisikoaabschätzung verschnitten werden können. Die Pläne können seit August 2023 unter www.waldatlas.at öffentlich eingesehen werden.²⁵

Basisschließung der Wälder

Eine ausreichende Basiserschließung der Wälder dient nicht nur einer kleinflächigen und nachhaltigen Bewirtschaftung, sondern ist auch wichtig zur Bekämpfung von Waldbränden und dem raschen Eingreifen bei Borkenkäferbefall. Das Wegenetzes sollte dahingehend geprüft werden und Neubauten auch nach diesen Gesichtspunkten bewertet werden.

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Erstellung und Umsetzung von Maßnahmenplänen für Schadereignisse wie Windwurf, Borkenkäferbefall, Schneebruch, Starkregenereignisse und Waldbrand;
- Errichtung notwendiger Infrastrukturen wie Nass- und Trockenlagerplätze, Löscheinrichtungen für Waldbrände, Feinerschließungen und Begehungssteige;
- Aufbau eines Monitorings von Waldschäden;²⁶
- Weiterentwicklung der naturnahen Waldbewirtschaftung unter Berücksichtigung einer dynamischen Waldgesellschaftsentwicklung;
- Erhöhung des Anteils an klimaresistenten heimischen Baumarten im Rahmen von Aufforstungs- und Waldpflegemaßnahmen;
- Erprobung und Integration von Gastbaumarten in unsere Waldökosysteme auf Grundlage von wissenschaftlichen Empfehlungen;
- Umsetzung der Waldpflegeoffensive sowie Entwicklung eines Waldpflegedienstleistungsangebots für Kleinprivatwaldflächen;
- Unterstützung regionaler waldbezogener Initiativen zur Klimawandelanpassung (z. B. Klimawandel-Anpassungsmodellregionen (KLAR!)-Regionen);²⁷
- Zulassung von Waldentwicklung auf landwirtschaftlich ungenutzten Böden im Bereich der sich dynamisch entwickelnden Waldgrenze zur Speicherung von CO₂ und zur Verbesserung des Hochwasserrückhalts;
- Verstärkte Beratung der Personen mit Waldeigentum zur Erhaltung und Verbesserung von Waldfeuchtgebieten und -mooren als CO₂-Speicher, z. B. mittels Waldfachplänen.²⁸

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Forstwirtschaft.

Wasserwirtschaft

Die Wasserwirtschaft zählt zu den vom Klimawandel unmittelbar betroffenen Aktivitätsfeldern, allerdings wird dieser in Vorarlberg aufgrund der auch künftig hohen Niederschlagsmengen keinen generellen Wassermangel verursachen. Die Versorgung gilt grundsätzlich als gesichert, jedoch könnten Engpässe bei bestimmten Wasserversorgungsanlagen, welche auf Quellen angewiesen sind und keine Verbindung zu anderen Anlagen besitzen, auftreten. Eine leichte Abnahme der Grundwasserneubildung bei gleichzeitig steigendem Wasserbedarf für die Landwirtschaft und Beschneidungen ist zu erwarten. Eine quantitative Übernutzung ist nicht erwartbar. Die Wahrscheinlichkeit für kleinräumige Starkregenereignisse wird zunehmen. Eine Verlagerung der Niederschlagsmenge vom Sommer in den Winter wird erwartet. Bei gleichbleibenden Jahresniederschlagsmengen wird ein Auftreten von ausgeprägten Nass- und Trockenphasen erwartet. Der Bodensee wird in seinem Temperaturhaushalt beeinflusst, wobei bei gleichbleibend niedriger Nährstoffkonzentration mittelfristig keine gravierenden negativen Auswirkungen zu erwarten sind. Die Gletscherschmelze wird weiter voranschreiten.

1. Auswirkungen des Klimawandels

Trinkwasserversorgung:

- Jahresniederschlag: Aktuell vorliegende Studien zu den relevanten Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft in Österreich und in der Schweiz zeigen bis zum Jahr 2100 ein ähnliches Bild: Bei der Jahresniederschlagsmenge wird es im Alpenraum zu keinen großen Änderungen kommen, jedoch ist eine Verlagerung der Niederschlagsmenge von den Sommermonaten in die Wintermonate erwartbar.
- Schüttungsmengen: Bei Quellen ist bei längeren Hitzeperioden und hoher Verdunstung damit zu rechnen, dass die bisherigen Minima der Schüttungsmengen unterschritten werden. Bei Wasserversorgungsanlagen, die nur auf Quellen angewiesen sind und über kein zweites ausreichendes Quellvorkommen oder über keine Verbundleitung zu einer anderen Wasserversorgungsanlage mit ausreichendem Dargebot verfügen, können Engpässe auftreten.

Abwasserentsorgung und Regenwasserableitung

- Pluviale Hochwässer: Die Zunahme von Starkniederschlägen kann im Starkregenfall zur Überlastung der Regenwasser- oder Mischwasserkanalsysteme und dadurch zu einem erhöhten Risiko lokaler Überflutungen in Siedlungsgebieten führen. Außerhalb des Siedlungsraumes kann bei Starkregenereignissen nicht das gesamte Niederschlagswasser vom Boden aufgenommen werden, der größte Teil des Wassers fließt oberflächlich ab. Dieses Oberflächenwasser kann zu Überschwemmungen und Sachschäden im Siedlungsraum führen.
- Kanalsystem: Während längeren Trockenperioden kann es zu verstärkten Ablagerungen im Kanalsystem kommen, die erst bei nachfolgenden Niederschlagsereignissen stoßweise in die Kläranlagen transportiert werden bzw. über Regenentlastungen in die Gewässer abgeleitet werden.²⁹
- Muren: Im Bereich von Hang- und Berggebieten ist neben der Hangwasserproblematik mit vermehrten Murgängen zu rechnen.

- Geschiebeeinträge: Durch die Zunahme von Ereignissen ist zukünftig mit steigenden Erhaltungskosten für die Schutzbauten und Geschiebeauffangbecken zu rechnen.

Hochwasserschutz

- Abflüsse: Als Folge des Klimawandels werden durch die höheren Niederschläge im Winter und den Anstieg der Schneefallgrenze in den Wintermonaten häufiger mittlere bis hohe Abflüsse auftreten.
- Starkregen: Es gibt ein erhöhtes Risiko für kleinräumige Starkregen.
- Hochwasserrisiko: Ob relevante Änderung der Frequenz und Spitzen von großen Hochwasserabflüssen zu erwarten sind, ist Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen sind aufgrund aktueller Ereignisse und Unsicherheiten, u. a. hinsichtlich der Abhängigkeit von der Einzugsgebietsgröße, vorgesehen.
- Schutzwälder: Die Stabilität der Schutzwälder kann infolge einer zunehmenden Eintrittswahrscheinlichkeit und Dauer von Phasen der Trockenheit durch Schädlinge und Waldbrände stark beeinträchtigt werden.

Oberflächenwasser

- Wassertemperaturen: In den Oberflächengewässern kommt es parallel zur Lufttemperatur zu einem Anstieg der Wassertemperatur. Die Temperatur des Bodensees hat sich im Vergleich der Zeiträume 1962 bis 1989 und 1990 bis 2023 am Messpunkt im Obersee in Fischbach-Uttwill in etwa 0,5 m Tiefe um etwa 1,3 °C erhöht. Weitere Zunahmen der Temperaturen sind zu erwarten.³⁰
- Bodenseeschichtung: Längere und wärmere Sommer sowie kürzere und mildere Winter verstärken und verlängern die thermische Schichtung im Bodensee. Im Bodensee kommt es als Folge der warmen Winter zu weniger und unvollständigen Durchmischungen und so zu einem verminderten Nachschub von Sauerstoff in die Tiefe.
- Ökologie: In Bezug auf Gewässer als Lebensräume ist die Wassertemperatur einer der wichtigsten Faktoren. Laichverhalten, Entwicklungsdauer, Schlüpfertag sowie Wachstum der Fische sind temperaturabhängig. Verschiedene Fischarten, aber auch Kleinlebewesen haben unterschiedliche Temperaturbereiche, bei denen ihr Stoffwechsel optimal abläuft. Außerhalb dieses Optimums sind die Organismen einem physiologischen Stress ausgesetzt. Überschreiten die Temperaturen längerfristig die obere Grenze des Optimums, verschwinden anspruchsvolle Arten aus dem Gewässer, wärmeliebende Arten können hingegen von dieser Entwicklung profitieren. Erhöhte Temperaturen und verschärfte Niederwasserverhältnisse in den Fließgewässern verringern auch die Resilienz der Gewässerorganismen gegen stoffliche Einträge.³¹
- Wasserführung: Im Sommer treten längere Hitzeperioden mit hohen Verdunstungsraten, reduzierter Wasserführung und starker Erwärmung der Oberflächengewässer auf. Der Anstieg der Schneefallgrenze im Winter führt zu höherer Wasserführung im Winterhalbjahr.³²

- Wasserstände: Im Bodensee zeigen Beobachtungen der letzten Jahre bereits eine Entwicklung hin zu höheren Wasserständen im Winter und niedrigeren Wasserständen im Sommer.³³

Grundwasser

- Grundwasserspiegel: In den Hitzejahren 2003 und 2018 wurden beim Grundwasserstand die Minimalspiegel erreicht, relevante Engpässe bei der Wasserversorgung – abgesehen von lokalen Defiziten – gab es jedoch keine.
- Grundwasserneubildungsrate: Durch die Abnahme der Niederschlagsmengen im Sommer und die Zunahme der Hitzetage ist künftig mit einer stärkeren Verdunstung und somit einer geringfügigen Abnahme der Grundwasserneubildungsrate zu rechnen.
- Nutzungsdruck: Mit der Klimaerwärmung steigt der Druck, das Grundwasser für die Bewässerung von Landwirtschaftsflächen sowie für Beschneidungen im Winter zu nutzen. Durch die Zunahme der Lufttemperatur steigt der Bedarf für Gebäudekühlungen. Eine vermehrte Nutzung von Grundwasser zur Kühlung kann im Abstrombereich der Kühlwasserversickerungen zu einer zusätzlichen Erwärmung des Grundwassers führen. Mildere Winter führen zu einer früheren Blüte von Obstbäumen. Einsetzender Spätfrost kann daher zu großen Schäden an Obstbaumkulturen führen. Zum Schutz der Obstkulturen werden vermehrt Frostberegnungsanlagen eingesetzt, die einen hohen Wasserbedarf aufweisen. Zu einem großen Teil wird dieser mit Grundwasser abgedeckt.
- Gletscherschmelze: Das Abschmelzen der Gletscher sowie eventuell ausbleibende Schneemengen können die Grundwasserquantität im Süden des Landes, vor allem in Kombination mit Trockenjahren, negativ beeinflussen.
- Grundwassertemperatur: Eine Zunahme der Wassertemperatur konnte auch für das Grundwasser gemessen werden.

2. Handlungsempfehlungen

Trinkwasserversorgung

- Vermeidung von Engpässen bei Wasserversorgungsanlagen durch die Erhöhung der quantitativen Versorgungssicherheit, wie etwa durch die Umsetzung von Verbundleitungen bzw. zweiten Standbeinen.

Abwasserentsorgung und Regenwasserableitung

- Verminderung der Überlastung von Regenwasser- oder Mischwasserkanalsystemen und dadurch Verringerung des Risikos von lokalen Überflutungen in Siedlungsgebieten durch dezentrale Rückhaltemaßnahmen sowie durch Maßnahmen der Entsiegelung und Versickerung vor Ort, wo dies aufgrund der Untergrundverhältnisse möglich ist;
- Entfernung verstärkter Ablagerungen im Kanalsystem durch entsprechende technische Maßnahmen.

Angepasste Dimensionierung der Drainagesysteme und Begleitmaßnahmen

- Von Seiten der öffentlichen Hand stellt die ausreichende Dimensionierung der Kanal- und Drainagesysteme eine wichtige Handlungsempfehlung dar. Um der Überlastung bestehender Kanalisationssysteme hinsichtlich intensiverer Starkregenereignisse Sorge tragen, soll im Neubau eine möglichst hohe Versickerung auf Eigengrund erfolgen. Bei Oberflächenwassereinleitungen ins Fließgewässer ist eine Retention zu berücksichtigen.

Hochwasserschutz

- Durch bauliche Maßnahmen, insbesondere durch Flussraumaufweitungen, soll der Schutz vor Hochwasser verbessert werden. Generell wird der Schutz gegen den Bemessungsabfluss (100-jährliches Hochwasser) unter Berücksichtigung der Geschiebeprozesse angestrebt. Im Einzugsgebiet von Wildbächen werden zusätzlich die Murprozesse mitberücksichtigt;³⁴
- Da die Möglichkeiten der Vorsorge durch Schutzwasserbauten begrenzt sind, sollen im Rahmen des integralen Hochwasserschutzes weitergehende Schutzmaßnahmen durch einen privaten Objektschutz und den Katastrophenschutz mitberücksichtigt werden. Die räumliche Vorsorge, insbesondere die Freihaltung von natürlichen Überflutungsflächen oder von zukünftig für schutzwasserbauliche Maßnahmen erforderlichen Flächen, ist ebenso ein wesentliches Standbein des Hochwasserschutzes (z. B. Blauzone, rot-gelb schraffierter Funktionsbereich)³⁵;
- Umsetzung zusätzlicher Pflegemaßnahmen bzw. falls notwendig ergänzender Schutzbauten zur Erhöhung der Stabilität der Schutzwälder;
- Berücksichtigung von Erkenntnissen wissenschaftlicher Untersuchungen zu bestehenden Unsicherheiten in Bezug auf Frequenz und Spitzen von Hochwasserabflüssen in der weiteren Planung.

Oberflächengewässer

- Aufgrund der weniger häufigen und unvollständigen Durchmischungen und deswegen vermindertem Nachschub von Sauerstoff in die Tiefe als Folge der warmen Winter ist es für den Bodensee wesentlich, dass die Nährstoffbelastung insgesamt nicht erhöht wird und die Gewässerschutzmaßnahmen am See und im gesamten Einzugsgebiet konsequent aufrechterhalten werden.
- Restriktive Beurteilung von Wasserentnahmen aus Fließgewässern bzw. von Restwassermengen bei Wasserkraftwerken bei neuen Projekten aber auch bei bestehenden Wasserkraftwerken, insbesondere bei Neukonzessionierungen;
- Beschattung sowie naturnahe Strukturierung der Gewässer durch standortgerechte Ufergehölze und Schaffung von Niederwasserrinnen, um der Erwärmung und Verdunstung sowie den einhergehenden negativen Entwicklungen für die Gewässerökologie entgegenzuwirken;
- Forcierung von Renaturierungen und Revitalisierungen in Fließgewässern, um den natürlichen Wasserrückhalt zu erhöhen und naturnahe Gewässerlebensräume zu schaffen. Abgestimmte Planung und entsprechend tiefgreifende Beurteilung von Flussaufweitungen;

- Technologieoffene Chancendiskussion über klimaresiliente Infrastrukturlösungen.

Grundwasser

- Regelmäßige Kontrolle der Einhaltung bestehender wasserrechtlicher Bewilligungen.

Übergreifende Ziele

- Erhöhung der Wertschätzung, des positiven Bewusstseins, der Eigenverantwortung der Bevölkerung im Umgang mit Wasser sowie der Akzeptanz gegenüber wasserwirtschaftlichen Maßnahmen durch die Umsetzung von Projekten im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit, wie zum Beispiel:
 - UNO-Tag des Wassers;
 - NEPTUN Wasserpreis;
 - Bereitstellung von Fachinformation (u. a. durch Broschüren und Vorträge);
 - Ausarbeitung und Verbreitung von Unterrichtsmaterialien;
 - Durchführung von fachspezifischen Schulexkursionen;
 - Weiterführung der Kooperation mit der inatura;
 - Bewusstseinsbildung Neobiota (Neophyten und Neozoen).
- Koordination von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen (Hochwasserschutz, Energiewirtschaft, Naturschutz, Landwirtschaft, etc.) auf Gewässereinzugsgebietsebene, um die Nutzungen und Planungen verschiedener Interessenten und Betroffenen auch auf die Anforderungen zur Klimawandelanpassung sicherzustellen.

