

Diplomarbeit

Die nachhaltigen Entwicklungsziele der UN und gekoppelte Mensch-Wassersysteme

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grads
Diplom-Ingenieurin
eingereicht an der TU Wien, Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen

Diploma Thesis

The UN Sustainable Development Goals and coupled human-water systems

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieurin
of the TU Wien, Faculty of Civil and Environmental Engineering

von

Laura Vögel
Matr.Nr.: 51866061

Betreuung: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.h.c.mult. **Günter Blöschl**
Dr.in techn. MSc **Borbála Széles**
Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie
Forschungsbereich Ingenieurhydrologie und Wassermengenwirtschaft
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/222, 1040 Wien, Österreich

Wien, im Oktober 2024

Eidesstattliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit selbstständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Ort, Datum

Laura Vögel

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich meinen herzlichen Dank an Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.h.c.mult. Günter Blöschl und Dr.in techn. MSc Borbála Széles für die Betreuung dieser Arbeit aussprechen. Ich habe die lehrreiche und verlässliche Zusammenarbeit sehr geschätzt.

Ebenso möchte ich meinen Eltern Helga und Philipp sowie meinen Geschwistern Jonas, Afra und Pius für die immerwährende Unterstützung danken.

Der abschließende Dank gilt meinen Mitstudierenden, die meine Zeit an der TU Wien sehr bereichert haben. Besonders danke ich Gerda, Clara, Luis, Armin, Josh, Max, Christine, Peter und Natalia.

Kurzfassung

Die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals, SDGs) wurden beschlossen, um eine nachhaltige Entwicklung auf ökonomischer, ökologischer und sozialer Ebene zu fördern. Angesichts globaler Herausforderungen wie Hochwasser, Dürren und anderen Wasserkrisen gewinnt ein nachhaltiger Umgang mit Wasser zunehmend an Bedeutung.

In dieser Arbeit werden anhand einer umfassenden Literaturrecherche 14 Unterziele und 21 Indikatoren der SDGs untersucht, die für Österreichs Wasserwirtschaft relevant sind. Diese Unterziele decken die Bereiche Trinkwasser und Schutz des Grundwassers, Hochwasserisikomanagement, Gewässerökologie, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Wasser und Landwirtschaft sowie Wasserkraft ab. Von den 21 untersuchten Indikatoren gelten für Österreich zwei als *weitgehend erreicht* („ASDR - Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction“ und „Gesetzlicher Rahmen zu Verhütung oder Bekämpfung invasiver gebietsfremder Arten“), während vier Indikatoren mit einem *signifikant positiven Fortschritt* („Biochemischer Sauerstoffbedarf in Flüssen“, „Aufkommen gefährlicher Abfälle“, „Todesfälle durch Katastrophen“ und „Erneuerbare Energie als Anteil am Bruttoendenergieverbrauch“) und drei mit einem *moderat positiven Fortschritt* („Anschluss an kommunale Kläranlage mit zumindest sekundärer Behandlung“, „Waldfläche als Anteil an der Landfläche“ und „Natura 2000 Landflächen“) bewertet werden. Die Datenlage der verbleibenden zwölf Indikatoren entspricht nicht den UN-Bewertungskriterien, weshalb diese zwar in der Arbeit behandelt werden, eine Trendbewertung jedoch nicht möglich ist.

Besonderes Augenmerk liegt auf den Unterzielen „Wasserqualität“ und „Auswirkungen von Katastrophen“. Für diese Bereiche werden konkrete Handlungsvorschläge, wie z.B. eine nachhaltige Bewirtschaftung von Land oder die Stärkung der Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung gegenüber Naturkatastrophen, erläutert. Da in der Vergangenheit technokratische Maßnahmen in der Wasserwirtschaft aufgrund von Rückkopplungen im Mensch-Wassersystem oft zu unerwünschten Langzeitfolgen führten, werden sozio-hydrologische Aspekte in dieser Arbeit berücksichtigt. Dabei wird untersucht, wie bestimmte Maßnahmen das menschliche Verhalten beeinflussen, um zukünftige negative Effekte zu vermeiden.

Auch wenn in Österreich die SDGs bereits ambitioniert verfolgt werden, ist es wichtig, diese Bemühungen weiter zu verstärken, da ein nachhaltiger Umgang mit Wasser, insbesondere angesichts der Folgen des Klimawandels, unumgänglich ist.

Abstract

The United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) were adopted to promote sustainable development across economic, ecological, and social dimensions. In light of global challenges such as floods, droughts, and other water-related crises, a sustainable use of water is becoming increasingly important.

This thesis examines 14 targets and 21 indicators of the SDGs relevant to Austria's water sector through a comprehensive literature review. These targets address the areas of drinking water and groundwater protection, flood risk management, aquatic ecology, water supply and wastewater disposal, water and agriculture, and hydropower. In Austria, of the 21 indicators reviewed, two are considered *on track* ("ASDR - Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction" and "Legal framework for the prevention or control of invasive alien species"), four are rated as showing *substantial progress* ("Biochemical oxygen demand in rivers", "Hazardous waste generated", "Number of deaths attributed to disasters", and "Renewable energy share in the total final energy consumption"), and three indicate *fair progress* ("Connection rate to a municipal wastewater treatment plant with at least secondary treatment", "Forest area as a proportion of total land area", and "Natura 2000 land area"). Although the remaining twelve indicators are addressed in the work, a trend assessment is not possible, as the data for these indicators do not meet the UN's evaluation criteria.

Particular attention is given to the targets "Water quality" and "Impacts of disasters". Specific action proposals in these areas, such as sustainable land management or increasing public awareness of natural disasters, are discussed. Since technocratic measures in water management have often led to undesirable long-term consequences in the past due to feedback loops in the human-water system, socio-hydrological aspects are considered in this work. For instance, it examines how certain interventions influence human behavior to prevent future negative effects.

Although Austria is already pursuing the SDGs ambitiously, it remains important to intensify these efforts, as sustainable water management is crucial, particularly in light of the expected impacts of climate change.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)	1
1.1.1	Geschichtliche Hintergründe	1
1.1.2	Definition und Geltungsrahmen	6
1.1.3	Die „5 Ps“	7
1.1.4	Die 17 SDGs	8
1.1.5	Kritik	10
1.1.6	Indikatoren und Monitoring der nachhaltigen Entwicklungsziele . . .	11
1.1.7	Bewertung der Zielerreichung	14
1.2	Gekoppelte Mensch-Wassersysteme	18
1.2.1	Begriffserklärung	18
1.2.2	Sozio-hydrologische Phänomene	20
1.2.3	Herausforderungen in Bezug auf gekoppelte Mensch-Wassersysteme	23
1.3	Relevanz des Themas und der Zusammenhang zwischen den SDGs und der Sozio-Hydrologie	29
1.4	Ziel der Arbeit	29
1.5	Aufbau der Arbeit	30
2	Methodik	32
2.1	Allgemeine Auswahlkriterien	32
2.2	Methodische Vorgehensweise beim Ergebnisteil	33
3	Ergebnisse	34
3.1	Derzeitige Situation in Österreich	36
3.1.1	Trinkwasser und Schutz des Grundwassers	37

3.1.2	Hochwasserrisikomanagement	53
3.1.3	Gewässerökologie	77
3.1.4	Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	89
3.1.5	Wasser und Landwirtschaft	96
3.1.6	Wasserkraft	99
3.2	Handlungsvorschläge zur Erreichung der Indikatoren mit Verbesserungspotenzial	105
3.2.1	Wasserqualität (Unterziel 6.3)	109
3.2.2	Auswirkungen von Katastrophen (Unterziel 11.5)	113
4	Diskussion	124
4.1	Zusammenfassung der Ergebnisse	124
4.2	Interpretation der Ergebnisse und Vergleich mit anderen europäischen Ländern	125
4.3	Limitationen	130
5	Fazit und Ausblick	132
	Literaturverzeichnis	v
	Abbildungsverzeichnis	xxxvii
	Tabellenverzeichnis	xli
	Abkürzungsverzeichnis	xliv

1 Einleitung

Dieses Kapitel thematisiert die Grundlagen der nachhaltigen Entwicklungsziele der UN und der gekoppelten Mensch-Wassersysteme. Zudem werden die Relevanz und das Ziel dieser Arbeit erläutert. Abschließend wird ein Überblick über den Aufbau dieser Diplomarbeit gegeben.