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Sicherung der Wasserversorgung durch Erschließung neuer Vorkommen, Errichtung zweiter Standbeine von Quellen und Brunnen sowie von Verbundleitungen zwischen Versorgungsunternehmen;
- Konsequente Fortsetzung aller Maßnahmen des integralen Hochwasserschutzes;
- Berücksichtigung der Zunahme von kleinräumigen Starkregen, Hangwasser und Murgängen;
- Unterstützung von Maßnahmen des privaten Objektschutzes, der Entsiegelung, Versickerung und des Rückhaltes von Regenwasser zur Verhinderung von Überflutungen im Siedlungsgebiet;
- Beschattung der Gewässer durch Ufergehölze zur Reduktion der Erwärmung;
- Restriktive Beurteilung von Wasserentnahmen aus Fließgewässern;
- Konsequente Erhaltung und, wo nötig, laufende Anpassung der Gewässerschutzmaßnahmen zur Verhinderung zusätzlicher stofflicher Belastungen;
- Fortsetzung des flächendeckenden Grundwassermonitorings zur Überwachung der Nutzungen, vor allem auch der Einflüsse von Kühlwassernutzungen;
- Fortführung der Projekte im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit zur Information und Bewusstseinsbildung.

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Wasserwirtschaft.

Tourismus

Tourismus und Klimawandel stehen in einer vielfältigen Wechselbeziehung. Einerseits ist der Tourismus ein Wirtschaftszweig, der vom Klimawandel betroffen ist bzw. sein wird. Andererseits beeinflusst der Tourismus als einer von vielen Sektoren die Umwelt- und Klimaentwicklung des Landes. In diesem Zusammenhang soll das touristische Angebot an veränderte Rahmenbedingungen angepasst werden.³⁶ Kernziele der Vorarlberger Tourismusstrategie im Themenfeld Klimaschutz und Klimawandelanpassung sind die Intensivierung der klimafreundlichen und nachhaltigen Entwicklung auf allen Ebenen des Tourismus und die Entwicklung eines ganzjährigen Qualitätstourismus mit einer gesunden Balance zwischen einem hochwertigen touristischen Angebot während des ganzen Jahres und hoher Verantwortung für Natur und Umwelt.³⁷

1. Auswirkungen des Klimawandels in Vorarlberg

Witterungsabhängigkeit

Der Klimawandel beeinflusst bereits heute u. a. die natürliche Schneebedeckung insbesondere in tieferen Lagen, das winterliche Landschaftsbild sowie die Dauer sommerlicher Schönwetterperioden in Vorarlberg.³⁸ Im Tourismus in Vorarlberg wurde bereits frühzeitig auf eine möglichst hohe Unabhängigkeit von Angeboten in Bezug auf regionale sowie saisonale Witterungsphänomenen hingearbeitet, u. a. durch ganzjährige touristische Angebote.

Wintersport

Abhängig von den globalen Treibhausgasemissionen ist sowohl eine weitere Abnahme der Schneedeckendauer als auch der Anzahl der Stunden, die sich für technische Beschneigung eignen, zu erwarten. Generell sind tiefere Lagen durch die Auswirkungen stärker betroffen als höhere Lagen, wobei lokalklimatische Effekten im Einzelfall untersucht werden müssen, um konkrete Aussagen über einzelne Skigebiete machen zu können.

Extremwetter

Durch die zunehmende Häufigkeit und Intensität kleinräumiger Extremwetterereignisse könnten die Kosten für die Instandhaltung alpiner Infrastrukturen wie z. B. Wanderwege, Zufahrten oder Wasserversorgung ansteigen.

Sommerfrische

Die Auswirkungen des Klimawandels stellen aber nicht nur Herausforderungen dar, sie bieten auch gewisse Chancen. Der Sommertourismus könnte beispielsweise von klimatischen Vorteilen in höheren Lagen profitieren.

2. Handlungsempfehlungen

Ausbau des Ganzjahrestourismus

Ziel ist ein ganzjähriger Qualitätstourismus mit einer gesunden Balance zwischen einem hochwertigen touristischen Angebot während des ganzen Jahres und hoher Verantwortung für Natur und Umwelt. Die im Sommer und in der Zwischensaison liegenden Potenziale sollen zum Ausbau des Ganzjahrestourismus stärker genutzt und das vielfältige touristische Angebot im Winter auf hohem Niveau gehalten und weiterentwickelt werden.

Forcierung einer nachhaltigen Positionierung von Destinationen und Betrieben

Damit im Tourismus wirksame Beiträge für Klimaneutralität und umweltfreundliche bzw. nachhaltige Entwicklung gesetzt werden können, sollen Unterstützungssysteme geschaffen und ausgebaut werden, welche die Wettbewerbsfähigkeit des Tourismusstandortes Vorarlberg weiterhin gewährleisten (u. a. Zertifizierungen).³⁹

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

Die gesamten Maßnahmen sind in der Tourismusstrategie dargestellt. Wesentliche Maßnahmen, die die Klimawandelanpassung und den Klimaschutz im Tourismus betreffen sind:

- Forcierung von Beratungsdienstleistungen und Produktentwicklungen im Hinblick auf den Ausbau des Ganzjahrestourismus in Destinationen;⁴⁰
- Förderung von Destinationen und Betrieben zur Stärkung des Ganzjahrestourismus;
- Forcierung von Nachhaltigkeitszertifizierungen auf Destinations- und Betriebsebene.

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten.

Energieproduktion und -bedarf – Fokus Elektrizitätswirtschaft

Für Vorarlberg wird keine signifikante Veränderung der Wasserkraftproduktion durch den Klimawandel erwartet. Trotz vergleichbarer Jahresniederschlagsmengen kann sich die Stromproduktion insgesamt durch eine Zunahme von Wetterextremen aber leicht reduzieren.⁴¹ Ziel des Aktivitätsfelds Energie ist die Sicherstellung der Energieversorgung und der für die Energiewirtschaft notwendigen Infrastruktur in Bezug auf Klimawandelfolgen. Wichtige Aktivitätsfelder sind der forcierte Ausbau erneuerbarer Energieträger und der Energiespeicherung, die Sicherstellung der Klimaresilienz der Energieinfrastruktur sowie die forcierte Weiterführung der Aktivitäten im Bereich Energieeffizienz.

1. Auswirkungen des Klimawandels

Abflussverhalten:

- Jahresabfluss: Im mittleren Jahresabfluss zeigen sich nur sehr schwache Trends, mit geringen Abnahmen im Westen, Norden und Süden Österreichs.⁴² Die Jahresauswertung der monatlichen Abflüsse zeigt für Vorarlberg einen gering positiven Trend im Norden; im Süden ist er gleichbleibend.
- Saisonaler Abfluss: Saisonal zeigen sich Verschiebungen im Abfluss, mit einer Zunahme in den Wintermonaten und einer Abnahme im Sommer.⁴³

Stromproduktion

- Stromproduktion aus Wasserkraft: Für die Stromproduktion durch Wasserkraft werden in Vorarlberg innerhalb der jährlichen Schwankungsbreiten keine signifikanten Veränderungen erwartet. Die Gletscherschmelze wird keine wesentliche Auswirkung auf die Wasserkraftproduktion haben, da diese nur einen geringen Anteil an der Wasserfracht hat. Trotz vergleichbarer Jahresniederschlagsmengen kann sich die Stromproduktion insgesamt durch eine Zunahme von Wetterextremen aber leicht reduzieren⁴⁴, da bei Hochwassersituationen auf Grund von Sicherheitsvorkehrungen für Anlagenteile die Ausbauwassermenge kurzzeitig nicht mehr zur Stromerzeugung genützt werden kann.
- Stromproduktion aus Photovoltaik: Aufgrund der signifikant zunehmenden Sonnenscheindauer gewinnen PV-Anlagen auch aus wirtschaftlicher Sicht eine bedeutendere Rolle in der Stromproduktion. Selbst nicht optimal exponierte (Dach-) Flächen könnten wirtschaftlich nutzbar werden. Hier sind potentielle Chancen zu nützen.

Extremwetter

- Extremwetterereignisse: Intensivere und häufigere extreme Wetterereignisse können auf die Energieinfrastruktur negativ einwirken.

Geschiebeeintrag

- Geschiebeeintrag: In den Regionen Silvretta und Brandnertal ist ein Rückgang der Gletschermasse und -ausdehnung feststellbar. Aufgrund der Gletschervorfelder und des Auftauens von Permafrostböden im Bereich der Wasserkraftanlagen, insbesondere der Wassereinzüge, wird tendenziell eine Zunahme des Geschiebeeintrags beobachtet.⁴⁵ Aufgrund der Gletscherschmelze und des sich fortsetzenden Auftauens der Permafrostböden

nimmt der Geschiebeeintrag in die Gewässer tendenziell zu und kann lokal in Kombination mit Extremwetterereignissen zu erhöhten Geschiebeeinstößen führen.

Stromverbrauch

- Klimaanlageneinsatz: Die immer häufiger eingesetzten Klimaanlage treiben den Stromverbrauch europaweit in die Höhe und zunehmende Hitzeperioden führen auch in Vorarlberg zu einer Steigerung des Klimaanlageneinsatzes. Dem rückläufigen Stromverbrauch aufgrund tendenziell milderer Winter wirkt die zunehmende Elektrifizierung (Dekarbonisierung) der Raumwärme entgegen.
- Strombedarf für Kühlung: Der Strombedarf für Kühlung im Sommer wird sich weiter erhöhen. Der Heizenergiebedarf für Gebäude im Winter wird tendenziell zurückgehen. Aufgrund des steigenden Anteils an Wärmepumpen wird der Strombedarf für die Wärmeerzeugung in der kalten Jahreszeit weiter steigen. In Mitteleuropa können Hitzeperioden aufgrund des zunehmenden Kühlbedarfs zu Spitzenlasten führen, während es gleichzeitig bei Laufkraftwerken zu Erzeugungseinbußen aufgrund des geringeren Wasserdargebots und bei thermischen Kraftwerken zu Verfügbarkeitseinschränkungen aufgrund von Kühlwasserproblemen kommen kann. In diesen Zeiten kommt den Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken eine wichtige Rolle bei der Versorgungssicherheit zu.

2. Handlungsempfehlungen

Dezentralisierung und Diversifizierung der Energieversorgung

Die Dezentralisierung und Diversifizierung der Energieversorgung und der Energieinfrastruktur sind auch aus dem Blickwinkel der Anpassung ein wichtiger Aspekt zur Resilienzsteigerung.⁴⁶ Beim Ausbau von Anlagen zur Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen gilt es dabei auf einen Mix aus Sonne, Wind und Wasserkraft zu achten, der auch unter schwierigen meteorologischen Rahmenbedingungen funktioniert und mit dem wetterbedingte Produktionsschwankungen gut ausgeglichen werden können. Bewusstseinsbildung zur Bedeutung der Energieinfrastruktur sowie zum Ausbau der erneuerbaren Energieträger soll die Akzeptanz in der Bevölkerung steigern.

Resilienz der Energieinfrastruktur

Zum Schutz der Energieinfrastruktur gegen Extremwetterereignisse ist das in Vorarlberg vorhandene engmaschige und erdverkabelte Verteilernetz wesentlich. Für die Instandhaltung und Verbesserung sind die notwendigen Investitionen einzuplanen. Die erhöhte Sedimentfracht aufgrund Gletscherschmelze und des Auftauens der Permafrostböden erfordert ein praktikables und nachhaltiges Geschiebe- und Sedimentmanagement.

Ausbau der Energiespeicherung und der Transportnetze

Aufgrund der zunehmend erforderlichen Flexibilität für die Netzregelung, bedingt durch die Integration vieler erneuerbarer und volatiler Erzeugungsanlagen, wird den Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken in Zukunft noch mehr Bedeutung zukommen. Die Konzentration der Niederschläge wird zunehmen. Speicher können dazu beitragen, den Konzentrationseffekt von Starkniederschlägen abzufedern und die Flexibilität im System zu bewahren.⁴⁷

Neben dem raschen Ausbau der Energiespeicherung wird eine verbesserte Netzinfrastruktur in Form intelligenter Transport- und Verteilernetze (Smart Grids) und ein adaptiertes Stromnetzmanagement notwendig.⁴⁸

Ökologische Anforderungen

Saisonale Veränderungen des Wasserdargebots können die Einhaltung der strengen ökologischen Anforderungen für die Wasserkraft herausfordernder und komplexer machen. Zusätzlich bedingt der zunehmende Ausbau von fluktuierender erneuerbarer Erzeugung einen hochflexiblen Einsatz der steuerbaren Wasserkraftwerke. Ökologische Vorgaben sollen daher gegenüber Auswirkungen auf Flexibilität und Erzeugungseinbußen in eine maß- und sinnvolle Relation gesetzt und deren Verhältnismäßigkeit geprüft werden.

Energieeffizienz

Der Stromverbrauch des Sektors Gebäude soll trotz der Entwicklung hin zu Stromanwendungen (z. B. Digitalisierung) stabil gehalten werden. Im Bereich Gebäude sollen auf eine Vermeidung aktiver Gebäudekühlung hingearbeitet werden (vgl. Aktivitätsfeld „Bauen und Wohnen“). Im Rahmen einer Fortsetzung der Energiesparaktivitäten sollen auch Effizienzerhöhungen im Bereich Dienstleistungen und Gewerbe weiter vorangetrieben werden.

Geschiebebewirtschaftung

Verbesserung und Vereinfachung der Geschiebebewirtschaftung (Geschiebehaushalt, Geschiebetransport, Räumung, Einbringung in den Unterlauf, wirtschaftliche Verwertung) unter Berücksichtigung ökologischer Grundsätze. Rechtliche Vereinfachung aller Maßnahmen zur Geschiebebewirtschaftung im Interesse der Sicherheit nach Hochwasserereignissen.⁴⁹

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Konsequente Fortsetzung des Ausbaus erneuerbarer Energieträger sowie der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung ausreichender Energie und Netzstabilität;
- Erhalt der Kapazität und Flexibilität heimischer Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke, Ausbau derselben sowie Optimierung der bestehenden Wasserkraftanlagen in technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht;
- Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung zur Bedeutung der Energieinfrastruktur sowie zum Ausbau der erneuerbaren Energieträger als Beitrag zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit;
- Berücksichtigung des Spannungsfeldes zwischen flexibler Energieproduktion und gewässerökologischen Vorgaben im Rahmen der Behördenverfahren;
- Förderung von Energieeffizienzmaßnahmen bei Betrieben (inkl. Kühlung).

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Wasserwirtschaft;

Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten - Fachbereich Energie und Klimaschutz.

Bauen und Wohnen

Auch im Aktivitätsfeld Bauen und Wohnen sind in Vorarlberg die Folgen des Klimawandels bereits messbar. Anpassungen beim Bauen und Sanieren werden vor allem in Bezug auf Starkregen und Überhitzung notwendig. Mit einer wirksamen Verschattung, hoher Albedo, guter Wärmedämmung und Begrünungsmaßnahmen können Innenräume vor sommerlicher Überhitzung geschützt und auf aktive Raumkühlung in den meisten Fällen verzichtet werden. Gelingt es nicht, eine Überwärmung zu verhindern, so gilt es, die notwendige Kühlung möglichst energieeffizient bereitzustellen. In Sachen Starkregen zeigen die Erfahrungen der letzten Jahre, dass Überschwemmungen auch abseits von Gewässern stattfinden können. Maßnahmen von kommunaler Seite wie z. B. die Ertüchtigung des Kanalsystems können oft nur begrenzten Schutz bieten, so dass auch die Eigenverantwortung eine wichtige Rolle spielt.

1. Auswirkungen des Klimawandels

Naturgefahren

- Pluviale Hochwasser: Ein erheblicher Anteil aller Hochwasserschäden in Österreich resultiert aus Oberflächenabflüssen, die zu sogenanntem „pluvialem Hochwasser“ führen. Oberflächenabfluss ist im Vergleich zu „fluvialem“ Hochwasser nicht auf klar abgrenzbare Gebiete beschränkt, sondern kann überall auftreten⁵⁰ und z. B. durch Kellerschächte und Tiefgarageneinfahrten in Gebäude eindringen. In Zukunft wird es vermehrt zu starken bis extremen Niederschlägen kommen. Kann das Regenwasser nicht schnell genug abfließen, drohen Überschwemmungen, auch abseits von Fließgewässern. Die Wahrscheinlichkeit von kleinräumigen Überflutungen und daraus resultierenden Schäden an Gebäuden wird zunehmen.
- Kanalisation: Im Siedlungsraum ist die Kanalisation ab einer gewissen Niederschlagsintensität überlastet und das Regenwasser kann nicht mehr durch die Kanalisation abgeführt werden. Es kommt zum Rückstau und zur Überflutung von Straßen. Häuser, die keine entsprechenden Rückstauventile eingebaut haben, werden unter Umständen aus den Abwasserrohren geflutet.
- Erosionsprozesse: Die Zunahme an Starkniederschlägen beschleunigt Erosionsprozesse. Damit verbunden sind Naturgefahren wie Murenabgänge oder Rutschungen.

Hitzebelastung

Durch den Temperaturanstieg sowie vermehrte Hitzetage und Tropennächte gewinnt die Problematik der Überhitzung von Gebäuden und Wohnungen zunehmend an Bedeutung. Die negativen Auswirkungen reichen von Komforteinbußen über ernste gesundheitliche Folgen bis hin zu steigendem Stromverbrauch durch Klimaanlage.

Energieverbrauch

Die Erderwärmung bewirkt in Vorarlberg wärmere Winter und damit einen niedrigeren Heizenergiebedarf.

2. Handlungsempfehlungen

Schutz vor Starkregen

Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass Überschwemmung auch abseits von Gewässern stattfinden können (sog. pluviale Hochwasser). In der Regel können solche Überflutungen relativ einfach und günstig entweder von vornherein bei der Gebäudeplanung oder im Nachhinein durch leichte bauliche Adaptierungen vorgebeugt werden. Wichtige Maßnahmen zum Schutz vor Überschwemmungen v. a. bei Neubauten sind die Fernhaltung des Wassers von den Gebäuden durch eine wassersensible Geländegestaltung, den Rückhalt und die Versickerung von Regenwasser sowie durch Wassersperren gegen das Eindringen von Wasser von höherliegenden Flächen am Grundstück und die Minimierung und den Schutz von Gebäudeöffnungen unterhalb der Rückstauenebene. Im Bestand kann es einfacher sein, durch z. B. wasserdruckdichte Türen, Rückstauverschlüsse die Gebäudehülle abzudichten.

Schutz von Gebäuden vor sommerlicher Überhitzung

Die zur Kühlung von Gebäuden verwendete Energie macht schon jetzt einen großen Teil des Energieverbrauchs im Sommer aus. Ein großer Teil des Kühlbedarfs lässt sich durch bauliche Maßnahmen und angepasstes Verhalten vermeiden. Zu den wirksamen Maßnahmen zählen eine gut gedämmte Gebäudehülle, eine hohe Albedo der Gebäude, außenliegende Verschattungen, eine optimierte Wahl der Größe, Lage und Ausrichtung der Fensterflächen, Schattenbäume sowie die Nutzung der Verdunstungsleistung von Pflanzen am oder um das Gebäude beziehungsweise eine naturnahe Umgebungsgestaltung. Besonders wichtig ist der Überhitzungs-Schutz von Gebäuden, die vulnerable Bevölkerungsgruppen beherbergen, wie z. B. Kindergärten oder Altersheime (siehe dazu auch Kapitel „Soziale und gesundheitliche Aspekte des Klimawandels“).

Klimaverträglich Kühlen

Durch bauliche Maßnahmen und angepasstes Verhalten ist der Bedarf an Raumkühlung grundsätzlich weitgehend vermeidbar. Gelingt es jedoch nicht, eine Überwärmung zu verhindern, so gilt es, die notwendige Kühlung möglichst energieeffizient bereitzustellen. Zu den effizienten Kühlmethoden zählt die passive Kühlung mit Wärmepumpe (auch free cooling genannt) sowie die aktive Kühlung mit Wärmepumpen. Es ist sinnvoll, Kühlgeräte mit Photovoltaik zu kombinieren.

Bauwerksbegrünungen

Bauwerksbegrünung wie z. B. Gründächer, Dachgärten und begrünte Fassaden sind in mehrerer Hinsicht relevant als Anpassungsmaßnahmen gegen den Klimawandel. Sie verbessern das Mikroklima am Gebäude, unterstützen das Regenwassermanagement und sind als Sonnenschutz wirksam.

Verwandte Handlungsempfehlungen

- Abwasserentsorgung und Regenwasserableitung sowie Angepasste Dimensionierung der Drainagesysteme und Begleitmaßnahmen (Aktivitätsfeld Wasserwirtschaft);
- Lebensqualität in den Ballungsräumen durch eine umsichtige Siedlungsentwicklung sicherstellen (Aktivitätsfeld Raumplanung);
- Retentionsflächen sichern und erweitern (Aktivitätsfeld Raumordnung);

- Forcierung einer nachhaltigen Raumentwicklung unter verstärkter Einbeziehung der Gefahrenzonenplanung und Risikodarstellung sowie Stärkung des Bewusstseins für Naturgefahren und Restrisiken sowie der Eigenvorsorge (Aktivitätsfeld „Schutz vor Naturgefahren“);
- Reduktion von weiterer Flächeninanspruchnahme, Bodenversiegelung (Aktivitätsfeld Raumordnung).

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Dämmstandards für Gebäude als Schutz vor Überhitzung;
- "Sommerlichen Überwärmungsschutz" bei Wohngebäuden z. B. durch Verwendung von außenliegenden Jalousien, Raffstoren, Rollläden oder Fensterläden;
- Schutz von Gebäuden gegen Niederschlagswässer und Vorsorge vor Überflutungen als Planungsvoraussetzung und Schutzziel;
- Beratungsangebote und Bewusstseinsbildung zum Thema Klimawandelanpassung und Gebäude, insbesondere im Bereich sommerliche Überwärmung, Dachbegrünung sowie Schutz von Gebäuden gegenüber Niederschlagswässern;
- Fortsetzung der Unterstützung klimawandelangepasster öffentlicher Gebäude im Rahmen des Kommunalen Gebäudeausweises (KGA);
- Förderung der thermische Gebäudesanierungen und von Verschattungen im Zusammenhang mit Fassaden- oder Fenstersanierungen im Rahmen der Vorarlberger Wohnbauförderung;⁵¹
- Regenwassermanagementprojekte.

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Raumplanung und Baurecht;

Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten – Fachbereich Energie und Klimaschutz;

Abteilung Wasserwirtschaft (Schutz von Gebäuden gegen Niederschlagswässer);

Abteilung Finanzangelegenheiten u. Gemeindeverband (KGA).

Schutz vor Naturgefahren

Vorarlberg hat in Bezug auf den Umgang mit Naturgefahren bereits heute ein hohes Schutzniveau. Nach den Hochwässern 2005 wurden die Bemessungswerte zur Dimensionierung der Hochwasserschutzmaßnahmen an den Hauptgewässern des Landes angepasst.⁵² In den Schutzwasserbau und Maßnahmen der Wildbach- und Lawinenverbauung sind in Vorarlberg in den letzten 20 Jahren in Summe rund 700 Millionen Euro geflossen.⁵³ Ziel der Landesregierung im Aktivitätsfeld Schutz vor Naturgefahren ist es, das hohe Schutzniveau der Bevölkerung und des Lebensraums durch eine konsequente Umsetzung von Schutzbauprojekten auch unter sich verändernden klimatischen Bedingungen aufrechtzuerhalten. Schutzbauten können Naturgefahren bis zu einem definierten Schutzziel vermindern. Ein 100-prozentiger Schutz vor Naturgefahren ist dadurch jedoch nicht möglich und entsprechende Restrisiken bleiben immer bestehen.

1. Auswirkungen des Klimawandels in Vorarlberg

Hydrologische Naturgefahren: Hochwasser, Muren, Starkregen

Siehe Aktivitätsfeld Wasserwirtschaft

Gravitative Naturgefahren: Rutschungen, Setzungen, Steinschlag, Felssturz, Lawinen sowie klimabezogene Naturgefahren: Hitze, Trockenheit, Wald-/Flächenbrand, Sturm, Hagel, Blitz, Schnee-/Eislast, Spätfrost, Schädlingskalamitäten und invasive Arten

- Bei den meisten meteorologischen Indikatoren für wetterbedingte Störereignisse zeigt sich durch den Klimawandel ein Anstieg. Eine Ausnahme stellt dabei das Auftreten von Sturmspitzen dar, bei denen keine größeren Veränderungen zu erwarten sind.
- Detailliertere Aussagen zur Veränderung von Naturgefahren-Risiken im Zusammenhang mit dem Klimawandel sind mit dem „Zweiten Österreichischen Sachstandsbericht zum Klimawandel“ zu erwarten, der 2026 publiziert werden soll.

Klimabezogene Naturgefahren: Hitze, Trockenheit, Wald-/Flächenbrand, Sturm, Hagel, Blitz, Schnee-/Eislast, Spätfrost, Schädlingskalamitäten und invasive Arten

Bei den meisten meteorologischen Indikatoren für wetterbedingte Störereignisse zeigt sich durch die Klimaerwärmung ein Anstieg. Eine Ausnahme stellt hier das Auftreten von Sturmspitzen dar, bei denen noch kein Langzeittrend beobachtet werden konnte.⁵⁴

Kosten und Schadenspotenziale

- Kosten für Schutzmaßnahmen: In Zukunft wird der finanzielle Aufwand für den Hochwasserschutz und für den Schutz vor Naturgefahren in der Tendenz weiter steigen, da insbesondere lokale bzw. regionale Starkregenereignisse mit Überflutungen in kleinen Einzugsgebieten zunehmen werden.⁵⁵
- Schadenspotenziale: 6,7 % der Gebäude österreichweit liegen in Gefahrenzonen der Wildbach- und Lawinenverbauung, 13,5 % der Hauptwohnsitze in HQ100 Zonen. In Vorarlberg ist besonders in den höher gelegenen Gebirgstälern Vorarlbergs der Anteil der Baulandreserven in Gefahrenzonen der Wildbach- und Lawinenverbauung oft sehr hoch.⁵⁶ Durch den stetigen Anstieg der Objektwerte in Gefahrenzonen steigt das Schadenspotenzial

selbst im Falle einer gleichbleibenden Frequenz und Magnitude von Hochwässern, Muren, Steinschlag, Felssturz oder Rutschungen an.

2. Handlungsempfehlungen

Hochwasserschutz

Siehe Aktivitätsfeld „Wasserwirtschaft“.

Gravitative Naturgefahren: Rutschungen, Setzungen, Steinschlag, Felssturz, Lawinen

Gemeinsam mit Bund und Gemeinden investiert das Land seit jeher auch massiv in den Schutz von Siedlungsräumen, betrieblicher Infrastruktur und Verkehrswegen vor gravitativen Naturgefahren – seien es alpine Schutzwaldprojekte im Verantwortungsbereich der Abteilung Forstwirtschaft oder Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag oder Vermurungen im Verantwortungsbereich der Abteilung Straßenbau bis hin zu Lawinenverbauungen. Mit den Schutzbauten sollen bestehende Gefahren wie Steinschlag, Muren, Hochwasser oder Rutschungen auch in Zukunft möglichst minimiert werden. Die vielfältigen Schutzprojekte sind unverzichtbare Bausteine für ein hohes Sicherheitsniveau insbesondere in den Bergregionen.⁵⁷ Viele Verbauungs- und Hochwasserschutzprojekte gehen mit Renaturierungen als Mehrwert einher.

Forcierung einer nachhaltigen Raumentwicklung unter verstärkter Einbeziehung der Gefahrenzonenplanung und Risikodarstellung

Zentrale Bedeutung in der Risikoprävention hinsichtlich Naturgefahren kommt den Gefahrenzonenplänen (GZP) zu: Die Erstellung sowie die Revision der Gefahrenzonenpläne sind in der „Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 30. Juli 1976 über die Gefahrenzonenpläne, BGBl. Nr. 436/1976“ geregelt. Der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung hat im Land Vorarlberg bereits flächendeckend die GZPs in seinem Kompetenzbereich für die relevanten Naturgefahren (Hochwasser, Lawinen, Steinschlag, Rutschungen, Überflutungsräume) erstellt. Diese werden laufend evaluiert und wenn nötig – insbesondere nach Umsetzung von Maßnahmen – an den aktuellen Stand angepasst. Die Abteilung Wasserwirtschaft hat für die relevanten großen Gewässer des Landes ebenso GZPs erstellt. An der Ausarbeitung der noch fehlenden GZP wird laufend gearbeitet. Sämtliche GZPs sind im Landes-GIS ersichtlich gemacht.⁵⁸

Stärkung des Bewusstseins für Naturgefahren und Restrisiken sowie der Eigenvorsorge

Schutzbauten können Naturgefahren wie beispielsweise Hochwasser bis zu einem definierten Schutzziel vermindern. Generell wird für den Siedlungsraum und Infrastrukturanlagen z. B. ein Schutz gegen ein 100-jährliches Hochwasser angestrebt. Ein 100-prozentiger Schutz vor Naturgefahren ist dadurch jedoch nicht möglich. Aus diesem Grund kommt der Sensibilisierung von kommunalen Entscheidungstragende und der Bevölkerung für lokal relevante Naturgefahren eine große Bedeutung zu. Eine wichtige Maßnahme in diesem Zusammenhang ist der Prozess der Erstellung, Aktualisierung und Bekanntmachung der GZPs, die gemeinsam mit den Verantwortlichen der Gemeinden ausgearbeitet und dann in den relevanten Gremien der Gemeinde und auch direkt der Bevölkerung kundgemacht gemacht werden. Ebenfalls wichtig sind hier Aktivitäten zur Information und Bewusstseinsbildung der Gemeindeverantwortlichen und der Bevölkerung zum Thema Hochwasser und Objektschutz im Zuge von Veranstaltungen, Infomaterialien oder Beratungsangeboten.

Forcierung des Wasserrückhalts in der Fläche sowie Reaktivierung natürlicher Überflutungsflächen

Siehe Aktivitätsfeld „Raumordnung“.

Forcierung von Mess-, Prognose- und Früh-Warnsystemen

Siehe Maßnahmen der Landeswarnzentrale im Aktivitätsfeld „Krisen- und Katastrophenmanagement“.

Forcierung von Schutzmaßnahmen bei Objekten und kritischen Infrastrukturen als Beitrag zur Eigenvorsorge

Siehe „Sektorübergreifende Herausforderungen“ und dort Aktivitätsfeld „Privater und betrieblicher Objektschutz“.

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Mit Schutzbauten sollen bestehende Naturgefahren wie Steinschlag, Muren, Hochwasser oder Rutschungen möglichst minimiert werden. Die Projekte, die zum Schutz der Bevölkerung und des Lebensraums umgesetzt werden, gilt es konsequent fortzusetzen;⁵⁹
- Ausarbeitung Gefahrenzonenpläne;⁶⁰
- Freihaltung von Gefahrenzonen gemäß Vorgaben der Gefahrenzonenpläne: Gefahrenzonen gilt es verstärkt freizuhalten, insbesondere in roten Zonen sollen keine zusätzlichen Schadenspotenziale geschaffen werden;⁶¹
- Konsequente Fortsetzung der Strategie des Landes für einen integralen Hochwasserschutz (Schutzwasserbau, Raumvorsorge, privater Objektschutz und Katastrophenschutz);⁶²
- Fortsetzung der „Durchführung von Informationsveranstaltungen des Landes gemeinsam mit den Gemeinden und deren Feuerwehren, der WLV und der Landesversicherung“;⁶³
- Erhalt und Ausbau bestehender Beratungsangebote zum Thema Naturgefahren für die Bevölkerung;⁶⁴
- Förderung der Eigenverantwortung der Öffentlichkeit durch Information und deren Beteiligung an der Notfallplanung, um Restrisiken bewusst zu machen und konkrete Handlungsmöglichkeiten zur Schadensminimierung im privaten Bereich aufzuzeigen (z. B. Pumpenkauf, Maßnahmen Kellerfenster);⁶⁵
- Für spezifische Maßnahmen im Bereich Hochwasserschutz, siehe Aktivitätsfeld „Wasserwirtschaft“.

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Inneres und Sicherheit;
Abteilung Forstwirtschaft;
Abteilung Wasserwirtschaft;
Abteilung Raumplanung u. Baurecht.

Krisen- und Katastrophenmanagement

Die Starkregen- und Hochwasserereignisse der jüngeren Vergangenheit haben gezeigt, dass es trotz funktionierender Schutzanlagen in Extremfällen zu Ereignissen kommen kann, die stärker als die Bemessungsereignisse sind. Die zentralen Säulen der Katastrophenmanagements sind die Vermeidung, die Vorsorge, die Bewältigung und die Wiederherstellung nach Schadensereignissen. Neben der zunehmend wichtigeren Prävention ist es angesichts des Klimawandels entscheidend, die bestehenden Einrichtungen der Katastrophenbekämpfung weiter zu stärken und zu adaptieren.⁶⁶ Da technische Schutzmaßnahmen vor Naturereignissen keinen 100 %igen Schutz bieten können, ist es wichtig, das Gefahrenbewusstsein sowie die Eigenvorsorge und Eigenverantwortung durch Warndienste und Beratungsangebote zu stärken, um die Risiken durch Naturkatastrophen zu begrenzen. Die Sicherheit der Vorarlberger Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen bei Unwettern und Katastrophen ist das oberste Ziel.