1.1 Die Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs)

Im Folgenden wird ein Überblick bezüglich der Bedeutung und Hintergründe der Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) der Vereinten Nationen (United Nations, UN) gegeben.

1.1.1 Geschichtliche Hintergründe

Um die Hintergründe der nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen zu verstehen, werden wichtige Meilensteine im Bereich der Nachhaltigkeit, der Ressourcenverfügbarkeit, der nachhaltigen Entwicklung sowie der globalen Umwelt- und Klimapolitik thematisiert.

Erstmal verwendet bzw. eingeführt wurde der Begriff „Nachhaltigkeit“ im Jahr 1713 von Hans Carl von Carlowitz, einem deutschen Wissenschaftler, der in der Stadt Freiberg in Sachsen auf dem Gebiet der Forstwirtschaft arbeitete. Zu dieser Zeit wurde eine enorme Menge an Holz für die Sicherung von Bergwerksschächten, die Verhüttung von Eisenerz, den Schiffsbau etc. benötigt. Daher schlug Carlowitz vor, eine nachhaltige Waldbewirtschaftung dadurch zu erreichen, dass pro Zeiteinheit nur so viele Bäume gefällt werden, wie Bäume nachwachsen. Somit sollte auch die wirtschaftliche Stabilität gesichert werden. Er empfahl,

die nachhaltige Entwicklung der Forstwirtschaft zu einem Leitprinzip zu machen [Kuhlman and Farrington, 2010; Wiersum, 1995; Wilderer, 2007].

Der Erhalt natürlicher Ressourcen ist ein Thema, das die Menschheit schon lange beschäftigt: zweifellos hatten unsere altsteinzeitlichen Vorfahren Bedenken hinsichtlich des Aussterbens ihrer Beutetiere und frühe Bauern um den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit [Kuhlman and Farrington, 2010]. Auch in den Wirtschaftswissenschaften ist die Knappheit der Ressourcen ein zentrales Thema. Ein bekanntes Beispiel ist Thomas Malthus' 1798 veröffentlichtes Werk „An Essay on the Principle of Population“. Seine Theorie besagt, dass die Bevölkerung exponentiell anwächst, während die Verfügbarkeit von Ressourcen bzw. das Nahrungsmittelangebot nur linear ansteigt. Er prophezeite, dass es durch diese Diskrepanz zwischen Bevölkerung und Ressourcenverfügbarkeit zwangsläufig zu einer „Malthusianischen Katastrophe“ führen würde, bei der die Bevölkerung durch Hungersnöte, Armut, Krankheit und Kriege verringert wird und sich so das Gleichgewicht zwischen Bevölkerung und Ressourcenverfügbarkeit wiederherstellt [Malthus, 1878; Manfredo et al., 2014; Unnerstall and Unnerstall, 2021].

Ein Hauptgrund, weshalb die „Malthusianischen Katastrophe“ ausblieb, ist, dass Malthus den Zusammenhang zwischen Geburtenzahlen und Lebensstandard falsch interpretiert hat. Er ging davon aus, dass ein höherer Lebensstandard zu steigenden Geburtenzahlen führt, wobei genau das Gegenteil der Fall ist [Unnerstall and Unnerstall, 2021].

Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs wurde weltweit die Frage aufgeworfen, ob langfristig genügend Rohstoffe zur Verfügung stehen würden, trotz des starken Bevölkerungswachstums. Gleichzeitig gewann die Sorge um die Umwelt in den 1960er Jahren durch die Umweltbewegung weltweit an Bedeutung. Als entscheidender Moment für den Beginn der modernen Umweltbewegung gilt die Veröffentlichung von Rachel Carsons Buch „Silent Spring“, das die negativen Auswirkungen von Pestiziden auf die Umwelt thematisiert und im Jahr 1962 veröffentlicht wurde [Binder et al., 2018; Kidd, 1992; Kline, 2022].

Im April 1968 versammelte sich eine internationale Gruppe von dreißig Personen aus den Bereichen Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Ökonomie, Diplomatie und Industrie in der Accademia dei Lincei in Rom. Sie trafen sich auf Initiative von Dr. Aurelio Peccei, um die gegenwärtige und zukünftige Lage des Menschen zu diskutieren. Aus diesem Treffen entstand der „Club of Rome“. Dieser hat zum Ziel, das Verständnis über das globale System, bestehend aus Wirtschaft, Politik, Natur und Gesellschaft, zu verbessern, um neue politische

Initiativen und Maßnahmen zu schaffen. Im Jahr 1972 veröffentlichte der Club of Rome schließlich das Werk „The Limits to Growth“. In diesem wird durch Systemdynamikmodelle prognostiziert, dass das Wirtschaftswachstum bis Mitte des 21. Jahrhunderts an seine Grenzen stoßen wird [Higgs, 2022; Meadows et al., 2018].

Im selben Jahr, nämlich 1972, fand die erste Weltkonferenz, die das Thema „Umwelt“ in den Mittelpunkt stellte, statt. Es war eine in Stockholm durchgeführte Konferenz der Vereinten Nationen, bei der eine Reihe von Grundsätzen für den ordnungsmäßigen Umgang mit der Umwelt verabschiedet wurden, darunter der „Action Plan“ und die „Stockholm Declaration“. Des Weiteren wurde das „Umweltprogramm“ der Vereinten Nationen (United Nations Environment Programme, UNEP) gegründet [Binder et al., 2018; United Nations, 2024k].

Im Jahr 1987 veröffentlichte die World Commission on Environment and Development (WCED), auch Brundtland Commission genannt, den Bericht „Our Common Future“, auf Deutsch „Unsere gemeinsame Zukunft“. Dieser ist auch unter dem Namen „Brundtland-Bericht“ bekannt, benannt nach der Vorsitzenden der Kommission, Gro Harlem Brundtland. Im Bericht wird festgestellt, dass globale Umweltprobleme vor allem auf die enorme Armut des Südens und das nicht-nachhaltige Konsum- und Produktionsverhalten des Nordens zurückzuführen sind. Außerdem werden Leitprinzipien für nachhaltige Entwicklung in allen drei Dimensionen (ökologisch, ökonomisch und sozial) beschrieben, wie sie auch heute noch im Allgemeinen relevant sind. Des Weiteren werden Strategien gefordert, wie sich die Umwelt und Entwicklung miteinander vereinen lassen, bezeichnet mit dem Begriff „nachhaltige Entwicklung“ [Federal Office for Spatial Development ARE, 2024; Hajian and Kashani, 2021; Strategic Imperatives, 1987; Zimmermann, 2016].

Aus dem Bericht „Our Common Future“ stammt eine der gebräuchlichsten Definitionen für „nachhaltige Entwicklung“ bzw. „sustainable development“, die auch im Kontext der SDGs verwendet wird [United Nations, 2024f]. Diese lautet wie folgt:

„Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“
[Strategic Imperatives, 1987].

Durch die Publikation von „Our Common Future“ wurde eine weitreichende öffentliche Debatte über das Thema Nachhaltigkeit ausgelöst. Es folgten eine Reihe von Konferenzen der Vereinten Nationen zum Thema Umwelt und Entwicklung, wobei der Erdgipfel in Rio de Janeiro, Brasilien, im Jahr 1992 den Anfang bildete. Bei dieser Konferenz verabschiedeten 178 Länder die Agenda 21. Dies ist ein umfassender nicht bindender Aktionsplan mit dem Ziel, die „Lebensqualität der Menschen zu verbessern“ und die Umwelt zu schützen, indem eine globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung aufgebaut wird. Fünf Jahre später, also 1997, fand die erste Folgekonferenz, die auch als Rio+5 Konferenz bezeichnet wird, in New York statt. 2002 folgte schließlich die Rio+10 Konferenz in Johannesburg [Picolotti, 1999; United Nations, 2024g; Zimmermann, 2016].