1. Auswirkungen des Klimawandels

Wetter- und klimabedingte Schäden

- Schadenskosten: Wetter- und klimabedingte Schäden kosten aktuell in Österreich zumindest 2 Milliarden Euro pro Jahr. Bis 2030 wird ein Anstieg allein der wetter- und klimabedingten Schäden auf 3 bis 6 Milliarden Euro, bis 2050 auf 6 bis 12 Milliarden Euro prognostiziert.⁶⁷
- Häufigkeiten von Schadensereignissen: Die Anzahl der Einsätze zur Schadensbekämpfung nach lokalen Starkniederschlägen in Vorarlberg hat zugenommen.⁶⁸ Für die Zukunft ist tendenziell von einer weiteren Zunahme kleiner und mittlerer Schadensereignisse auszugehen, da lokale Starkregenereignisse und damit sowohl pluviale und fluviale Hochwässer als auch Murenabgänge zunehmen könnten.⁶⁹
- Potenziale für Erdrutsche und Lawinen: Szenarien zur Entwicklung von mehrtägigen Starkniederschlägen, die ein Potenzial für Erdrutsche oder Lawinen haben, zeigen eine Zunahme der Häufigkeit.⁷⁰

Waldbrandgefahr

Längere Trockenperioden und Hitzewellen erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Waldbränden.⁷¹

Lawinen

In tiefen und mittleren Lagen wird in Vorarlberg aufgrund des rückläufigen Anteils des festen Niederschlags und der geringeren Neuschneemengen eine Abnahme der Lawinengefahr erwartet. In höheren Lagen ab 1.500 m könnten die Neuschneemengen zunehmen und bisher seltene Ereignisse wie z. B. im Jahr 1999 vermehrt auftreten. Temperaturbedingt wird in höheren Lagen eine Verschiebung von Staub- zu Nassschneelawinen erwartet.⁷²

Hitze

Hitze ist in Europa und Österreich bereits heute die tödlichste Naturgefahr. In den letzten Jahren überstieg die Zahl der Hitzetoten in Österreich die Zahl der Verkehrstoten. In Österreich steigen an Hitzetagen erwiesenermaßen sowohl die Mortalität als auch die Morbidität und damit einhergehend

die Zahl der Rettungseinsätze sowie Hospitalisierungen. Vor allem Risikogruppen wie ältere und chronisch kranke Menschen, Säuglinge und Kleinkinder, Schwangere, sozial benachteiligte Menschen, aber auch exponierte Arbeitskräfte wie etwa am Bau sind betroffen. Mit einer weiteren Verschärfung der Naturgefahr Hitze ist künftig zu rechnen, auch in bisher begünstigten Gebieten wie Westösterreich.

2. Handlungsempfehlungen

Katastrophenschutz- und Notfallpläne

Der Zivil- und Katastrophenschutz als Querschnittsmaterie wird in enger und abgestimmter Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Stellen auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene durchgeführt. Durch das Katastrophenhilfegesetz des Landes ist die Katastrophenhilfe der Gemeinden und des Landes geregelt. Eine wesentliche Bedeutung kommt dabei den Katastrophenschutz- und Notfallplänen der einzelnen Gemeinden, der Bezirkshauptmannschaften und des Landes zu, die laufend aktualisiert werden. Das Land stellt in Kooperation mit dem Zivilschutzverband kostenlose Standardkatastrophenpläne samt Schulung zur Verfügung. Für bestimmte Szenarien werden Sonderalarmpläne erstellt.

Betrieb von Warndiensten

- Die Alarmierung im Falle einer Katastrophe erfolgt über die integrierte Rettungs- und Feuerwehrleitstelle (RFL) und die Landeswarnzentrale (LWZ).
- Als wichtiger Beitrag des Landes Vorarlberg zum Schutz der Bevölkerung steht die Warnseite <https://warnung.vorarlberg.at/> zur Verfügung. „Neben aktuellen Warnmeldungen in den Bereichen Sturmwarndienst, Hitze oder Lawinenwarndienst bietet diese Warnseite auch die Möglichkeit, sich über allgemeine Verhaltensweisen bei unvorhergesehenen Ereignissen und Sicherheitshinweisen zum Thema Bevölkerungsschutz zu informieren.“⁷³
- Bei drohenden größeren Ereignissen wie z. B. heftigen Föhnstürmen informiert die Landeswarnzentrale zusätzlich via Social Media und jetzt auch neu via „AT-Alert“.
- Zur stetigen Verbesserung der Prognosesicherheit wird laufend in Kooperationen und Infrastruktur zur Datenbeschaffung investiert, wie z. B. der vom Land allen BOS Organisationen zur Einsatzunterstützung zur Verfügung gestellten Anwendung Wetterbox in Kooperation mit der „Geosphere Austria“ zum Thema Wetterforecast und Diagnosetools.

Ausstattung von Einsatzkräften

Das hohe Sicherheitsniveau im Land und in den Gemeinden erfordert neben einer entsprechenden Infrastruktur und gut ausgebildetem Personalstand auch eine zeitgemäße Ausstattung wie Hochleistungspumpen oder Gerätschaften zur Waldbrandbekämpfung, damit die Einsatzkräfte im Ernstfall rasch und effizient Hilfe leisten können.⁷⁴ Die Ausstattung von Einsatzkräften wird vom Land durch entsprechende Investitionen und Förderungen unterstützt.

Beratungen und Weiterbildung im Bereich der Katastrophenprävention

Der Zivilschutz berät die Bevölkerung und die Wirtschaft im Bereich der Katastrophenprävention. Beim Landesfeuerwehrverband wurde das Ausbildungs- und Schulungsprogramm entsprechend auf Naturgefahren und die sich verändernden Szenarien angepasst. So wurde beispielsweise eine Schulung zum Thema Waldbrandbekämpfung in Kooperation mit dem Österreichischen Bergrettungsdienst Vorarlberg ins Leben gerufen. Auch wurden zwei Waldbrandstützpunkte bei den Feuerwehren eingerichtet und Ausrüstung zur Waldbrandbekämpfung angeschafft.

Ehrenamtliches Engagement im Bereich des Krisen- und Katastrophenmanagements

Wesentliche Handelnde im Katastrophenschutz sind neben Behörden, Wirtschaft und Wissenschaft und der Bevölkerung (Selbstschutz) die Einsatzorganisationen. Die Feuerwehren, das Rote Kreuz, die Bergrettung, die Wasserrettung und das Kriseninterventionsteam werden im überwiegenden Ausmaß durch ehrenamtliche Mitarbeiter getragen. Zur Aufrechterhaltung des konstant hohen Schutzniveaus muss die Freiwilligenarbeit als zentrale Säule sichergestellt werden.⁷⁵

Schadensabwicklung

Die Schadensabwicklung bei Elementarschäden – abseits des Bereichs der Wildbach- und Lawinenverbauung – erfolgt für sämtliche Bevölkerungsgruppen durch die Abteilung Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Katastrophenfonds der Republik Österreich.

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Katastrophenschutzpläne in allen Gemeinden;
- Sonderalarmpläne für Rheinhochwasser u. ä. Szenarien;
- Wiedererrichtung des Wetterradars Valluga;
- Vorbereitung des Zivil- und Katastrophenschutzes auf die rasche und professionelle Bewältigung von Krisen und Katastrophenfällen auch unter sich ändernden klimatischen Bedingungen;
- Ausstattung der Einsatzkräfte für gegenwärtige und künftige Katastrophenfälle;
- Risiko- und Krisenkommunikation zur Verbesserung des Verhaltens im Ereignisfall durch Warndienste, Social Media und Ratgeber;
- Stärkung des Bewusstseins für Naturgefahren und Restrisiken sowie der Eigenvorsorge;
- Stärkung der Freiwilligenarbeit im Bereich der Einsatzorganisationen.⁷⁶

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Inneres und Sicherheit.

Gesundheit

Die Klimaerwärmung stellt für Vorarlberg eine bedeutende und zunehmende Bedrohung für die menschliche Gesundheit dar. Schon jetzt sind längere und intensivere Hitzewellen und höhere Temperaturen an Hitzetagen bemerkbar. Außerdem wirken sich Wetterphänomene begünstigend auf Erreger und Überträger von Infektionskrankheiten, Pollenflug sowie Luftschadstoffe aus und beeinflussen dadurch indirekt zusätzlich die Gesundheit. Ziel der Vorarlberger Gesundheits- und Präventionsstrategie ist es, die Gesundheit der Vorarlberger Bevölkerung durch eine intakte Umwelt zu unterstützen und die Gesundheitskompetenz im Umgang mit den Auswirkungen des Klimawandels zu stärken. Anpassungsmaßnahmen sollen in allen Lebensbereichen vorgenommen und protektive Verhaltensweisen etabliert werden.⁷⁷

1. Bisherige Auswirkungen des Klimawandels

Hitze

Die Zunahme von Hitzewellen und höhere Temperaturen an Hitzetagen sind verbunden mit folgenden Auswirkungen:

- Hitzschlag, Sonnenstich und Herz-Kreislaufprobleme als unmittelbarste gesundheitliche Gefährdungen insbesondere für Risikogruppen;
- Fehlende oder eingeschränkte körperliche Erholung aufgrund der verstärkten Belastung des Menschlichen Organismus insbesondere in der Nacht (wenn keine oder nicht ausreichende Abkühlung erfolgt – Tropennächte);
- einer Zunahme von Luftschadstoffen und bodennahem Ozon;
- einem erhöhten Hautkrebsrisiko durch Abnahme des stratosphärischen Ozons;
- einer möglichen vermehrten bakteriologischen Beeinträchtigung von Lebensmitteln und Trinkwasser bzw. einem möglichen Anstieg von lebensmittelbedingten Infektionen;
- vermehrtem Auftreten von Krankheitserregern in Badegewässern (z. B. Badedermatitis „Entenflöhe“);
- Bundesweit zeigt sich, dass während Hitzewellen sowohl die Zahl der Sterbefälle als auch der Krankheitsfälle und somit die Zahl der Rettungseinsätze und Hospitalisierungen signifikant auf höherem Niveau liegt. Auch in Vorarlberg ist eine hitzebedingte Zunahme an Spitalsaufnahmen und Rettungseinsätzen und somit eine erhöhte Belastung des Gesundheitssystems zu beobachten;
- Unter den Folgen von Hitze leiden insbesondere Kleinkinder, Schwangere, Menschen mit chronischen Erkrankungen, ältere Menschen, im Freien arbeitende Personen und sozial schlechter gestellte Personen.

Allergene u. Krankheitserreger

- Steckmücken: Der Klimawandel begünstigt die Ausbreitung von exotischen Stechmücken-Arten und damit auch von neuen Infektionskrankheiten. Insbesondere Sandmücken und Stechmücken der Gattung Aedes (Tigermücken), sind Überträger für eine Vielzahl von Krankheitserregern wie beispielsweise von Dengue- oder Chikungunya-Fieber. Auch heimische Gelsenarten können Krankheitserreger wie z. B. das West-Nil Virus übertragen, die bisher nur in den Tropen heimisch waren.
- FSME-Virus oder Lyme Borrelien: Nicht nur früher im Jahr, sondern auch in höheren Lagen ist zukünftig verstärkt mit dem FSME-Virus oder Lyme Borrelien, übertragen durch Zecken, zu rechnen.

- Pollen: Die Pollenflugsaison hat sich verlängert, für Österreich ist aufgrund des Klimawandels eine Verlängerung der Vegetationsperiode in den letzten Jahrzehnten um 13,5 Tage belegt.
- Allergene Arten: Gebietsfremde oder invasive Pflanzenarten, die ein starkes Allergiepotenzial aufweisen, die sogenannten Neobiota wie z. B. Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) breiten sich auch in Vorarlberg aus. Bereits heute feststellbare Trends, wie die verstärkte Ausbreitung allergener Arten werden sich weiter fortsetzen.

Folgen von extremen Wetterereignissen

Durch die Folgen von extremen Wetterereignissen wie z. B. Überschwemmungen, Muren, Stürmen besteht ein höheres Risiko für Verletzungen bis hin zu Todesfällen. Betroffene Personen und Einsatzkräfte leiden an den mentalen Folgen und haben ein hohes Risiko für posttraumatische Belastungsstörungen nach Katastrophenereignissen. Beeinträchtigungen der Wasserversorgung durch bakteriologische Verunreinigungen nach Hochwasser können als Folge vermehrt auftretender Extremwetterlagen häufiger auftreten.

2. Handlungsempfehlungen

Allgemeine Öffentlichkeitsarbeit zu den gesundheitlichen Folgen des Klimawandels

Die Bewusstseinsbildung und Information der Bevölkerung zur Stärkung der Resilienz und der gesundheitsbezogenen Klimakompetenz sind Bestandteil der Vorarlberger Gesundheitsförderungs- und Präventionsstrategie. In enger Vernetzung mit dem Kompetenzzentrum Klima und Gesundheit der Gesundheit Österreich GmbH sowie lokalen Stakeholdern und Institutionen werden Maßnahmen geplant und umgesetzt.

Aus-, Fort- und Weiterbildung zu klimarelevanten Themen im Gesundheits-, Pflegebereich

Durch die Aufnahme von Lehrinhalten zu den gesundheitlichen Risiken und Auswirkungen des Klimawandels in die Curricula der Ausbildungen soll die gesundheitsbezogene Klimakompetenz aller im Gesundheits-, Pflege- und Sozialbereich tätigen Personen gestärkt werden. Durch Schaffung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren im Umgang mit klimarelevanten Gesundheitsthemen sowie der Ausbildung von Klima-Managerinnen und Klima-Managern wird ein Beitrag zur Etablierung eines klimaresilienten Gesundheitswesens geleistet.

Verknüpfung und Weiterentwicklung bestehender Monitoring- und Frühwarnsysteme

Die Vorbereitung des Gesundheitswesens, der Hilfs- und Einsatzorganisationen und der Bevölkerung auf klimawandelbedingte Veränderungen und Akutsituationen zur Vermeidung/Verringerung gesundheitlicher Folgen durch die Entwicklung einer gemeinsamen, kohärenten Monitoring-Struktur, die bestehende Systeme verknüpft. Diese sollen für die jeweiligen Risiken (z. B. Hitze, Starkregen, Hochwasser, Sturm, Kälte, Trockenheit, Waldbrände, Infektionskrankheiten, Pollenbelastung, (Luft)Schadstoffe, UV-Strahlung) adaptierbar sein.

Umgang mit den gesundheitlichen Folgen von Hitze und Trockenheit durch Umsetzung des Vorarlberger Hitzeschutzplans

Mit dem 2025 aktualisierten Hitzeschutzplan für die Vorarlberger Gesundheitseinrichtungen möchte das Land Vorarlberg den Hitzeschutz für die Vorarlberger Bevölkerung fördern und verbessern. Der Hitzeschutzplan verfolgt einen wissenschaftlich fundierten und praxisorientierten Ansatz, um die Bevölkerung aber insbesondere Gesundheitseinrichtungen für die Notwendigkeit von präventiven

Maßnahmen zu sensibilisieren und hitzeassoziierte Krankheits- bzw. Todesfolgen zu minimieren. Mithilfe von Modell-Checklisten, einer zentralen Wissensplattform und regelmäßigen Informationsangeboten soll die Bewusstseinsbildung zum Thema Hitze sowie die Kompetenz im Umgang mit Hitzeereignissen sowohl in der Bevölkerung als auch im Gesundheitswesen gestärkt werden. Gezielte Hitzewarnungen unterstützen die Einrichtungen dabei, rechtzeitig und wirksam zu reagieren.

Umgang mit Vektoren und vektorübertragenen Infektionskrankheiten

Um die Ausbreitung von vektorübertragenen Infektionskrankheiten zu verringern bzw. zu verhindern, sind Monitoring und Bekämpfung von Vektoren von grundlegender Bedeutung. Dazu nimmt das Land Vorarlberg sowohl an nationalen Monitoringprogrammen als auch an Projekten der EU teil.

Umgang mit Luftverschmutzung und weiteren Schadstoffen

Die Klimaerwärmung kann längere und intensivere Sommersmog-Perioden nach sich ziehen. Bei einer langanhaltenden hochsommerlichen Hitzeperiode können hohe und längerdauernde Belastungsphasen, verbunden mit Ozonspitzen deutlich über den zulässigen Schwellenwerten, nicht ausgeschlossen werden, vor allem dann, wenn Ozon-Vorläuferschadstoffe über Ferntransport in unseren Raum verfrachtet werden. Die Luftreinhaltemaßnahmen des Landes sollen daher konsequent weiterverstärkt werden. Ihre Bemühungen zielen vor allem darauf ab, den motorisierten Individualverkehr und damit die Vorläuferschadstoffe, z. B. Stickoxide, zu reduzieren.⁷⁸

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Laufende Umsetzung und regelmäßige Aktualisierung des Hitzeschutzplans für Vorarlberger Gesundheitseinrichtungen und die Erarbeitung von weiteren settingspezifischen Aktionsplänen;
- Aus- Fort- und Weiterbildung zu klimarelevanten Themen im Gesundheits-, Pflege- und Sozialbereich - Weiterentwicklung und Verankerung der 2024 stattgefundenen Vortragsreihe „Go green- Klima trifft Gesundheit“ sowie dem 2025 ausgerichteten Hitzesymposium als Vernetzungs- und Wissensplattform;
- Projektentwicklung zur Klimakompetenz in Kooperation mit Systempartnern und Systempartnerinnen, wie zum Beispiel der Pflegeschule Vorarlberg (siehe Gesundheitsförderungsstrategie) sowie dem Kompetenzzentrum Klima und Gesundheit der Gesundheit Österreich GmbH;
- Teilnahme am Monitoring Programm West-Nil-Virus;
- Laufende Umsetzung der Maßnahmen des Luftqualitätsplans Vorarlberg.

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Sanitätsangelegenheiten.

Ökosysteme und Biodiversität

Der Klimawandel erhöht den Druck auf Ökosysteme und Biodiversität, die aktuell schon durch vielfältige Faktoren wie etwa Landnutzung oder Immissionen belastet sind. Der Klimawandel wirkt vielfältig und oftmals schneller als die Ökosysteme sich anpassen können. Änderungen durch den Klimawandel sind z. B. die Verschiebung möglicher Verbreitungsgebiete von Arten. Zur Stärkung der Anpassungsfähigkeit von Arten und Ökosystemen müssen die vom Menschen beeinflussbaren Negativeinflüsse auf Ökosysteme geringgehalten werden. Außerdem sind zur Aufrechterhaltung der Biodiversität Schutzgebiete sowie Korridore und Grünbrücken zwischen den Schutzgebieten zu erhalten bzw. zu forcieren. Die Erhöhung der Naturnähe und der Artenvielfalt in Wäldern, an Flüssen und in den Berggebieten stärkt die Widerstandskraft der Natur gegenüber Extremereignissen. Ziel des Aktivitätsfelds Ökosysteme und Biodiversität ist die Sicherung und Wiederherstellung der biologischen Vielfalt sowie die Vernetzung von naturnahen Räumen, welche eine natürliche Migration von Arten ermöglichen. Funktionsfähige und resiliente Ökosysteme mit ihren für den Menschen wichtigen Ökosystemdienstleistungen sichern die natürlichen Lebensgrundlagen für heutige und zukünftige Generationen.

1. Bisherige Auswirkungen des Klimawandels

Verschiebung von Arealgrenzen und Verlust von Lebensräumen und Arten

- Gebietsverluste: Wie der IPCC-Bericht 2022⁷⁹ darlegt, steigt die Bedrohung von Arten und Ökosystemen mit jedem Zehntelgrad Erderwärmung an. Bei einer globalen Temperaturzunahme von 1,5 °C gegenüber der vorindustriellen Zeit verlieren 6 % der Insekten und 4 % der Wirbeltiere mehr als die Hälfte ihres Verbreitungsgebietes. Arten, die nur in einem bestimmten Gebiet (endemisch) oder nur kleinräumig vorkommen sowie kälteadaptierte Arten sind besonders gefährdet; es kommt zu Arealverschiebungen in kühlere (nördlichere oder höher gelegene) Gebiete. Für einzelne Arten sind diese Verschiebungen bereits dokumentiert (z. B. Raufußkauz, Silberreiher, Zistensänger). Für andere Arten wird die fortschreitende Klimaerwärmung als Hauptgefährdungsursache genannt. Beispielsweise weisen sieben der in Österreich nachgewiesenen Hummelarten einen dringenden oder sehr dringenden Handlungsbedarf auf – u. a. die Alpenhummel, welche auf kalte Lokalklimate angewiesen ist – um ein Aussterben der Arten zu verhindern.⁸⁰
- Phänologie: Änderungen in der Phänologie und im Entwicklungszyklus durch den Klimawandel sind sowohl bei Pflanzen (Verlängerung der Vegetationsperiode, Verschiebung der phänologischen Rhythmen) als auch bei Tieren (frühere Ankunft von Zugvögeln, früherer Beginn der Fortpflanzungszeit) belegt.
- Es treten Phänomene wie die zeitliche Entkoppelung zwischen Bestäubern und Blütenpflanzen, der Mangel an spezifischen Insekten zur Jungenaufzucht bei Zugvögeln, die Änderung des Vogelzugverhaltens oder eine erhöhte Generationenfolge z. B. bei Schadinsekten auf.⁸¹
- Fließgewässer: Die Temperaturerhöhung der Fließgewässer führt zu einer überwiegend negativen Beeinflussung der vorkommenden Arten und zu einer Verschiebung der Fischhabitate um bis zu 30 km flussaufwärts. Mit fortschreitender Erwärmung verkleinert sich der verfügbare Lebensraum in Gewässern für Fischarten wie Bachforelle und Äsche.⁸²
- Verstärkend wirken zudem Ausbreitungsbarrieren und -grenzen (z. B. in alpinen Hochlagen) sowie das zunehmende Auftreten konkurrenzstärkerer, invasiver Arten (Neobiota).

Veränderte Bedingungen für Feuchtgebiete

Die Lebensgemeinschaften der Moore und Feuchtgebiete werden stark negativ von steigenden Durchschnitts- und Extremtemperaturen und Landnutzungsänderungen beeinflusst. Entscheidend sind dabei die Verschlechterungen im Wasser- und Nährstoffhaushalt, die auf Grund der Erderwärmung und zeitweise negativen klimatischen Wasserbilanz (z. B. Abnahme der Sommerniederschläge) zu erwarten sind. Die Funktionsfähigkeit fast aller lebenden Hochmoore, aber auch von Übergangs- und Niedermooren, wird dadurch, zusätzlich zu den in vielen Mooren wirksamen Entwässerungen und Nährstoffanreicherungen, maßgeblich gestört. Vermehrte Trockenphasen steigern die Humus- und Torfmineralisation und es kommt vermehrt zur Kohlenstoff Freisetzung. Moore und Feuchtgebiete werden so von hocheffizienten Kohlenstoffsinken zu starken Kohlenstoffquellen.

Bodendegradation und Artenverlust durch Zunahme von Trockenperioden

Extreme Klimaereignisse wie langanhaltende Trockenperioden haben negative Auswirkungen auf das Funktionieren von Ökosystemen besonders auf Pflanzen und Böden. Die Pflanzen leiden aufgrund der Trockenheit und Hitze unter Trockenstress und es kommt zu einer Schwächung bzw. zu einem Artenschwund. Bei anhaltender Dürre und dadurch verstärkter Bodentrockenheit nimmt auch die Wasseraufnahmefähigkeit der Böden rapide ab. Trotz Niederschlag haben die Böden dann nicht mehr die Fähigkeit über die Oberflächenversickerung das dringend benötigte Wasser aufzunehmen. Bei den immer häufiger auftretenden Starkregenereignissen kommt es dadurch zudem zu ungünstigen Wasserflüssen sowie Bodenerosion.

2. Handlungsempfehlungen

Vollziehung der EU-Wiederherstellungsverordnung

Die zentralen Ziele (und Handlungsempfehlungen) für Ökosysteme ergeben sich auch aus Art. 1 der Wiederherstellungsverordnung, welcher die Renaturierung aller sanierungsbedürftiger Ökosysteme (im Geltungsbereich der Verordnung) bis 2050 vorsieht. Lebensraumtypen, die nicht in gutem Zustand sind, sind wiederherzustellen – bis 2030 auf 30 %, bis 2024 auf 60 % bis 2050 auf 90 % der Gesamtfläche (Art. 4). In städtischen Ökosystemen soll bis 2030 kein Nettoverlust an städtischen Grünflächen und Baumüberschirmung erfolgen (Art. 8). Flüsse sollen wieder ihrer natürlichen Dynamik folgen können, um die Flussökosysteme zu stärken (Art. 9). Eine Umkehr des Rückgangs der Bestäuberpopulation bis 2030 und eine darauffolgende Steigerung der Bestände ist zu erwirken (Art. 10). Aufgrund der Wechselwirkungen ist auch auf Art. 11 zu verweisen, welcher die Stärkung der Biodiversität von Agrarökosystemen umfasst und einen positiven Trend der Agrarumwelt-Indikatoren vorsieht (Grünland-Schmetterlingsindex; Vorrat an organischem Kohlenstoff in mineralischen Ackerböden; Anteil landwirtschaftlicher Flächen mit Landschaftselementen mit großer Vielfalt).

Stärkung der Biodiversität

Artenreiche Ökosysteme sind gegenüber den Auswirkungen der Klimaerwärmung resilienter als artenarme Ökosysteme. Es gilt also die Biodiversität inklusive genetischer Vielfalt, Artenvielfalt und Vielfalt der Lebensgemeinschaften nachhaltig zu stärken. Besonders wichtig ist es, jene Erhaltungszustände von Arten zu stabilisieren, für die Vorarlberg besondere Verantwortung hat (z. B. Hoch- und Niedermoore, Magerwiesen- und Weiden, Ahorn und Lindenreiche Hangschluchtwälder, Spirkenwälder). Die Erhöhung der Biodiversität u. a. in Wäldern, Wiesen, Gewässern und in den Berggebieten erhöht die Widerstandskraft von Ökosystemen gegenüber Extremereignissen. Darüber hinaus soll die Biodiversität auch außerhalb von Schutzgebieten erhöht werden, z. B. durch naturnahe Gartengestaltung, Blühstreifen im Intensivgrünland, Schaffung von Pufferzonen zwischen

Intensivgrünland und angrenzenden Schutzgebieten, Erhöhung von Landschaftselementen in der Kulturlandschaft oder durch Steigerung eines qualitativ hochwertigen Grünraums im Siedlungsgebiet.

Erhaltung und Vernetzung von Schutzgebieten und Lebensräumen

Schutzgebiete und Lebensräume müssen erhalten, entwickelt und mit Korridoren und Grünbrücken räumlich verbunden werden. Biotopverbunde sind eine wichtige Voraussetzung für klimabedingtes Wandern von Arten. Die Erhaltung bzw. Wiederherstellung von Wanderkorridoren und Trittsteinen muss daher u. a. in den Instrumenten der Raumordnung sichergestellt werden, um dem regionalen Aussterben von darauf angewiesenen Arten entgegenzuwirken.

Schutz von Feuchtlebensräumen, ihrer Ökosystemleistungen und Biodiversität

Moore zählen zu den wichtigsten Kohlenstoffspeichern unter den Ökosystemen und verfügen – wie andere Feuchtlebensräume – zugleich über eine hohe Wasserretentionsfähigkeit. Weiters sind alle Feuchtlebensräume effiziente Kaltluftentstehungsgebiete. Die Erhaltung der Moore und Feuchtlebensräume, die Wiederherstellung von degradierten Mooren, der Erhalt vorhandener Feuchtlebensräume sowie die Schaffung von Pufferzonen als Abgrenzung zur Intensivlandwirtschaft sind daher zentral. Auch die Grundwassernutzung kann den Wasserhaushalt sensibler Ökosysteme wie Niedermoores oder Auwälder erheblich beeinträchtigen und muss deshalb als relevanter Einflussfaktor in Flächennutzungsentscheidungen einbezogen werden – ebenso wie der Erhalt natürlicher Überflutungsdynamiken, die insbesondere für Auwälder essentiell sind und nicht unterbrochen werden dürfen.

Schutz des Bodens und Schaffen von Retentionsflächen für Starkwetterereignisse

Intakte Ökosysteme sind natürliche Retentionsflächen. Um bei Starkwetterereignisse über die notwendigen Retentionsflächen zu verfügen, müssen aufgrund der zunehmenden Bodenversiegelung Flächen für die Versickerung von Regenwasser geschaffen und erhalten werden. Darüber hinaus tragen begrünte Dächer oder wasserdurchlässige Bodenbeläge im Siedlungsbereich zur Speicherung und langsamen Versickerung und Verdunstung bei. Durch die ökologische Gestaltung von PV-Anlagen kann eine Doppelnutzung der Flächen ermöglicht werden – beispielsweise für Energiegewinnung und zugleich für Naturschutz oder Landwirtschaft. Der Boden muss als wichtiger Teil der Lebensräume geschützt und die Versiegelung geringgehalten werden.

Schaffung Datengrundlage und Ausbau von Monitoring- und Frühwarnsystemen

Für alle Arten und Ökosysteme, besonders aber jene die potenziell durch die Erderwärmung gefährdet sind, muss eine ausreichende Datengrundlage geschaffen werden. Ein Monitoring sensibler Arten und Lebensgemeinschaften sowie eine darauf basierende, vorausschauende Maßnahmenplanung sind zu implementieren. Um Interaktions- und Funktionsweisen komplexer Ökosysteme zu verstehen, ist es von Bedeutung, Grundlagenforschung zu unterstützen. Ein adäquater Umgang mit zu erwartenden „Problemarten“ wie z. B. die Asiatische Hornisse (*Vespa velutina*), der Asiatische Laubholzbockkäfer (*Anoplophora glabripennis*) oder der Verursacher des Erlensterbens (*Phytophthora alni*) soll vorausschauend und in Zusammenarbeit mit anderen Landesabteilungen erfolgen. Eine wichtige Empfehlung für den Umgang mit Neobiota ist die Aufklärung der Bevölkerung, des Handels bzw. von Gärtnereien und ein Verkaufs- und Aussaatverbot für bestimmte Arten.

Verwandte Handlungsempfehlungen

- Stärkung biodiversitätsfördernder Land- und Forstwirtschaft: Siehe Aktivitätsfeld Land- und Forstwirtschaft;
- Bewusstseinsbildung Neobiota: Siehe Aktivitätsfeld Wasserwirtschaft.

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Erhaltung, Stabilisierung und Verbesserung der Erhaltungszustände aller Arten und Lebensräume mit Schwerpunkt Natura 2000 Gebiete und Biotop des Biotopinventars Vorarlberg;
- Biotopvernetzung als Maßnahme gegen Artenverlust: Erhaltung der Schutzgebiete sowie Erhaltung und Förderung von Korridoren und Grünbrücken zwischen Schutzgebieten sowie hochwertigen Naturräumen;
- Sicherung von Flächen mit hohem Kohlenstoff-Bindungspotential u. a. Moore, Wälder und humusreiche Böden;
- Moorschutz und Moorrenaturierung zum Erhalt der Kohlenstoff-Speicherfunktion des Moorbodens (Kohlenstoffsenske), Verhinderung des CO₂ Ausstoßes aus degradierten Mooren (CO₂ Emittent), Verbesserung der CO₂-Speicherung intakter Moore sowie der Wasserretention;
- Erhöhung der Biodiversität und Ökosystemleistungen der Wälder, Flussauen und Gewässer;
- Erhöhung der Biodiversität sowie der Ökosystemleistungen in bebauten Gebieten (z. B. Gemeinde, Städte durch Bebauungsvorgaben), in land- und forstwirtschaftlichen Gebieten und außerhalb von Schutzgebieten;
- Schaffung ausreichender Datengrundlagen durch Monitoring sensibler Arten und Lebensgemeinschaften sowie Förderung von Grundlagenforschung komplexer Ökosysteme;
- Monitoring von Neobiota sowie damit einhergehende vorausschauende Maßnahmenplanung betreffend erwartbarer „Problemarten“ sowie Bewusstseinsbildung der Bevölkerung;
- Entsiegelung von Böden sowie Reduktion von Flächeninanspruchnahme und Fragmentierung;
- Verringerung negativer Auswirkungen durch Besucher durch gezielte Besucherlenkung.