Im September 2000 wurde in New York im UN-Hauptquartier der erste Millenniumsgipfel abgehalten, bei dem alle Mitgliedstaaten einstimmig die Millenniumserklärung verabschiedeten. Diese Erklärung war die erste globale Strategie mit quantifizierbaren Zielen, der alle UN-Mitgliedstaaten und führenden Entwicklungsinstitutionen der Welt zustimmten. Beim Millenniumsgipfel wurden außerdem acht Millenniums-Entwicklungsziele (Millennium Development Goals, MDG) ausgearbeitet, mit dem großen Ziel, extreme Armut in allen Dimensionen bis 2015 zu beenden. Der Fokus lag dabei vor allem auf „developing countries“, womit Länder des globalen Südens gemeint sind. Alle acht Millenniums-Entwicklungsziele werden in Abbildung 1.1.1 dargestellt [LAG 21 NRW, 2024; United Nations, 2024g; Woodbridge, 2015].



Abbildung 1.1.1: Die Millenniums-Entwicklungsziele [LAG 21 NRW, 2024].

Die Umsetzung der Millenniums-Entwicklungsziele startete am 1. Jänner 2001. Außerdem wurde, wie von den Vereinten Nationen vereinbart, alle fünf Jahre ein Gipfeltreffen abgehalten, um die Fortschritte bei der Verwirklichung der Ziele zu bewerten. Auch wenn der Umsetzung der Ziele hohe Prioritäten eingeräumt wurden, konnten die meisten davon nicht bis 2015 erreicht werden. Dennoch waren erhebliche Fortschritte in den acht Bereichen zu verzeichnen [MDG Monitor, 2024].

Im Jahr 2012, 20 Jahre nach der ersten Konferenz der Vereinten Nationen zum Thema Umwelt und Entwicklung, fand die Rio+20 Konferenz statt, welche wie bereits 1992 in Rio de Janeiro abgehalten wurde. Bei dieser Konferenz wurde das Abschlussdokument „The Future We Want“ veröffentlicht. Weiters wurde beschlossen, einen Prozess zur Ausarbeitung einer Reihe von nachhaltigen Entwicklungszielen zu starten, die auf den Millenniums-Entwicklungszielen aufbauen. Auf der Rio+20 Konferenz wurde außerdem das „Hochrangige Politische Forum für Nachhaltige Entwicklung“ (High-Level Political Forum on Sustainable Development, HLPF) gegründet. Dieses trifft sich jährlich unter dem Wirtschafts- und Sozialrat und alle vier Jahre auf Ebene der Staats- und Regierungschefs unter der UN-Generalversammlung. Das HLPF ist mittlerweile zuständig für die Überprüfung und Nachverfolgung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung und der Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen auf globaler Ebene. Was die Agenda 2030 und die Ziele für nachhaltige Entwicklung sind, wird später genauer erläutert [Morin et al., 2021; United Nations, 2024g;b].

Im Jänner 2013 richtete die Generalversammlung eine 30-köpfige Offene Arbeitsgruppe (Open Working Group, OWG) ein, um einen Vorschlag zu den SDGs zu erarbeiten [United Nations, 2024g;d].

Im Jahr 2015 war ein Meilenstein für den Multilateralismus („System einer vielfach verknüpften Weltwirtschaft“ [Duden, 2024]), da mehrere wichtige Abkommen verabschiedet wurden [United Nations, 2024g]:

- Das Sendai-Rahmenwerk für die Reduzierung von Katastrophenrisiken (März 2015): dies ist ein internationaler Vertrag, der zum Ziel hat, bis 2030 das Katastrophenrisiko und den Verlust von Menschenleben, Gesundheit und Existenzgrundlagen zu minimieren. Darüber hinaus soll die Beeinträchtigung kultureller, wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Strukturen von Gemeinschaften und Ländern reduziert werden [Nationen, 2015].

- Die Addis-Abeba-Aktionsagenda zur Finanzierung für Entwicklung (Juli 2015): dies ist eine internationale Vereinbarung, die sich mit der Finanzierung und Schaffung eines passenden Umfeldes für die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklungsziele beschäftigt [United Nations, 2015].
- Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung mit den 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung (September 2015): dies wird im Unterkapitel „1.1.2 Definition und Geltungsrahmen“ genau erläutert.
- Das Pariser Abkommen über den Klimawandel (Dezember 2015): dies ist ein rechtlich bindender internationaler Vertrag zum Klimawandel, der von 197 Staaten und der Europäischen Union auf der UN-Klimakonferenz (COP21) im Dezember 2015 angenommen wurde und am 4. November 2016 in Kraft getreten ist. Das übergeordnete Ziel des Abkommens ist, den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur im Vergleich zum vorindustriellen Niveau deutlich unter 2°C zu halten und Bemühungen zu unternehmen, den Anstieg auf 1,5°C zu begrenzen. Das Pariser Abkommen ist ein Meilenstein in der Klimapolitik, da erstmals ein verbindliches Abkommen alle Nationen zusammenführt, um gemeinsam gegen den Klimawandel vorzugehen [Neubäumer, 2021; United Nations, 2024h].

Heute unterstützt die Abteilung für Nachhaltigkeitsziele (Division for Sustainable Development Goals, DSDG) die Verwirklichung der SDGs und spielt eine wichtige Rolle bei der Bewertung der umfassenden Umsetzung der 2030-Agenda im gesamten UN-System [United Nations, 2024g].

1.1.2 Definition und Geltungsrahmen

Am 25. September 2015 wurde in New York die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung von der Generalversammlung der Vereinten Nationen verabschiedet. Die Agenda 2030 mit dem Originaltitel „Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development“ ist das Ergebnisdokument des Gipfeltreffens der Vereinten Nationen, welche 193 Mitgliedstaaten aufweisen. Im Mittelpunkt der Agenda 2030 stehen die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung, welche durch insgesamt 169 Unterziele bzw. Zielvorgaben genauer definiert werden. Die Ziele gelten, im Gegensatz zu den Millenniums-Entwicklungszielen, die für Maßnahmen im globalen

Süden vorgesehen waren, für alle Staaten dieser Welt. Deswegen werden die Ziele auch als Global Goals bezeichnet. Die nachhaltigen Entwicklungsziele haben das Bestreben, bis 2030 eine weltweit nachhaltige Entwicklung auf ökologischer, sozialer und ökonomischer Ebene zu erreichen [BMK, 2024a; Cepal, 2016; Generalversammlung, 2015; United Nations, 2021a; 2024i].

Gemäß dem zentralen Versprechen - „Leave no one behind“ - der Agenda 2030 soll die nachhaltige Entwicklung Vorteile für alle Menschen, unabhängig von deren Hautfarbe, Geschlecht, Religion, Herkunft o.Ä. bringen. „Leave no one behind“ steht auch für die Verpflichtung der UN-Mitgliedstaaten, Schwachstellen zu minimieren, Armut zu beenden sowie Ausgrenzung und Diskriminierung zu beseitigen, um die Chancenungleichheit zu vermindern, die Menschen daran hindert, ihr Potenzial auszuschöpfen [Bundeskanzleramt, 2024; Generalversammlung, 2015; United Nations, 2018; 2021b].

Die nachhaltigen Entwicklungsziele sind rechtlich nicht bindend und haben daher keine rechtlichen Konsequenzen, wenn sie nicht erreicht werden. Dennoch wird erwartet, dass die Länder die Verantwortung übernehmen und einen nationalen Rahmen für die Umsetzung der 17 Ziele festlegen. Damit der Handlungsfortschritt besser messbar ist, gibt es Indikatoren auf globaler, regionaler und nationaler Ebene. Die Indikatoren und das Monitoring der SDGs werden im Unterpunkt „1.1.6 Indikatoren und Monitoring der nachhaltigen Entwicklungsziele“ genauer erläutert [United Nations, 2024i].