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Umwelt- u. Klimaschutz;
Abteilung Raumplanung und Baurecht;
Abteilung Landwirtschaft;
Abteilung Forstwirtschaft.

Verkehrsinfrastruktur inkl. Aspekte der Mobilität

Um den Klimawandel einzudämmen, ist eine Mobilitätswende hin zu mehr öffentlichem Verkehr und bewegungsaktiver Mobilität notwendig. Dafür braucht es eine klimaresiliente Verkehrsinfrastruktur mit klimatisierten öffentlichen Verkehrsmitteln, begrünten Straßenzügen, Radwegen, witterungsgeschützten Haltestellen und Parkplätzen. Gleichzeitig gilt es die bestehende Verkehrsinfrastruktur mit etwa 800 Kilometer Landesstraßen, 600 Brücken und Schienen zu erhalten und die laufende Sanierung von witterungsbedingten Schäden, wie sie durch die Erderwärmung tendenziell häufiger werden, sicherzustellen.

1. Bisherige Auswirkungen des Klimawandels

Folgen von Extremwetterereignissen

- Extremwetterereignisse können nicht nur den Verkehrsfluss, sondern auch die Infrastruktur selbst beeinträchtigen. Etwa 30 bis 50 % der Straßeninstandhaltungskosten in Europa sind derzeit meteorologischen Ereignissen zuzurechnen.⁸³
- In den letzten beiden Jahrzehnten kam es tendenziell zu einer Häufung von größeren Schadensereignissen (z. B. 1999, 2005 und 2015). Häufigere Unwetter und deren potenzielle Folgen wie z. B. Murenabgänge könnten das Risiko für Schäden an der Verkehrsinfrastruktur, Verkehrsunterbrechungen und Sanierungskosten ansteigen lassen.⁸⁴
- Im Hitzesommer 2015 verzeichneten die ÖBB Schäden durch hitzebedingte Gleisverwerfungen.

Öffentlicher Verkehr

Der weitere Temperaturanstieg sowie vermehrte Hitzetage könnten die Attraktivität der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel sowie die aktive Mobilität in Sommermonaten beeinträchtigen.

2. Handlungsempfehlungen

Schutz von Verkehrsflächen vor Naturgefahren

Die Betreiber von Infrastrukturen, also ÖBB und Montafonerbahn, aber auch die Gemeinden und das Land sowie der Bund schützen seit jeher die Verkehrsinfrastrukturen vor Naturgefahren. Besonders relevant sind der Schutz vor Steinschlag, die Sicherung der Trassenstabilität im alpinen Bereich, hitzebedingte Materialermüdungen beim Rollmaterial, Materialschäden an der Infrastruktur wie Gleisverwerfungen, das Ausfallrisiko von elektronischen Anlagen, Hochwasser sowie die Behebung von Schäden durch häufigere Unwetter. Bei Instandsetzungen im Landesstraßennetz wird die Klimaresilienz mitgedacht und berücksichtigt.

Sicherstellung des thermischen Komforts in öffentlichen Verkehrsmitteln, Verkehrsstationen und deren Umgebung

Witterungsgeschützte Wartebereiche bei Haltestellen werden in Zukunft wichtiger. Die Klimatisierung der Fahrzeuge erhöht den Fahrgastkomfort bei steigenden Temperaturen.⁸⁵

Verbessertes Mikroklima im dicht bebauten Raum

Straßenbegleitendes Grün ist ein wichtiger Lebensraum für Pflanzen und Tiere in dicht besiedelten Gegenden. Eine Begrünung von Straßenzügen oder Parkplätzen fördert die Verdunstungskühlung und

wirkt gegen Hitzeinseln. Straßenbegleitgrün wirkt positiv auf die Aufnahme und Speicherung von Niederschlägen.

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Berücksichtigung etwaiger klimabedingter Veränderungen bei Instandsetzungen im Landesstraßennetz (Dimensionierung von Straßenentwässerungsanlagen, Brücken, Reinigungsanlagen...);
- Förderung der Erstausrüstung von Straßen mit artenreichem und pflegeleichtem Straßenbegleitgrün (extensive Begrünung) gemeinsam mit den Gemeinden;
- Naturnahe Gestaltung von Radwegen bei Einzelprojekten, z. B. im Rahmen von RHESI (Beschattung) ;
- In Einzelfällen hellere Fahrbahnbeläge z. B. bei Radwegen;
- Prüfung der Förderung von Radweginfrastrukturen der Gemeinden inkl. Begleitmaßnahmen zur Klimawandelanpassung;
- Einsatz moderner, komfortabler klimatisierter Nahverkehrszüge (Land und Bund als gemeinsame Besteller);
- Einsatz moderner, klimatisierter Busse (Gemeindeverbände, Vorarlberger Verkehrsverbund, Land);
- Förderungen und Zuschüsse für die Beschattung von Bahn- und Bushaltestellen.

4. Zuständige Abteilungen

Abt. Straßenbau (Aspekte des Straßenbaus);

Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten (ÖV-Verkehrsmittelbeschaffung).

Raumplanung

Die Klimaerwärmung hat Folgen für die Raumplanung. Naturgefahren werden mehr und die Aushandlung von unterschiedlichen Interessen bei der Flächennutzung wird vor dem Hintergrund der Klimaerwärmung in Zukunft noch wichtiger werden. Ziel des Aktivitätsfelds Raumplanung ist es, die Siedlungsgebiete u. a. durch die Durchsetzung von Gefahrenzonen, die Reduktion der Bodenversiegelung und die Sicherung von Retentionsflächen bestmöglich vor Naturgefahren zu schützen. Zur Abmilderung der Folgen zunehmender Hitzeextreme kommt der Raumplanung die wichtige Rolle zu, die Lebensqualität in den Ballungsräumen durch eine entsprechende Siedlungsentwicklung, die Erhaltung und Aufwertung siedlungsnaher Frei- und Grünräume sowie der Aufrechterhaltung von Kaltluftentstehungsgebieten und -leitbahnen sicherzustellen.

1. Auswirkungen des Klimawandels

Naturgefahren

- Siehe Aktivitätsfelder „Wasserwirtschaft“ sowie „Schutz vor Naturgefahren“;

Zunahme der Hitzebelastung

Die Zunahme von Extremtemperaturen, Hitzewellen, Hitzetagen und Tropennächten, wird insbesondere in Siedlungsräumen zu einer Zunahme des Hitzeinseleffekts und somit der Hitzebelastung führen. Diese Entwicklung bedingt eine zunehmende Bedeutung von Grün- und Freiräumen mit klimabezogenen Funktionen.⁸⁶

Raumansprüche

Vermehrte raumwirksame Klimafolgenrisiken und gleichzeitig zunehmende Raumansprüche der Gesellschaft führen zu zunehmender Flächenverknappung.⁸⁷ Die Landesgrünzone und die Freiflächen in den Siedlungsräumen werden zukünftig vor dem Hintergrund des Klimawandels, u. a. als Retentionsräume und kühle Orte, eine noch höhere Bedeutung erfahren.⁸⁸

2. Handlungsempfehlungen

Schutz vor Naturgefahren verstärken

- Der Klimawandel erfordert einen noch konsequenteren Umgang mit Naturgefahren.⁸⁹
- Freihaltung von Gefahrenzonen gemäß Vorgaben der Gefahrenzonenpläne: Gefahrenzonen gilt es verstärkt freizuhalten, insbesondere in Roten Zonen sollen keine zusätzlichen Schadenspotenziale geschaffen werden. Für bestehende Gebäude in Roten Zonen gilt der Objektschutz. In Gelben Gefahrenzonen sind für neue Bauflächen entsprechende Schutzmaßnahmen erforderlich.
- Die Siedlungsentwicklung vermeidet große, versiegelte Flächen, damit Gefahren bei Starkregenereignissen abgemildert werden können.⁹⁰

Retentionsflächen sichern und erweitern

- Durch Reaktivierung von natürlichen Überschwemmungsflächen von Gewässern werden der Wasserrückhalt erhöht und die Flusslandschaften ökologisch aufgewertet.
- Durch das Hochwasserschutzprojekt RHESI soll der Rhein mehr Platz erhalten und die Abflusskapazität deutlich erhöht werden.
- Auch an anderen relevanten Fließgewässern des Landes, z. B. an der Ill und der Bregenzerach, entstehen Freiräume für den Abfluss des Hochwassers, die auch positive Auswirkungen auf die Naherholung und die ökologische Vielfalt der Fließgewässersysteme haben können.
- Neben den Retentionsflächen entlang von Fließgewässern leisten Areal- und Dachbegrünungen einen wichtigen Beitrag zur Erhöhung des Wasserrückhalts.⁹¹
- Generell kann eine wassersensible Quartiersentwicklung einen wesentlichen Beitrag für den Rückhalt von Oberflächenwasser leisten.

Reduktion von weiterer Flächeninanspruchnahme

- Die Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung sollen bis zum Jahr 2030 substanziell verringert werden.

Siedlungsnaher Frei- und Grünräume erhalten und weiterentwickeln

- Siedlungsnaher Freiräume sowie Gewässerräume bieten vor allem für Menschen in städtischen Räumen Lebensqualität als Naherholungsgebiete und Orte der Abkühlung. Diese Freiräume werden nicht nur in ihrer Qualität erhalten, sondern weiterentwickelt und aufgewertet.
- Im Hinblick auf steigende Temperaturen in den Siedlungskörpern kommt siedlungsnahen Freiräumen eine zunehmende Bedeutung als Kaltluftentstehungsgebiete sowie als Kaltluftleitbahnen zu.

Lebensqualität in den Ballungsräumen durch eine umsichtige Siedlungsentwicklung sicherstellen (Urbane Frei- und Grünräume)

- Die Siedlungen in Vorarlberg sind vielfach nicht für die zu erwartende Hitzebelastung gebaut worden. Eine langfristige Weiterentwicklung der Siedlungskörper sollte möglichst klimasensibel erfolgen. Grüne und blaue Infrastrukturen spielen dabei eine wichtige Rolle.
- Eine klimasensible Siedlungsentwicklung trägt wesentlich dazu bei, Hitzetage abzumildern und in den Nächten abkühlende Effekte zu begünstigen. Wichtig dabei sind der Erhalt und die Weiterentwicklung frei zugänglicher öffentlicher und klimaangepasster Freiräume wie Spielplätze oder Parks sowie Zugänge zu Gewässern und zu Trinkwasser.
- Zur klimasensiblen Gestaltung von öffentlichen Flächen zählt neben deren Begrünung und Beschattung auch, dass die Versiegelung möglichst reduziert wird. Neben der klimafitten Gestaltung von öffentlichen Flächen haben Dach- und Fassadenbegrünungen abkühlende Effekte und können so auf Gebäudeebene zu einer Temperaturreduzierung im Ballungsraum beitragen. Das betrifft auch die Sicherung des Baumbestandes in Siedlungen und deren Nahbereich.⁹²

Verwandte Handlungsempfehlungen

Anpassung von Gebäuden an den Klimawandel: Siehe Aktivitätsfeld Bauen und Wohnen

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Konsequente Beachtung von Gefahrenzonen;
- Weiterentwicklung und Umsetzung des Hochwasserschutz- und Rhein-Renaturierungsprojekts RHESI unter besonderer Berücksichtigung der Biodiversität und der Freizeitnutzung;
- Sparsamer und haushälterischer Umgang mit Grund und Boden, insbesondere sind Bauflächen bodensparend zu nutzen. In den Talsohlen von Rheintal und Walgau soll die Landesgrünzone in ihrem Zusammenhang und ihrer Größe erhalten bleiben;
- Erarbeitung von (regionalen) Landschaftsentwicklungskonzepten mit Schwerpunktgebieten und Schwerpunktnutzungen, z. B. in der Landesgrünzone; dies betrifft u. a. Vorrangflächen für die Landwirtschaft (Bodenqualität), ökologisch bedeutsame Gebiete, Biotopvernetzung und Wildtierkorridore sowie Frei- und Grünräume für die Naherholung;
- Berücksichtigung der Erfordernisse der Infrastruktur, des Schutzes vor Naturgefahren, des Klimawandels und der Energieeffizienz in Räumlichen Entwicklungsplänen (REP) der Gemeinden;
- Gründächer als Maßnahme zur Klimawandelanpassung sowie als Ersatzlebensräume durch Beratung und Bewusstseinsbildung unterstützen; bestehendes Monitoring der begrünten Dachflächen fortführen;
- Bekenntnis zur Österreichischen Bodenstrategie: Substanzielle Reduktion der weiteren Flächeninanspruchnahme durch Siedlungs- und Verkehrsflächen sowie neu versiegelter Flächen bis 2030 zur Sicherung von Grün- und Freiräumen sowie wertvoller Böden;

Mitwirkung am österreichweiten Monitoring zur Flächeninanspruchnahme und Versiegelung der Österreichischen Raumordnungskonferenz (ÖROK).

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Raumplanung u. Baurecht;
Abteilung Wasserwirtschaft.

Wirtschaft

Die Folgen des Klimawandels für die Wirtschaft aber auch daraus resultierende Anpassungsmaßnahmen unterscheiden sich je nach Unternehmensgröße und Branche. Zunehmende Hitze und Starkniederschläge wirken sich jedenfalls auf die Arbeitsproduktivität und das Schadensrisiko durch Naturgefahren und damit negativ auf die Wirtschaft aus. Darüber hinaus müssen die Folgen des Klimawandels im globalen Kontext z. B. was die Änderung der Verfügbarkeit von Rohstoffen und Vorprodukten anbelangt, in betrieblichen Strategien berücksichtigt werden. Potenzielle Chancen gilt es des Weiteren frühzeitig zu erkennen.

1. Auswirkungen des Klimawandels

Wahrnehmung von Klimarisiken in Unternehmen

Laut einer Umfrage der Europäischen Investitionsbank 2023 gaben mehr als die Hälfte der befragten österreichischen Firmen an, nur geringe Auswirkungen des Klimawandels wie etwa Verluste durch Extremwetter oder durch veränderte Wettermuster wahrzunehmen. Rund 20 % der Unternehmen in Österreich sprachen von großen Auswirkungen des Klimawandels.⁹³

Klimafolgen für Produktion, Handel und Gebäude

Produktion und Handel können – je nach Branche und Standort – in unterschiedlicher Art und Weise von den Folgen des Klimawandels betroffen sein. Typische Folgen sind in der österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel erwähnt:

- Extremereignisse: Zunehmende Extremereignisse und extreme Witterungsperioden können Schäden der betrieblichen Infrastruktur und bei der Produktion verursachen.
- Kühlungsbedarf: Höhere Temperaturen und Hitzewellen erhöhen den Kühlungsbedarf für die Lagerung und den Transport verschiedener Produkte sowie den Bedarf an aktiver und passiver Kühlung für Bürogebäude.
- Wasserverfügbarkeit: Im Aktivitätsfeld „Wasserwirtschaft“ wird festgehalten, dass in Vorarlberg insgesamt die Verfügbarkeit von ausreichend Grundwasser für die Wasserversorgung gesichert ist und aufgrund der hohen Niederschlagsmengen insgesamt – anders als in manchen Teilen Österreichs – keine quantitative Übernutzung des Grundwassers erwartbar ist.

Hitzebelastung für Arbeitnehmende

Höhere Temperaturen und Hitzewellen beeinträchtigen die Arbeitsbedingungen (Rückgang der Produktivität, Gefährdung der Gesundheit und der Arbeitssicherheit).

Klimarisiken für Lieferketten und Logistik

Folgeeffekte von klimatischen Ereignissen aus anderen Weltregionen können über die Lieferketten bis nach Vorarlberg wirken und Auswirkungen auf die gesamte Wertschöpfungskette haben.

Klimawandelanpassung und EU-Taxonomie

Unternehmen, die für bestimmte Wirtschaftstätigkeiten Taxonomiekonformität gemäß der EU-Taxonomieverordnung erreichen wollen, benötigen eine Klimarisikoanalyse.