1.1.3 Die „5 Ps“

Die 17 SDGs adressieren fünf Kernbereiche (People, Planet, Prosperity, Peace und Partnership), welche durch die Umsetzung der Ziele verbessert werden sollen. Diese Kernbereiche werden auch als die „5 Ps“ bezeichnet und werden nach folgenden Quellen [BMZ, 2024; Deutscher Akademischer Austauschdienst, 2024; General Assembly, 2015; Generalversammlung, 2015; United Nations, 2024j] näher erläutert:

- People (Menschen): Armut und Hunger sollen in allen Formen beendet werden und die Ausschöpfung des eigenen Potenzials für alle Menschen in Würde und Gleichberechtigung möglich gemacht werden.

- Planet (Planet): Durch nachhaltige Bewirtschaftung und Produktion, nachhaltigen Konsum sowie die Umsetzung wirksamer Maßnahmen gegen den Klimawandel soll der Planet vor Schädigung geschützt werden.
- Prosperity (Wohlstand): Alle Menschen sollen ein erfülltes Leben in Wohlstand führen können und der soziale, technische und wirtschaftliche Fortschritt soll im Einklang mit der Natur geschehen.
- Peace (Frieden): Gerechte, inklusive und friedliche Gesellschaften ohne Angst und Gewalt sollen gefördert werden, da Frieden und nachhaltige Entwicklung untrennbar voneinander sind.
- Partnership (Partnerschaft): Durch globale Partnerschaft und Solidarität sollen die Mittel, welche für die Umsetzung der Agenda 2030 erforderlich sind, mobilisiert werden. Alle Länder und Menschen sollen sich beteiligen und vor allem die Bedürfnisse der Ärmsten und Schwächsten in den Fokus stellen.

Die Wechselwirkung und Verbundenheit zwischen den Zielen für nachhaltige Entwicklung sind entscheidende Faktoren für die Umsetzung der Agenda 2030. Bei Erreichung der 17 Ziele soll sich die Welt und das Leben aller Menschen zum Besseren verändern.

1.1.4 Die 17 SDGs

Die Nachhaltigkeitsziele sind nicht priorisiert, das bedeutet, dass alle Ziele, unabhängig von deren Nummerierung, als gleich wichtig betrachtet werden. Außerdem sind die Ziele miteinander verknüpft, weshalb sie nicht separat voneinander betrachtet und umgesetzt werden können [BMUV, 2024; Generalversammlung, 2015].

Abbildung 1.1.2 zeigt das „SDG-Poster“ der UN mit den Icons der 17 Sustainable Development Goals. Es dient dazu, die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung visuell darzustellen und ihre Bekanntheit zu fördern.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Abbildung 1.1.2: Die 17 Sustainable Development Goals [United Nations, 2024g].

Im Folgenden sind die 17 Nachhaltigkeitsziele, gemäß der am 25. September 2015 verabschiedeten Resolution der Generalversammlung der Vereinten Nationen [Generalversammlung, 2015], aufgelistet.

Ziele für nachhaltige Entwicklung

Ziel 1: „Armut in allen ihren Formen und überall beenden.

Ziel 2: Den Hunger beenden, Ernährungssicherheit und eine bessere Ernährung erreichen und eine nachhaltige Landwirtschaft fördern.

Ziel 3: Ein gesundes Leben für alle Menschen jeden Alters gewährleisten und ihr Wohlergehen fördern.

Ziel 4: Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern.

Ziel 5: Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen.

Ziel 6: Verfügbarkeit und nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser und Sanitärversorgung für alle gewährleisten.

- Ziel 7:** Zugang zu bezahlbarer, verlässlicher, nachhaltiger und moderner Energie für alle sichern.
- Ziel 8:** Dauerhaftes, inklusives und nachhaltiges Wirtschaftswachstum, produktive Vollbeschäftigung und menschenwürdige Arbeit für alle fördern.
- Ziel 9:** Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, inklusive und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen.
- Ziel 10:** Ungleichheit in und zwischen Ländern verringern.
- Ziel 11:** Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig gestalten.
- Ziel 12:** Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster sicherstellen.
- Ziel 13:** Umgehend Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen ergreifen*.
- Ziel 14:** Ozeane, Meere und Meeresressourcen im Sinne nachhaltiger Entwicklung erhalten und nachhaltig nutzen.
- Ziel 15:** Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen.
- Ziel 16:** Friedliche und inklusive Gesellschaften für eine nachhaltige Entwicklung fördern, allen Menschen Zugang zur Justiz ermöglichen und leistungsfähige, rechenschaftspflichtige und inklusive Institutionen auf allen Ebenen aufbauen.
- Ziel 17:** Umsetzungsmittel stärken und die Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung mit neuem Leben erfüllen.

* In Anerkennung dessen, dass das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen das zentrale internationale zwischenstaatliche Forum für Verhandlungen über die globale Antwort auf den Klimawandel ist“.

1.1.5 Kritik

Einige der Probleme, die bei den MDGs aufgetreten sind, wurden bei der Erstellung der SDGs berücksichtigt und dadurch gelöst. Beispielsweise wurde bei den SDGs ein umfassenderer An-

satz gewählt, wodurch ein breiteres Spektrum globaler Herausforderungen abgedeckt werden kann [Koch and Krellenberg, 2021].

Dennoch gibt es einige Punkte, die an den SDGs kritisiert werden:

- Im Idealfall trägt die Umsetzung von Maßnahmen, die ein SDG betreffen, gleichzeitig zur Verbesserung eines anderen SDGs bei. Es gibt jedoch auch die Gefahr von Zielkonflikten (Trade-offs). Zum Beispiel kann sich wirtschaftliches Wachstum (Ziel 8) durch den häufig damit einhergehenden höheren Treibhausgasausstoß negativ auf den Klimawandel bzw. Ziel 13- „Maßnahmen zum Klimaschutz“ auswirken [Kopnina, 2016]
- Da die Umsetzung der SDGs auf Freiwilligkeit basiert und es keine Sanktionen für Länder gibt, die die Nachhaltigkeitsziele nicht umsetzen, wird die generelle Wirksamkeit dieser Ziele infrage gestellt. Zwar gibt es klare Vorgaben, welche Ziele erreicht werden sollen, jedoch fehlen konkrete Anweisungen, wie diese umgesetzt werden können. Diese Verantwortung liegt bei den einzelnen Ländern, was ebenfalls Zweifel an der Wirksamkeit der SDGs aufkommen lässt [Kaika, 2017].
- Selbst wenn alle Ziele erreicht werden, wird kritisiert, dass diese nicht ambitioniert genug seien – insbesondere im ökologischen Bereich. Kritiker:innen bemängeln, dass die Anforderungen angesichts des Wissens um den (anthropogenen) Klimawandel nicht streng genug sind und somit nicht ausreichen, um diese Herausforderung zu bewältigen [Koch and Krellenberg, 2021].

1.1.6 Indikatoren und Monitoring der nachhaltigen Entwicklungsziele

Damit der Fortschritt bei der Umsetzung der 17 SDGs bzw. der 169 Unterziele mess- und überwachbar ist, wurden auf UN-Ebene 231 globale Indikatoren festgelegt. Um sicherzustellen, dass die verschiedenen Entwicklungsstadien und die Relevanz der einzelnen Ziele in unterschiedlichen Ländern oder Regionen angemessen berücksichtigt werden, werden die globalen UN-Indikatoren durch nationale bzw. regionale Indikatoren ergänzt. Der Zusammenhang der drei Indikatorensets wird in Grafik 1.1.3 visualisiert [Statistik Austria, 2020; United Nations, 2024e].