2. Handlungsempfehlungen

Erhöhung der Resilienz von Betriebsstandorten, inkl. der energetischen Versorgungssicherheit und Gewährleistung von Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

Angesichts zunehmender lokaler Starkregenereignisse gilt es Gebäude und unternehmerische Infrastrukturen gegen Naturgefahren wie z. B. Hochwässer, Oberflächenwässer, Hagel abzusichern und auch allfällige Maßnahmen zur Sicherstellung der Energieversorgung sowie der Lieferketten zu prüfen. Bauten in Risikozonen sollten vermieden werden. Rund 40 % der Unternehmen in Österreich haben bereits Maßnahmen zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit gegen physische Risiken (Klimaresilienz) ergriffen – vor allem Investitionen in Lösungen, um die Exposition gegenüber den Risiken zu vermeiden oder zu verringern. Knapp 10 % haben Versicherungen gegen klimabedingte Verluste abgeschlossen.⁹⁴

Etablierung eines Klimarisikomanagements für Unternehmensstandorte Forcierung von adäquaten Risikoabschätzungen basierend auf Zukunftsszenarien

Wissenschaft und Verwaltung können hier durch die Bereitstellung von Datengrundlagen und Tools unterstützend wirken und den Unternehmen möglichst einfachen Zugang zu den notwendigen Informationen bereitstellen.

Sicherstellung von Gesundheit und körperlichem Wohlbefinden der Mitarbeitenden gegenüber Klimarisiken wie Hitzestress und UV-Strahlung.

Steigende Temperaturen in Betriebsgebäuden aber vor allem auch für Mitarbeitende im Außendienst können einen signifikanten Einfluss auf die Produktivität von Arbeitskräften haben. Im Sinne der Energieautonomie Vorarlberg sollte auf die zunehmende Gefahr sommerlicher Überwärmung mit einer angepassten Bauweise (u. a. angepasste Glasanteile) und, wenn nötig, mit umweltfreundlichen Kühlmethoden, wie z. B. Freecooling oder Flächenheizungen mit der Möglichkeit von Kühlung, zurückgegriffen werden.

3. Zusammenfassung der wesentlichen Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel

- Bereitstellung von Klimaprojektionen und Informationsangeboten gemeinsam mit dem Klimafonds der Bundesregierung, den Bundesländern und der Wissenschaft;
- Bereitstellung von Risiko-Analyse-Tools für Unternehmen zur Erfüllung der Anforderungen der EU-Taxonomie-VO und der CSRD;
- Beratung für naturnahe Außenräume von Gebäuden sowie Dach- und Fassadenbegrünungen;
- Bereitstellung von Beratungsangeboten zum Thema Klimawandelanpassung für Klein- und Mittelunternehmen durch den Bund und die Länder im Rahmen der Regionalprogramme;

4. Zuständige Abteilungen

Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten.

4. Sektorenübergreifende Herausforderungen

Bei der Anpassung an den Klimawandel gibt es einige Herausforderungen, die mehrere Sektoren bzw. Landesabteilungen betreffen und die daher gemeinsam angegangen werden müssen.

1) Klimaschutz

Um potenziell unbeherrschbare Folgen des Klimawandels zu vermeiden, haben die Vereinten Nationen im Rahmen des Pariser Übereinkommens zum Klimaschutz beschlossen, die Erderwärmung auf maximal 2 °C und möglichst 1,5 °C zu begrenzen. Der Beitrag des Landes Vorarlberg zum Klimaschutz wurde in der Landesstrategie „Energieautonomie+ 2030“ dargelegt. Am 08.07.2022 trat darüber hinaus der „Wirkungscheck Energieautonomie, Klimaschutz und Klimawandelanpassung“ in Kraft. Dieser Wirkungscheck, der die Auswirkungen eines legislativen Vorhabens auf den Klimaschutz und die Klimawandelanpassung prüft und dokumentiert, kommt bei allen Gesetzesbeschlüssen des Landtags und Verordnungen der Landesregierung zur Anwendung.

2) Soziale Aspekte des Klimawandels

Nicht alle Teile der Bevölkerung sind in gleicher Weise von den Folgen des Klimawandels einerseits und den Maßnahmen der Klimapolitik andererseits betroffen. Diese Entwicklungen haben das Potenzial, bestehende Ungleichheiten zu verschärfen oder neue zu schaffen. Zu den sogenannten vulnerablen Gruppen, die von Hitzewellen und Naturgefahren besonders betroffen sind, zählen Personen mit geringem Einkommen, armuts- und ausgrenzungsgefährdete Personen, energiearme Personen, Personen über 65 Jahre, Kinder, chronisch Kranke, Personen mit Migrationshintergrund, Alleinerziehende, Menschen mit Behinderungen, Frauen und Personen mit geringer Bildung. 56% der österreichischen Bevölkerung über 15 Jahre weisen mindestens eines dieser Merkmale auf (BMSGPK 2021).

Neben den konkreten gesundheitlichen Auswirkungen auf die genannten Personengruppen sind diese auch bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels benachteiligt. So haben sie einen eingeschränkten Zugang zu effizienten Technologien, Marktalternativen und Unterstützungsleistungen. Zudem können sie aufgrund von Verdrängung nur eingeschränkt von Verbesserungen im Wohnungsbereich profitieren (BMSGPK 2021).

Diese vulnerablen Bevölkerungsgruppen benötigen daher gezielte Schutz- und Unterstützungsmaßnahmen.

Die Abteilung Soziales und Integration ist im Rahmen ihrer Aufgaben für viele dieser Personengruppen zuständig. Bei der Fortschreibung der Sozialfondsstrategie 2026 werden daher auch Aspekte der Anpassung an den Klimawandel berücksichtigt. Die Nachhaltigkeitsüberlegungen im Rahmen der Sozialfondsstrategie sollen darauf abzielen, Emissionen im Sozialbereich und in sozialen Einrichtungen zu reduzieren und die Auswirkungen des Klimawandels auf vulnerable Gruppen und Beschäftigte im Sozialbereich abzufedern. Teil der Strategie des Sozialfonds soll es auch sein, die Zusammenarbeit und den Austausch mit relevanten Nachbarbereichen zum Thema ökologische Nachhaltigkeit zu verstärken, um die sozialen Aspekte des Klimawandels reziprok zu berücksichtigen.

3) Betrieblicher und privater Objektschutz

Naturgefahrenprävention wird angesichts zunehmender Extremwetterereignisse immer wichtiger. Dies betrifft auch den privaten und betrieblichen Objektschutz, den Vorarlberg als eines von vier Handlungsfeldern des integralen Hochwasserschutzes (räumliche Vorsorge, nachhaltiger Schutzwasserbau, privater und betrieblicher Objektschutz sowie Katastrophenschutz) definiert. Da technische Schutzmaßnahmen vor Naturereignissen keinen 100%igen Schutz bieten können, ist es wichtig, das Gefahrenbewusstsein in Sachen Restrisiko sowie die Eigenvorsorge und -verantwortung zu stärken, um die Risiken von Schäden durch Naturkatastrophen zu begrenzen. Zur Eigenvorsorge zählen u. a. die Installation von Rückstauklappen oder die Maximierung der Versickerungsfähigkeit von Regenwasser am eigenen Grundstück. Von Seiten der öffentlichen Hand stellt die Naturgefahrenprävention dabei eine klassische Querschnittsmaterie dar, da sie viele unterschiedliche Behörden und Organisationen betrifft. Die zahlreichen Aktivitäten des Landes, der Gemeinden und Regionen sowie der Systempartner sollen künftig bestmöglich gebündelt werden.

4) Urbane Frei- und Grünräume

Mit einem Anstieg der Bevölkerung und zunehmenden Hitzebelastung v. a. in den tiefen Lagen im Rheintal oder Walgau nimmt auch die Bedeutung urbaner Frei- und Grünräume zu. Dabei geht es u. a. um den Erhalt und die Vergrößerung urbaner Grünräume, die Minimierung der Versiegelung, die Anpassung von Planungs- und Pflegestrategien, die Anpassung des Wasser- und Bodenmanagements oder um den Erhalt bzw. die Förderung der biologischen Vielfalt urbaner Frei- und Grünräume. Auch Fragen der Beibehaltung und Ausweitung der derzeitigen Waldausstattung Vorarlbergs im Umfeld von urbanen Räumen oder das Thema Kaltluftentstehungsgebiete spielen hier eine Rolle. Neben legislativen und förderungspolitischen Maßnahmen ist hier die Bewusstseinsbildung, Vernetzung sowie Anpassung der Aus-, Fort- und Weiterbildung aller betroffenen Gruppen (öffentlich und privat) notwendig. Die Handlungsempfehlungen dieses Aktivitätsfelds sind im Aktivitätsfeld „Raumordnung“ thematisiert.

5) Gemeinden und Modellregionen

Mit dem Klimawandel sind vielfältige Herausforderungen für Vorarlbergs Gemeinden verbunden. Verglichen mit den rechtlichen Kompetenztatbeständen der Gemeinden ergibt sich daraus ein gemeindeeigener Katalog an möglichen Handlungsfeldern. Gemeinden müssen daher nicht nur Klimaschutz betreiben, sondern auch Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Bereichen wie Flächenwidmung, Wasserversorgung, Gemeindestraßen und Rettungswesen ergreifen. Das Programm Klimawandel-Anpassungsmodellregionen (KLAR!) unterstützt die Regionen dabei, sich frühzeitig und wissenschaftsbasiert an den Klimawandel anzupassen, um Schäden zu minimieren und die Lebensqualität zu erhalten. In Vorarlberg nehmen derzeit aktuell sechs Regionen am Förderprogramm Klimawandel-Anpassungsmodellregionen (KLAR!) und drei Regionen mit einer Bevölkerung von insgesamt 260.000 am Förderprogramm Klima- und Energie-Modellregionen (KEMs) des Klima- und Energiefonds teil. Das Land Vorarlberg unterstützt Gemeinden und Regionen an den Programmen KEM und KLAR teilzunehmen.

6) Klimadaten- und Informationen

Zur Planung und Durchführung von Anpassungsmaßnahmen in Vorarlberg und zur Information der Bevölkerung, der Behörden und der Wirtschaft sollen die wissenschaftlichen Grundlagen periodisch

aktualisiert und laufend verbessert werden. Aus diesem Grund betreibt das Land Vorarlberg gemeinsam mit dem Bund, den restlichen Bundesländern und der österreichischen Wissenschaftsgemeinschaft sektorenübergreifende Klimaforschung. Dabei werden die Klimavergangenheit dokumentiert, Klimaprojektionen erstellt und Informationsmaterialien für die Öffentlichkeit erstellt, die über die Webseiten www.vorarlberg.at/klimawandelanpassung, den Vorarlberg-Atlas und die Webseite www.klimaszenarien.at veröffentlicht werden. Die Forschungsk Kooperationen mit dem Bund und der Wissenschaft sollen mit hoher Intensität fortgesetzt werden.

7) Governance

Zuständigkeit der Abteilungen

Die Verantwortung für die Umsetzung der Handlungsempfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel aus dieser Strategie liegt bei den zuständigen Fachabteilungen im Amt der Vorarlberger Landesregierung. Angelegenheiten der Koordination der Anpassung an den Klimawandel sind gemäß Geschäftseinteilung der Vorarlberger Landesregierung dem Fachbereich Energie und Klimaschutz der Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten zugewiesen.

Abteilungsübergreifende Zusammenarbeit, Koordination und Erfolgskontrolle

Für die Umsetzung der Strategie gilt das folgende Steuerungs- und Regelungssystem:

1. Zusammenarbeit der Fachabteilungen: Eine Koordinations-Gruppe mit je einem Vertreter bzw. einer Vertreterin der Fachabteilungen soll landesintern eine rasche Koordination und einen effizienten Informationsfluss in allen Belangen der Anpassung an den Klimawandel gewährleisten.
2. Periodische Aktualisierung: Die Vorarlberger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel soll nach Bekanntwerden neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse auf Konsistenz und Aktualität geprüft werden.

Maßnahmen und Aktionspläne

Der hiermit vorliegende erste Teil der Vorarlberger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel bildet die Grundlage für die Aktivitäten der Fachabteilungen des Amtes der Vorarlberger Landesregierung zur Anpassung an den Klimawandel. Konkrete Umsetzungsmaßnahmen und Umsetzungsprojekte können in ein- bis zweijährlichen Aktionsplänen präzisiert werden.

5. Anhang

Definition Anpassungsmaßnahmen

Unter Anpassung an den Klimawandel versteht man Anpassungen ökologischer, sozialer oder wirtschaftlicher Systeme als Reaktion auf aktuelle oder erwartete klimatische Einflüsse und deren Auswirkungen. Dabei handelt es sich um Änderungen von Prozessen, Praktiken und Strukturen, um potenzielle Schäden abzumildern oder die mit dem Klimawandel verbundenen Chancen zu nutzen.⁹⁵

Rechtliche Rahmenbedingungen

Im Übereinkommen von Paris (UNFCCC 2015) wurde die Anpassung an den Klimawandel dem Klimaschutz als gleichwertiges Ziel gegenübergestellt. Auch das Europäische Klimagesetz VO (EU) 2021/1119 bildet einen verbindlichen Rahmen für die Anpassung an den Klimawandel. Am 4. April 2024 wurde auf Bundesebene die aktualisierte 3. Fassung der „Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ vom Ministerrat verabschiedet. Am 12. April 2024 nahm die Landesklimaschutzreferenten und Landesklimaschutzreferentinnen diese zustimmend zur Kenntnis. Die Neufassung der „Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ bildet Grundlage und Anlass, um auch die Vorarlberger Landesstrategie zur Anpassung an den Klimawandel aus dem Jahr 2015 einer Überarbeitung zu unterziehen.

Methodik der Erstellung der Strategie

Vorgehensweise

Die wesentliche Vorgehensweise bei der Erstellung der Vorarlberger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel war es die „Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ auf Vorarlberg herunterzubrechen und zu konkretisieren.

Der Prozess der Erstellung der Strategie bestand dabei aus mehreren Phasen und Abstimmungsrunden. In einem ersten Schritt wurden sämtliche relevante Landesstrategien und die bestehende Anpassungsstrategie einem Abgleich mit der dritten Auflage der „Österreichischen Strategie zur Anpassung“ an den Klimawandel unterzogen. Die aktuelle Fassung der „Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ mit ihren 14 Aktivitätsfeldern diente hier als Strukturgeber und als Hauptinformationsquelle in Bezug auf Handlungsempfehlungen. In dieser Phase wurden Interessierte und Betroffene mit einbezogen (vgl. Beteiligte). Das Ergebnis dieser Phase war ein Erstentwurf für die aktualisierte Anpassungsstrategie, der anschließend einem wissenschaftlichen Review unterzogen wurde (siehe unten). Nach Prüfung und Bearbeitung der Empfehlungen aus der Wissenschaft durch die Fachabteilungen des Amtes der Landesregierung wurde ein finaler Entwurf erstellt und der Landespolitik zur Genehmigung vorgelegt. Der finale Entwurf wurde anschließend einer öffentlichen Begutachtung unterzogen.

Autorenschaft

Hauptautorinnen und Hauptautoren der Vorarlberger Strategie zur Anpassung an den Klimawandel sind die Verantwortlichen der jeweiligen Fachabteilungen des Amtes der Vorarlberger Landesregierung und der Fachbereich Energie und Klimaschutz.

Zur Kenntnisnahme und Stellungnahme vorgelegt

Die Strategie wurde den folgenden Institutionen zur Stellungnahme vorgelegt – in alphabetischer Reihenfolge: Alpenschutzverein, Alpenverein, AlpS, Arbeiterkammer, Ärztekammer, Abteilungen der Bezirkshauptmannschaften, Energieinstitut, Illwerke vkw, Inatura, Industriellenvereinigung, Klimawandelanpassungs-Modellregionen, Krankenhäuser Betriebsgesellschaft,

Landesfeuerwehrverband, Landwirtschaftskammer Vorarlberg, Naturschutzanwaltschaft, Naturschutzbund, Rotes Kreuz, Sozialeinrichtungen AGV (Arbeitgeberverband), Umweltbundesamt, Umweltinstitut, Umweltverband (Gemeindeverband), Verein "Haus am Katzenturm", Vorarlberg Tourismus, Waldverein, Wildbach- und Lawinenverbauung, Wirtschaftskammer.

Wissenschaftlicher Review

Die vorliegende Strategie wurde einem wissenschaftlichen Review unterzogen. Dabei wurde geprüft, ob die Folgen des Klimawandels und die wichtigsten Herausforderungen adressiert sind. Eine Maßnahmenbewertung war nicht Gegenstand des Reviews. Folgende Institutionen haben sich am Review beteiligt

- AlpS
- BOKU-Meteorologie
- Firma Weatherpark
- Gemeinsame Länder-Vertretung Klimawandelanpassung
- Umweltbundesamt

Die genannten Institutionen können für die Güte der vorliegenden Strategie natürlich keine Garantie abgeben. Für die Vollständigkeit und Richtigkeit der Aussagen ist allein der Herausgeber verantwortlich.