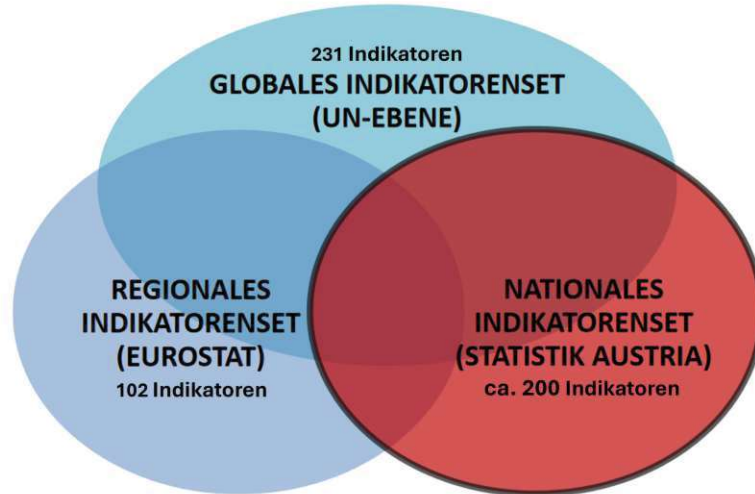


Abbildung 1.1.3: Die drei Indikatorensets [Statistik Austria, 2020].

Globale Ebene

Das globale Indikatorenset für die Nachhaltigkeitsziele wurde von der Inter-Agency and Expert Group on SDG Indicators (IAEG-SDGs) entwickelt und auf der 48. Sitzung der Statistikkommission der Vereinten Nationen im März 2017 vereinbart. Das Indikatoren-Rahmenwerk umfasst 231 einzelne Indikatoren. Die Gesamtzahl, der im globalen Indikatoren-Rahmenwerk gelisteten Indikatoren, beträgt jedoch 248, da sich dreizehn Indikatoren bei zwei oder drei verschiedenen Zielen wiederholen. Das globale Indikatorenset wird durch Indikatoren auf regionaler und nationaler Ebene ergänzt, die von den Mitgliedstaaten entwickelt werden [United Nations, 2024e].

Um die Umsetzung des globalen Indikatorsets zu erleichtern, werden alle Indikatoren vom IAEG-SDGs nach drei Ebenen bzw. Stufen klassifiziert, bekannt als „Tier Classification“. Diese Einteilung erfolgt nach dem Entwicklungsstand sowie der Verfügbarkeit von Daten der jeweiligen Indikatoren und lautet nach [Statistik Austria, 2020; United Nations, 2024c] wie folgt:

- Ebene 1: Diese Indikatoren sind klar definiert und basieren auf einer international anerkannten Methodik und Standards. Außerdem werden Daten von Ländern für mindestens 50% der Länder und der Bevölkerung in allen Regionen, in denen der Indikator relevant ist, regelmäßig produziert.
- Ebene 2: Diese Indikatoren verfügen ebenfalls über eine klare Definition sowie eine

international etablierte Methodik und Standards. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass zu diesen Indikatoren von den Ländern keine Daten regelmäßig produziert werden.

- Ebene 3: Es existiert noch keine international etablierte Methodik oder Standards für diese Indikatoren, aber es werden welche entwickelt oder getestet.

Die Einführung dieser Einteilung dient ausschließlich dazu, bei der Entwicklung globaler Umsetzungsstrategien zu helfen. Es gibt keine Priorisierung zwischen den Ebenen, alle Indikatoren sind gleich wichtig. Mit Stand 13. Dezember 2023 enthält die aktualisierte Einteilung 157 Ebene-1-Indikatoren, 66 Ebene-2-Indikatoren und 8 Indikatoren, die auf mehrere Ebenen zutreffen, da unterschiedliche Komponenten des Indikators auf unterschiedliche Ebenen eingeteilt werden [Martens and Ellmers, 2021; Statistik Austria, 2020; United Nations, 2024c].

Für das Monitoring der Umsetzung der SDGs auf globaler Ebene ist, wie bereits im Unterpunkt „1.1.1 Geschichtliche Hintergründe“ erwähnt, das „Hochrangige Politische Forum für Nachhaltige Entwicklung“ zuständig [United Nations, 2024b].

Regionale Ebene (EU)

Um den Fortschritt bei der Erreichung der SDGs auf regionaler Ebene messen zu können, wurde unter der Leitung von Eurostat ein SDG-Indikatorenset speziell für die Europäische Union entwickelt. Das Indikatorenset für die EU ist mit der Liste der globalen SDG-Indikatoren der UN abgestimmt, jedoch nicht identisch. Es basiert auf einer Auswahl von 102 Indikatoren (für jedes der 17 SDGs je sechs Indikatoren), die nach ihrer politischen Relevanz für die EU und ihrer statistischen Qualität ausgewählt wurden. Das Indikatorenset wird regelmäßig überprüft und dient als Grundlage für den jährlichen Monitoringbericht von Eurostat zum Fortschritt bei der Umsetzung der SDGs [Eurostat, 2017; Eurostat, 2024a; Statistik Austria, 2020; Statistisches Bundesamt, 2024].

Nationale Ebene

Bei den Indikatoren auf nationaler Ebene sind Statistikinstitute wie Statistik Austria und das Europäische Statistische System (ESS) von großer Bedeutung. Im Jahr 2017 wurde von Statistik Austria und dem EES ein erstes Indikatorenset, auf Grundlage der UN-Indikatorenvorschläge, für Österreich erstellt. Die zuständigen Ministerien, die Austrian De-

velopment Agency (ADA) und das Umweltbundesamt waren ebenfalls an der Koordinierung des Indikatorensets beteiligt. Statistik Austria ist jedoch für die endgültige Auswahl der Indikatoren verantwortlich. Das Indikatorenset wird seit 2017 jedes Jahr aktualisiert bzw. weiterentwickelt und enthält momentan etwa 200 Indikatoren. Statistik Austria wurde weiters dazu beauftragt, in regelmäßigen Abständen einen nationalen SDG-Indikatorenbericht zu erstellen, indem die Fortschritte in Bezug auf die Umsetzung der Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN auf nationaler Ebene thematisiert werden. Somit soll die Messbarkeit der Fortschritte bei der Verwirklichung der Ziele auf nationaler Ebene ermöglicht werden [Statistik Austria, 2020; 2021].

Neben dem Monitoring der Statistik Austria erfolgt statistisches Monitoring auch „in den Zuständigkeitsbereichen von Bundesministerien wie beispielsweise im Gesundheitsbereich sowie im Bereich von Gesundheit-in-allen-Politikbereichen“ [Österreich, 2020].

1.1.7 Bewertung der Zielerreichung

Die Bewertung der Zielerreichung mittels Indikatoren bringt gewisse Schwierigkeiten mit sich, da zahlreiche der festgelegten Unterziele komplex und vielschichtig sind. Weiters wurden viele der in der Agenda 2030 formulierten Ziele nicht quantitativ festgelegt, sondern nur richtungsweisend wie zum Beispiel „deutlich reduzieren“ oder „erheblich steigern“.

Die Bewertung der Entwicklung der Indikatoren bzw. der Zielerreichung erfolgt gemäß den Vorgaben von Eurostat. Dabei wird ermittelt, wie stark die Indikatoren sich den Zielvorgaben nähern oder entfernen. Um eine Bewertung durchführen zu können, müssen sowohl eine gewünschte Zielrichtung (normativ (steigend oder fallend) oder quantitativ) und eine ausreichend lange Zeitreihe vorhanden sein. Indikatoren, bei denen dies nicht der Fall ist, werden nicht bewertet [Statistik Austria, 2021].

In Abbildung 1.1.4 sind alle Klassifizierungen sowie deren Symbole bzw. Codes aufgelistet, die bei der Bewertung der Indikatoren relevant sind. Deren genaue Bedeutung und nach welchen Kriterien die Klassifizierung erfolgt, wird in den nachfolgenden Unterpunkten erläutert.

Klassifizierung	Code
Signifikanter Fortschritt in Richtung der Nachhaltigkeitsziele	↑
Moderater Fortschritt in Richtung der Nachhaltigkeitsziele	↗
Moderate Bewegung weg von den Nachhaltigkeitszielen	↘
Signifikante Bewegung weg von den Nachhaltigkeitszielen	↓
Endjahr entspricht genau dem Anfangsjahr	=
Keine Bewertung möglich (z. B. zu kurze Zeitreihe, keine eindeutige normative Zielrichtung)	:
(Teil des) Unterziel(s) weitgehend erreicht	✓
Datenlücke	△

Abbildung 1.1.4: Klassifizierungen bei der Bewertung der Indikatoren [Statistik Austria, 2021].

Indikatoren ohne quantitative Zielwerte

Bei den Indikatoren, für die keine quantitativen Zielwerte vorliegen, wird eine Trendbewertung durchgeführt.

In den von Eurostat erstellten Berichten sind sowohl ein Trend über einen kurzen Zeitraum (fünf Jahre) als auch ein Trend über einen langen Zeitraum (15 Jahre) enthalten. Bei der nationalen Trendbewertung, die von Statistik Austria durchgeführt wird, wird vereinfacht die gesamte für Österreich vorhandene Zeitreihe genutzt, die idealerweise von 2010 bis 2021 reicht. Ein Kriterium für die Durchführung der Bewertung ist, dass mindestens zehn Jahreswerte vorhanden sind und der aktuellste Wert aus dem Jahr 2020 oder 2021 stammt.

Bei der Bewertung nach den Richtlinien von Eurostat wird streng genommen nur der Anfangs- und Endjahreswert für die Trendbewertung betrachtet, die dazwischenliegenden Jahreswerte nicht. Somit wird bei dieser Methode das Ergebnis sehr stark von Ausgangs- und Endjahr beeinflusst.

Für die Beurteilung von Indikatoren, für die keine quantitativen Zielwerte festgelegt wurden, wird die „compound annual growth rate“ (CAGR, durchschnittliche jährliche Veränderungsrate) nach Formel 1.1 berechnet. Die CAGR basiert auf zwei Werten aus der Zeitreihe: dem Anfangswert des Indikators (y_0) zu Beginn des betrachteten Zeitraums und dem Endwert des Indikators (y_n) am Ende des Zeitraums. Das Anfangsjahr wird durch t_0 beschrieben, das Endjahr durch t_n . Die CAGR zeigt die durchschnittliche jährliche Veränderungsrate der Indikatoren an.

$$CAGR = \left(\frac{y_n}{y_0} \right)^{\frac{1}{t_n - t_0}} - 1 \quad (1.1)$$

Die Bewertung der Indikatoren erfolgt nach fünf Stufen: eine „signifikant positive Entwicklung“, eine „moderat positive Entwicklung“, eine „moderat negative Entwicklung“, eine „starke Entwicklung in die falsche Richtung“ oder „keine Entwicklung zwischen Anfangs- und Endjahr“. Welche der fünf Stufen für den jeweiligen Indikator zutreffend ist, hängt vom Wert der durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate ab. Das absolute Niveau des Indikators kann bei diesem Bewertungsmodus nicht berücksichtigt werden, da dafür die Vorgabe eines Zielwertes erforderlich wäre [Statistik Austria, 2021].

Abbildung 1.1.5 zeigt, nach welchen Kriterien die Einteilung bei Indikatoren erfolgt, bei denen eine steigende Entwicklung z.B. „Anteil der Bevölkerung, der eine sicher verwaltete Trinkwasserversorgung nutzt“ gewünscht ist.

Bedingung	Code	Klassifizierung ohne quantitatives Ziel
$1\% \leq \text{CAGR}$	↑	Signifikanter Fortschritt in Richtung der Nachhaltigkeitsziele
$0\% < \text{CAGR} < 1\%$	↗	Moderater Fortschritt in Richtung der Nachhaltigkeitsziele
0%	=	Keine Bewegung zwischen Anfangs- und Endjahr
$-1\% \leq \text{CAGR} < 0\%$	↘	Moderate Bewegung weg von den Nachhaltigkeitszielen
$\text{CAGR} < -1\%$	↓	Signifikante Bewegung weg von den Nachhaltigkeitszielen

Abbildung 1.1.5: Trendbewertung - gewünscht steigende Entwicklung [Statistik Austria, 2021].

In Abbildung 1.1.6 werden die Kriterien abgebildet, die für Indikatoren, bei denen eine fallende Entwicklung erstrebenswert ist (z.B. „Aufkommen gefährlicher Abfälle“), relevant sind.

Bedingung	Code	Klassifizierung ohne quantitatives Ziel
$\text{CAGR} < -1\%$	↑	Signifikanter Fortschritt in Richtung der Nachhaltigkeitsziele
$-1\% \leq \text{CAGR} < 0\%$	↗	Moderater Fortschritt in Richtung der Nachhaltigkeitsziele
0%	=	Keine Bewegung zwischen Anfangs- und Endjahr
$0\% \leq \text{CAGR} < 1\%$	↘	Moderate Bewegung weg von den Nachhaltigkeitszielen
$1\% \leq \text{CAGR}$	↓	Signifikante Bewegung weg von den Nachhaltigkeitszielen

Abbildung 1.1.6: Trendbewertung - gewünscht fallende Entwicklung [Statistik Austria, 2021].

Indikatoren mit quantitativen Zielwerten

Bei gewissen Unterzielen werden globale Zielwerte vorgegeben, die für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele eingehalten werden müssen. Allerdings werden diese Werte von entwickelten Ländern wie Österreich meistens bereits stark unterschritten, weswegen diese als nationale Vorgaben nicht sinnvoll sind.

So soll beispielsweise nach Unterziel 3.1 die weltweite Müttersterblichkeit bis 2030 „unter 70 je 100 000 Lebendgeburten“ gesenkt werden. In Österreich liegt der Wert für die Müttersterblichkeit je 100 000 Lebendgeburten im betrachteten Zeitraum von 2010 bis 2021 bereits zwischen 1,3 und 8,6. Das bedeutet, dass auch, wenn sich dieser Wert massiv verschlechtern und beispielsweise verdreifachen würde, läge er noch immer deutlich unter dem globalen Ziel [Statistik Austria, 2021].

1.2 Gekoppelte Mensch-Wassersysteme

In diesem Unterkapitel wird der Begriff „gekoppelte Mensch-Wassersysteme“ definiert. Weiters werden sozio-hydrologische Phänome sowie die damit verbundenen Herausforderungen erläutert. Abschließend wird die Bedeutung von gekoppelten Mensch-Wassersystemen bei der Umsetzung der SDGs diskutiert.

Um die Wechselwirkung zwischen Mensch und Umwelt, die in den kommenden Unterpunkten thematisiert wird, zu verdeutlichen, folgt ein Zitat aus der Wochenzeitung *The Economist*:

„Humans have changed the way the world works. Now they have to change the way they think about it, too [Economist, 2011].“

1.2.1 Begriffserklärung

Die Sozio-Hydrologie (socio-hydrology) ist die Wissenschaft von Mensch und Wasser, die darauf abzielt, die Dynamik und die Koevolution gekoppelter Mensch-Wassersysteme zu verstehen und bemüht sich weiters um die Lösung der Probleme, mit denen die Menschheit heute konfrontiert ist wie z. B. der nachhaltigen Nutzung von Wasser. In der traditionellen Hydrologie werden menschliche Eingriffe bei der Wasserbewirtschaftung als externe Einflüsse in der Dynamik des Wasserkreislaufs betrachtet, unter der Annahme der Stationarität. In einem Artikel, der im Mai 2011 in der Zeitung „Economist“ erschienen ist, wird jedoch kritisiert, dass Naturwissenschaftler:innen den Menschen zu lange als externen Faktor der Natur gesehen haben [Jing-yi et al., 2015; Peel and Blöschl, 2011; Sivapalan et al., 2012].