Quellen

AFRY Austria GmbH (2023): **Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserkraft in Österreich**. Hg. v. Österreichs Energie, 1040 Wien. Online verfügbar unter <https://oesterreichsenergie.at/publikationen/ueberblick/detailseite/auswirkungen-des-klimawandels-auf-die-wasserkraft-in-oesterreich>, zuletzt geprüft am 25.07.2024.

ALReg (2013): **Blauzone Rheintal**. Verordnung der Vorarlberger Landesregierung über die Festlegung von überörtlichen Freiflächen zum Schutz vor Hochwasser im Rheintal. Bericht für die Landesregierung.

ALReg (2015): **Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg** – Ziele, Herausforderungen und Handlungsfelder. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten, 6901 Bregenz.

ALReg (2018): **Strukturdaten Vorarlberg**. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Raumplanung und Baurecht, 6901 Bregenz. Online verfügbar unter <https://vorarlberg.at/documents/302033/472382/Strukturdaten2018.pdf>

ALReg (2019): **Raumbild Vorarlberg 2030**. Zukunft Raum geben. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Raumplanung und Baurecht, 6901 Bregenz.

ALReg (2019): **Mobilitätskonzept Vorarlberg 2019**. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten, 6901 Bregenz.

ALReg (2021): **Vorarlberger Waldstrategie 2030+**. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Forstwesen Landhaus, Römerstraße 15, 6901 Bregenz

ALReg (2021): **Strategie Energieautonomie+ 2030**. Klimaschutz in Vorarlberg umsetzen. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten, 6901 Bregenz.

ALReg (2022): **Tourismus Strategie Vorarlberg 2030**. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Allgemeine Wirtschaftsangelegenheiten, 6901 Bregenz. Online verfügbar unter <https://www.vorarlberg-tourismus2030.at/>, zuletzt geprüft am 17.07.2024.

ALReg (2023): **Landwirtschaftsstrategie Vorarlberg**. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, 6901 Bregenz.

ALReg (2023): **Wasserwirtschaftsstrategie 2025**. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft. Landhaus, 6901 Bregenz.

ALReg (2024): **xsund blieba, Vorarlberger Gesundheitsförderungs- und Präventionsstrategie 2024-2030**. Hg. v. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Sanitätsangelegenheiten, 6901 Bregenz.

APCC (2025) **Second Austrian Assessment Report on Climate Change (AAR2)**. D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, H. Rieder (eds.). Austrian Academy of Sciences Press, Vienna, Austria. <https://aar2.ccca.ac.at/>

CCCA Fact Sheet # 33 | 2021: **Klimawandel Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft, Schneetrends in Österreich**: Schnee bleibt immer kürzer liegen

BML (2024): **Naturgefahren im Klimawandel. Vorsorgecheck.** Hg. v. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, 1010 Wien. Online verfügbar unter <https://www.naturgefahrenimklimawandel.at/>, zuletzt geprüft am 17.07.2024.

BMK (2024): Die **Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel**. 3. Auflage. Bestehend aus den Teilen: 1 – Kontext, 2 – Aktionsplan und 3 – Executive Summary. Hg. v. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 1030 Wien.

BMSGPK (2021): **Soziale Folgen des Klimawandels in Österreich.** Unter Mitarbeit von Sebastian Seebauer, Alina Lückl, Judith Köberl, Veronika Kulmer. Hg. v. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. Wien.

CCCA (2024): **FAQs zur EU Taxonomie.** Online verfügbar unter <https://ccca.ac.at/netzwerkaktivitaeten/ccca-arbeitsgruppen/ag-klimarisiko-im-esg-reporting/faqs-zur-eu-taxonomie>, zuletzt geprüft am 4.10.2024.

Brasseur Guy P. et al. (2023): **Klimawandel in Deutschland.** Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage.

EIB (2023): **EIB Investment Survey 2023:** European Union overview. Hg. v. Europäische Investitionsbank. Online verfügbar unter <https://data.eib.org/eibis/graph>, zuletzt geprüft am 17.07.2024.

EIB (2024): **Investitionsumfrage der EIB 2023:** Überblick für die EU. Hg. v. Europäische Investitionsbank (EIB), 2024. Online verfügbar unter <https://www.eib.org/de/publications/20230285-econ-eibis-2023-eu>, zuletzt geprüft am 9.8.2024.

EIV (2022): **Klimafittes Bauen und Wohnen.** Hg. v. Energieinstitut Vorarlberg, Dornbirn. Online verfügbar unter <https://www.energieinstitut.at/aktuelles/broschuere-klimafittes-bauen-und-sanieren>, zuletzt geprüft am 24.07.2024.

Formayer, H. et al (2018): **SWITCH.** Shifts in Weather Incidents Threatening reliability of the electricity distribution and transmission /economic performance due to climate CHange & Opportunities For Foresight planning. Final Report.

Formayer, H.; Lehner, F. (2024): **Daten für Klimastrategie Vorarlberg.** Im Auftrag des Landes Vorarlberg.

Geosphere Austria (2024): **Jahrestemperatur in Österreich von 1760 bis 2100.** Daten: Geosphere Austria, ÖKS15 Klimaszenarien. HadCRUT 5.0.1.0 (Morice et al. 2021). Grafik: Geosphere Austria. Zur Verfügung gestellt durch Dr. Marc Olefs, Leiter Department Klima-Folgen-Forschung.

Gobiet, Andreas; Strasser, Ulrich (2022): **Future Snow Cover Evolution in Austria (FuSE-AT).** Publizierbarer Endbericht. Im Auftrag des Klima- und Energiefonds. Wien. Online verfügbar unter <https://fuse-at.ccca.ac.at>, zuletzt geprüft am 17.07.2024.

IGKB (2020): **Klimawandel am Bodensee.** Online verfügbar unter <https://www.igkb.org/medien/faktenblaetter/klimawandel-am-bodensee-maerz-2020>, zuletzt geprüft am 17.07.2024.

Lehner, F. et al. (2024): **BioClim Austria**: Gridded climate indicators for 1961-1990 and 1991-2020 at 250m resolution. Online verfügbar unter doi.org/10.5281/zenodo.10887293, zuletzt geprüft am 16.09.2024.

Orlik A., Rohrböck A., Müller P., Tilg A.-M. (2024): **Klimarückblick Vorarlberg 2023**. Hg. v. CCCA. Wien.

Orlik A. (2024): **Hitzewellen: länger und häufiger**. Online verfügbar unter: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/hitzewellen-laenger-und-haeufiger>, zuletzt geprüft am 16.09.2024.

Steininger, Karl et al (2020). **Klimapolitik in Österreich: Innovationschance Coronakrise und die Kosten des Nicht-Handelns**. Hg. v. Wegener Center, Graz. Online verfügbar unter https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/COIN_2020.pdf, zuletzt geprüft am 27.07.2024.

Umweltbundesamt (2024): **Folgen der Klimaänderung - Tourismus**. Online verfügbar unter <https://www.klimawandelanpassung.at/kwa-allgemein/kwa-folgen/kwa-tourismus>, zuletzt geprüft am 22.07.2024.

UNFCCC (2024): **Themenpräsentation Klimawandelanpassung**. Online verfügbar unter <https://unfccc.int/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/introduction>, zuletzt geprüft am 22.07.2024.

ZAMG (2016): **ÖKS15, Klimaszenarien für das Bundesland Vorarlberg**. Endbericht. Hg. v. GeoSphere Austria. Online verfügbar unter <https://klimaszenarien.at/daten/>, zuletzt geprüft am 17.07.2024.

ZAMG (2017): **Winter in Österreich: Vergangenheit und Zukunft**. Online verfügbar unter <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/winter-in-oesterreich-vergangenheit-und-zukunft>, zuletzt geprüft am 26.07.2024.

ZAMG (2019): **SPARTACUS Data**. Hrsg. Vorarlberger Nachrichten gemeinsam mit der Rechercheplattform. Veröffentlichung: Vorarlberger Nachrichten, Ausgabe vom Dienstag, 13. August 2019.

Endnoten

-
- ¹ Auswahl der Indikatoren erfolgte auf Basis der Mitteilung der Europäischen Kommission (COM(2024) 91 final) zum Thema „Bewältigung von Klimarisiken – Schutz der Menschen und des Wohlstands“
- ² Orlik A., Rohrböck A., Müller P., Tilg A.-M. (2024): Klimarückblick Vorarlberg 2023
- ³ Orlik A., Rohrböck A., Müller P., Tilg A.-M. (2024): Klimarückblick Vorarlberg 2023
- ⁴ Orlik A. (2024): Hitzewellen: länger und häufiger.
- ⁵ Formayer, H. (2024): Daten für Klimastrategie Vorarlberg.
- ⁶ Lehner, F. et al. (2024): BioClim Austria
- ⁷ Auskunft der Abteilung Landwirtschaft im Amt der Vorarlberger Landesregierung
- ⁸ Sämtliche Ergebnisse, sofern nicht anders angegeben aus ZAMG (2016): ÖKS15, Klimaszenarien für das Bundesland Vorarlberg
- ⁹ ZAMG (2019): SPARTACUS Data.
- ¹⁰ Sämtliche Ergebnisse, sofern nicht anders angegeben aus ZAMG (2016): ÖKS15, Klimaszenarien für das Bundesland Vorarlberg
- ¹¹ ZAMG (2017): Winter in Österreich: Vergangenheit und Zukunft.
- ¹² Formayer, H. et al (2018)
- ¹³ Besonders niederschlagsintensiv sind hierbei Mittelmeetiefs die im Golf von Genau entstehen und entlang der Südseite des Alpenhauptkammes nach Osten ziehen (Vb-Lagen). Durch die höhere Verdunstung aus dem wärmeren Mittelmeer steht diesen Systemen mehr Wasser zur Verfügung. Die großen Hochwasserereignisse in Österreich und auch Vorarlbergs (Juli 1997, August 2002, August 2005, Juni 2013 und zuletzt 2024) wurden mit dieser Wetterlage mit verursacht.
- ¹⁴ Formayer, H.; Lehner, F. (2024)
- ¹⁵ Formayer, H.; Lehner, F. (2024)
- ¹⁶ Sämtliche Ergebnisse, sofern nicht anders angegeben aus ZAMG (2016): ÖKS15, Klimaszenarien für das Bundesland Vorarlberg
- ¹⁷ CLIMAMAP: Climate Change Impacts for Austrian Regions. www.vorarlberg.at/klimawandelanpassung
- ¹⁸ Beantwortung einer Landtagsanfrage vom 24.02.2023 mit der Zl. 29.01.383 mit Zahl: 29.01.383 basierend auf Erkenntnissen der Studie Gobiet, Andreas; Strasser, Ulrich (2022)
- ¹⁹ ALReg (2023): Landwirtschaftsstrategie Vorarlberg.
- ²⁰ ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 45
- ²¹ ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 90, SWOT-Analyse
- ²² ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 45. Handlungsfeld 1.1 Die Auswirkungen der Klimaveränderung bewältigen, Handlungsfeld 1.2 Die Waldökosysteme an die Klimaveränderung anpassen sowie das Handlungsfeld 1.3 Wald, Waldböden und Holz als CO₂-Senke, -Speicher und zur Substitution von CO₂ nutzen
- ²³ ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 45
- ²⁴ ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 46
- ²⁵ Beantwortung Landtags-Anfrage 29.01.446
- ²⁶ ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 45
- ²⁷ ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 46
- ²⁸ ALReg (2021): Waldstrategie 2030+, S. 47
- ²⁹ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025, S. 22
- ³⁰ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025, S. 24
- ³¹ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025, S. 24
- ³² ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025, S. 22
- ³³ IGKB (2020): Klimawandel am Bodensee.
- ³⁴ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025. S. 20
- ³⁵ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025. S. 21
- ³⁶ ALReg (2024): Tourismusstrategie 2030, S. 41
- ³⁷ ALReg (2024): Tourismusstrategie 2030, S. 30 (Kernziele)
- ³⁸ Umweltbundesamt (2024): Folgen der Klimaänderung - Tourismus.
- ³⁹ ALReg (2024): Tourismusstrategie 2030, S.41
- ⁴⁰ ALReg (2024): Tourismusstrategie 2030, S. 41
- ⁴¹ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025
- ⁴² AFRY Austria GmbH (2023): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserkraft in Österreich.

-
- ⁴³ AFRY Austria GmbH (2023): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserkraft in Österreich.
- ⁴⁴ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025, S. 26.
- ⁴⁵ ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg. Aussage auf Basis einer schriftlichen Auskunft von illwerke vkw
- ⁴⁶ BMK (2024): Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil Executive Summary
- ⁴⁷ AFRY Austria GmbH (2023): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserkraft in Österreich.
- ⁴⁸ (NAS 3.0 Executive Summary)
- ⁴⁹ ALReg (2023): Wasserwirtschaftsstrategie 2025, S. 75.
- ⁵⁰ EIV (2022): Klimafittes Bauen und Wohnen.
- ⁵¹ Auskunft Abteilung Wohnbauförderung durch A. Colle, 12.7.2024
- ⁵² ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg
- ⁵³ ALReg (2024): Presseaussendung vom 01.10.2024 Katastrophenschutzkompetenz muss in Länderhand bleiben.
- ⁵⁴ Zweiter Österreichischer Sachstandsbericht zum Klimawandel (AAR2), <https://aar2.ccca.ac.at/de>
- ⁵⁵ Presseaussendung 18.09.2024 „Hochwasserschutz im Land wird konsequent ausgebaut“
- ⁵⁶ ALReg (2018): Strukturdaten Vorarlberg.
- ⁵⁷ Presseaussendung 16.05.2021
- ⁵⁸ 29.01.446 Umsetzungsstand der Vorschläge des Klimarats der BürgerInnen
- ⁵⁹ Presseaussendung 25.11.2019.
- ⁶⁰ 29.01.446 Umsetzungsstand der Vorschläge des Klimarats der BürgerInnen
- ⁶¹ Anpassungsstrategie Vorarlberg 2016
- ⁶² Presseaussendung 04.06.2024
- ⁶³ 29.01.446 Umsetzungsstand der Vorschläge des Klimarats der BürgerInnen
- ⁶⁴ Gemäß „29.01.446 Umsetzungsstand der Vorschläge des Klimarats der BürgerInnen“ fanden zahlreiche konkrete Beratungsgespräche mit einem von Land und Gemeinde finanzierten Experten statt. In diesen Bereich fallen auch Beratungsangebote der KLAR-Regionen oder die Beratungen durch das Energieinstitut.
- ⁶⁵ ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg
- ⁶⁶ ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg
- ⁶⁷ Steininger et al 2020).
- ⁶⁸ ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg
- ⁶⁹ ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg
- ⁷⁰ Formayer et al (2018)
- ⁷¹ Teilstrategie Forstwirtschaft
- ⁷² AAR Synthesebericht, S. 91
- ⁷³ Webseite Ia
- ⁷⁴ Presseaussendung 25.5, ergänzt
- ⁷⁵ ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg
- ⁷⁶ ALReg (2015): Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Vorarlberg
- ⁷⁷ ALReg (2024): xsund blieba, Vorarlberger Gesundheitsförderungs- und Präventionsstrategie 2024-2030.
- ⁷⁸ Aktionsplan Klimawandelanpassung des Landes Vorarlberg 2022/23
- ⁷⁹ IPCC, Climate Change 2022: Impacts, Adaption and Vulnerability
- ⁸⁰ Neumayer, J., Leiner, O., Schied, J., Wallner, W. (2024): Rote Liste der Hummeln (*Bombus* spp.) Österreichs
- ⁸¹ Essl & Rabitsch, 2013
- ⁸² APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014, Gesamtbericht, S. 470
- ⁸³ BMK (2024): Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil Kontext
- ⁸⁴ BMK (2024): Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil Kontext, S. 411
- ⁸⁵ BMK (2024): Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel
- ⁸⁶ BMK (2024): Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 3, Aktivitätsfeld Raumordnung
- ⁸⁷ ebendort
- ⁸⁸ ALReg (2019): Raumbild 2030, S. 17, ergänzt
- ⁸⁹ ALReg (2019): Raumbild 2030, S. 28
- ⁹⁰ ALReg (2019): Raumbild 2030, S. 28
- ⁹¹ ALReg (2019): Raumbild 2030, S. 29
- ⁹² ALReg (2019): Raumbild S.26
- ⁹³ EIB (2024): Investitionsumfrage der EIB 2023
- ⁹⁴ EIB (2024): Investitionsumfrage der EIB 2023

⁹⁵ UNFCCC (2024)