„Too many natural scientists embrace the comforting assumption that nature can be studied, indeed should be studied, in isolation from the human world, with people as mere observers [Economist, 2011].“

Durch beispielsweise den Bau von Staudämmen oder veränderter Grundwasserneubildung aufgrund von Änderungen der Landnutzung hat sich insbesondere seit dem Anthropozän die Beziehung zwischen Mensch und Wasser grundlegend gewandelt. Mit Anthropozän ist das gegenwärtige Zeitalter gemeint, beginnend mit der industriellen Revolution, das dadurch definiert ist, dass der Mensch ein wichtiger Einflussfaktor für die atmosphärischen, biologischen und geologischen Prozesse der Erde ist [Savenije et al., 2014; Sivapalan and Blöschl, 2015; Simonis, 2019; Wagener et al., 2010].

Durch die Verstärkung des menschlichen Einflusses auf den Wasserkreislauf muss die Rolle des Menschen bei der Koevolution hydrologischer Systeme berücksichtigt werden. Betrachtet man die Veränderungen in Sozial- und Umweltsystemen im Laufe der Zeit als einen Prozess der Koevolution, so zeigt sich, dass Kulturen beeinflussen, welche Umweltmerkmale sich als geeignet erweisen, und dass die Umwelt beeinflusst, welche kulturellen Merkmale sich als geeignet erweisen [Sivapalan and Blöschl, 2015; Wagener et al., 2010; Winder et al., 2005].

Der Begriff „Koevolution“ (co-evolution) wurde in der Biologie geprägt und beschreibt die gleichzeitige Anpassung von eng miteinander interagierenden Tier- oder Pflanzenpopulationen, von denen jede eine starke Selektionskraft auf die andere ausübt [Ehrlich and Raven, 1964]. Seitdem wurde der Begriff auch von anderen Fachgebieten übernommen und bezieht sich häufig auf adaptive Wechselwirkungen zwischen Prozessen aus verschiedenen Disziplinen wie z.B. Klima und Vegetation, wobei Wasser wieder eine zentrale Rolle spielt [Oyama and Nobre, 2003; Sivapalan and Blöschl, 2015; Zeng and Neelin, 2000].

Im Gegensatz zur traditionellen Hydrologie betrachtet die Sozio-Hydrologie Menschen und ihre Handlungen als wesentliche Bestandteile der Dynamik des Wasserkreislaufs [Peel and Blöschl, 2011; Sivapalan et al., 2012].

Das Verstehen und die Vorhersage von Prozessen in gekoppelten Mensch-Wassersystemen sind jedoch eine Herausforderung, weil verschiedene Disziplinen, Fachsprachen und Perspektiven miteinander vereint werden müssen [Konar et al., 2019; Troy et al., 2015]. Die Zusammenführung von Theorien und Modellen aus verschiedenen Disziplinen ist eine besondere Herausforderung, da sie oft auf unterschiedliche Ergebnisse abzielen und z.B. auf unterschiedlichen Skalen arbeiten (Beispiel: Haushalt vs. Einzugsgebiet) [Konar et al., 2019].

Die Sozio-Hydrologie weist viele Ähnlichkeiten mit der bereits länger etablierten Wissenschaft der Ökohydrologie (eco-hydrology) auf. Die Einführung dieser Wissenschaft hat dazu beigetragen, den Horizont der Hydrologie zu erweitern, indem neue Verbindungen zwischen der Hydrologie und benachbarten Disziplinen wie Bodenkunde, Pflanzenphysiologie und Geomorphologie hergestellt wurden. Des Weiteren konnten neue Konzepte wie das Konzept der Koevolution eingeführt werden, die der Hydrologie bisher fremd waren [Sivapalan et al., 2012].

Baird und Wilby [2005] definieren Ökohydrologie als die Wissenschaft, die sich mit der Beziehung zwischen Pflanzen und Wasser und den hydrologischen Prozessen im Zusammenhang

mit dem Pflanzenwachstum beschäftigt. In diesem Zusammenhang ist auch interessant, dass einigen Schätzungen zufolge fast 90% der weltweiten Pflanzenaktivität in Ökosystemen zu finden sind, in denen der Mensch eine wichtige Rolle spielt [Economist, 2011]. Dadurch zeigt sich erneut die Relevanz der Einbeziehung des Menschen in die Betrachtung der Umwelt.

1.2.2 Sozio-hydrologische Phänomene

Der Mensch hat einen erheblichen Einfluss auf die Hydrologie [Falkenmark and Rockström, 2008; Vörösmarty et al., 2013]. Gleichzeitig prägen hydrologische Veränderungen die menschliche Gesellschaft [Di Baldassarre et al., 2017]. Diese Rückkopplungen zwischen Mensch und Wasser führen zu Phänomenen, die für die Sozio-Hydrologie von Interesse sind. Diese Phänomene sind unbeabsichtigte Folgen oder paradoxe Dynamiken, die aus Handlungen bei der Wasserbewirtschaftung resultieren und können die sozialen Ungleichheiten und Ineffektivität in der Wasserbewirtschaftung verschärfen [Di Baldassarre et al., 2019].

Es kann hilfreich sein, Phänomene, die an unterschiedlichen Orten und in verschiedenen Kontexten auftreten, einander gegenüberzustellen und zu vergleichen, um gemeinsame Erklärungen für das Auftreten dieser Phänomene zu finden. Schließlich können so Phänomene, die Ähnlichkeiten aufweisen, in gemeinsame Gruppen eingeteilt werden. Diesem Ansatz folgten auch *Di Baldassarre et al.* [2019], indem sie sieben allgemeine sozio-hydrologische Phänomene definierten und ihre Hauptmerkmale, Unterphänomene und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft (WW) beschrieben haben [Di Baldassarre et al., 2019].

In Tabelle 1.1 werden drei dieser Phänomene erläutert.

Tabelle 1.1: Beispiele für sozio-hydrologische Phänomene, wobei WW für Wasserwirtschaft steht [Di Baldassarre et al., 2019]

Phänomen	Hauptmerkmale	Unterphänomene	Bedeutung für die WW
Safe-Development-Paradoxon [Kates et al., 2006]	Schutzmaßnahmen erzeugen ein falsches Gefühl der Sicherheit, das die Bewältigungskapazitäten verringert und somit die soziale Vulnerabilität erhöht [Di Baldassarre et al., 2019]	Levee-Effekt [White, 1945]; Reservoir-Effekt [Di Baldassarre et al., 2018];	Fokus auf der Verringerung der sozialen Vulnerabilität; Bessere Kommunikation bzgl. wasserbezogenen Risiken; Angemessene Quantifizierung des Risikos durch Versicherungsunternehmen [Di Baldassarre et al., 2019]
Rebound-Effekt [Alcott, 2005]	Eine Steigerung der Effizienz führt zu einem höheren Verbrauch [Di Baldassarre et al., 2019]	Irrigation-Efficiency-Paradoxon [Dumont et al., 2013]	Einführung eines Systems zur Begrenzung des Wasserverbrauchs und des Wasserhandels; Der Einsatz wassersparender Technologien führt nicht unbedingt zu einem geringeren Wasserverbrauch [Di Baldassarre et al., 2019]
Pendulum Swing [Kandasamy et al., 2014]	Änderung der Prioritäten zwischen wirtschaftlichem Wohlstand und Umweltschutz [Di Baldassarre et al., 2019]	Peak-Water-Paradoxon [Gleick and Palaniappan, 2010]	Der Wasserverbrauch in der gesamten Lieferkette muss berücksichtigt werden, da lokale mit Wohlstand einhergehende Reduzierungen des Wasserverbrauchs möglicherweise durch nichtlokale Zunahmen des Wasserverbrauchs ausgeglichen werden [Di Baldassarre et al., 2019]

Im Folgenden werden zwei Unterphänomene, der Levee-Effekt und das Irrigation-Efficiency-Paradoxon, ausführlicher erläutert, um das Verständnis über gekoppelte Mensch-Wassersysteme zu verbessern.

Der Levee-Effekt

Seit den frühesten aufgezeichneten Zivilisationen, wie in Mesopotamien oder Ägypten, haben sich Menschen in Überschwemmungsgebieten niedergelassen, da die ökologischen Bedingungen und die geografische Lage günstige Voraussetzungen für die kulturelle Organisation, die

landwirtschaftliche Entwicklung, den Handel und das wirtschaftliche Wachstum boten. Mit der Entwicklung der Nahrungsmittelproduktion, der Infrastruktursysteme und des Wandels der Wirtschaftssysteme sind viele Gemeinschaften nicht mehr auf die unmittelbare Nähe zu Überschwemmungsgebieten angewiesen, um günstige Entwicklungsbedingungen zu erlangen. Viele der größten städtischen Ballungsräume der Welt befinden sich dennoch in Deltas oder Überschwemmungsgebieten. Schätzungen zufolge leben heute etwa eine Milliarde Menschen in Regionen mit Überschwemmungsgefahr [D'Angelo et al., 2020; Di Baldassarre et al., 2013; 2010].

Daher sind Maßnahmen erforderlich, um Hochwasser zu kontrollieren und Hochwasserschäden zu reduzieren. Dämme sind die gängigste bauliche Lösung, um Überschwemmungen zu verhindern, Schäden zu verringern und durch mehr Investitionen bzw. wirtschaftliche Aktivitäten in Überschwemmungsgebieten Vorteile zu erzielen. Obwohl der Bau von Dämmen vergleichsweise einfach ist, kann ihre Wirksamkeit durch schlechte Planung, mangelhafte Bauausführung und unzureichende Wartung beeinträchtigt werden, was das Risiko von Versagen erhöht. Des Weiteren kann durch das Errichten eines Dammes der sogenannte Levee-Effekt eintreten [D'Angelo et al., 2020].

Der „Levee-Effekt“ beschreibt das paradoxe Phänomen, dass der Bau von Hochwasserschutzdämmen das Hochwasserrisiko erhöhen kann. Diese Vulnerabilität der Gesellschaft gegenüber Hochwasser kann auf zwei Arten erfolgen. Erstens kann das erhöhte Risiko daran liegen, dass Menschen durch die Errichtung des Dammes ein falsches Gefühl von Sicherheit verspüren und das Hochwasserrisiko unterschätzen. Dies kann zu unzureichenden Vorbereitungsmaßnahmen und einer erhöhten Vulnerabilität führen, wenn Dämme durchbrochen oder von extremen Hochwasser überschwemmt werden. Zweitens neigen die Menschen nach dem Bau eines Dammes dazu, vermehrt in diese Gebiete zu investieren und sie stärker zu besiedeln, erneut auf Grund des falschen Gefühls von Sicherheit. Dadurch steigt jedoch im Falle eines Dammbruchs oder einer Überschwemmung das potenzielle Schadensausmaß deutlich an, da die höhere Bebauung zu größeren Verlusten führen kann, als wenn gar kein Damm gebaut worden wäre. Auf diese beiden Arten kann die Errichtung eines Dammes paradoxerweise das Hochwasserrisiko erhöhen [Ferdous et al., 2019; Pielke, 1999; Tobin, 1995].

Das Irrigation-Efficiency-Paradoxon

In Gebieten, die mit Trockenheit zu kämpfen haben, gilt es als eine wirksame Maßnahme, eine hocheffiziente Landwirtschaft mit wassersparenden Technologien zu fördern, um trotz des Wassermangels die Wirtschaft auszubauen. Häufig stellt der Einsatz von Technologien zur Steigerung der Bewässerungseffizienz jedoch im größeren Kontext betrachtet ein Paradoxon dar, weil das eingesparte Wasser oftmals für die Bewässerung von zusätzlichen Landflächen oder für andere Zwecke, wie z. B. die industrielle oder kommunale Wassernutzung, verwendet wird. Dadurch steigt unter Umständen der absolute Wasserverbrauch in der Gegend und den Ökosystemen werden dringend benötigte Wassermengen entzogen. Dieses Paradoxon ist als Irrigation-Efficiency-Paradoxon bekannt und ergibt sich daraus, dass bei der Umsetzung von technischen Maßnahmen breitere soziokulturelle Verhaltensweisen nicht berücksichtigt wurden [Di Baldassarre et al., 2019].

Dieses Phänomen konnte auch in der Region Xinjiang Uygur im Westen Chinas beobachtet werden. Obwohl die Bewässerungseffizienz in der Region durch den Einsatz wassersparender Technologien erheblich verbessert wurde, stieg der Gesamtwasserverbrauch weiter an. Dies war darauf zurückzuführen, dass sich die in der Landwirtschaft tätigen Menschen durch die Effizienzsteigerungen dazu verleiten ließen, die bewässerte Fläche zu erweitern [Liu, 2016; Zhang et al., 2014].

1.2.3 Herausforderungen in Bezug auf gekoppelte Mensch-Wassersysteme

Im Folgenden werden vier Faktoren (zeitliche Interaktionen, räumliche Interaktionen, Vermächtnisrisiko und das Verhalten des Menschen) diskutiert, welche eine Herausforderung bei der Einschätzung und Vorhersage von sozio-hydrologischen Ereignissen darstellen.

Zeitliche Interaktionen

Viele sozio-hydrologische Phänomene wirken in der Regel über lange Zeiträume (Jahrzehnte oder Jahrhunderte), beinhalten aber zusätzlich kurzzeitige Prozesse, die saisonal (z.B. Bewässerung) oder auch innerhalb von wenigen Stunden stattfinden (z.B. Abwehrmaßnahmen bei einem Hochwasser) [Di Baldassarre et al., 2019]. Das Auftreten einer Überschwemmung setzt sich beispielsweise aus einer Reihe von Prozessen zusammen, die

sich auf unterschiedlichen Zeitskalen befinden: so ist eine Überschwemmung das Zusammenspiel eines Niederschlagsereignisses, der saisonalen Bodenfeuchte sowie der Entwicklung von Vegetation, Boden, Landschaft und Klima über Jahrhunderte bzw. Jahrtausende [Gaál et al., 2012].

Der Eingriff des Menschen in Mensch-Wassersystemen zeigt sich durch die Schaffung neuer Infrastrukturen für z.B. die Nutzung von Wasser für Bewässerungszwecke, die Verbesserung der Wassernutzungseffizienz in der Landwirtschaft [Kandasamy et al., 2014] oder den Bau von Dämmen, die vor Überschwemmungen schützen sollen [Di Baldassarre et al., 2013]. Diese Änderung der Infrastruktur ist in der Regel ein langsamer Prozess und ist eine Folge der Interaktionen zwischen Mensch und Wasser. So können z.B. wiederholte Überschwemmungen in städtischen Gebieten zu verstärkten/erhöhten Dämmen führen [Di Baldassarre et al., 2019]. Abhängig von den Zeitskalen, die betrachtet werden, können unterschiedliche Rückkopplungen von Relevanz sein [Blöschl and Sivapalan, 1995]. Bei der Betrachtung von kurzen Zeitskalen können beispielsweise langsame Prozesse als feste Randbedingungen angenommen werden, da sich diese in einer kurzen Zeitspanne kaum ändern. Ist die betrachtete Zeitskala lang, sind jedoch auch langsame Prozesse von Bedeutung [Di Baldassarre et al., 2019].

Räumliche Interaktionen

Eine weitere große Herausforderung bei der Betrachtung von sozio-hydrologischen Systemen ist die räumliche Komponente. Ein Beispiel dafür ist, dass Menschen, je nach dem in welchem Bereich des Flusseinzugsgebiets sie niedergelassen sind, unterschiedliche Interessen haben, was zu Kompromissen und Verhandlungen zwischen den Beteiligten führen kann [Loucks and Van Beek, 2017].

Die räumliche Komponente in Mensch-Wassersystemen rührt daher, dass der Wasserkreislauf räumliche Verbindungen in unterschiedlichen Maßstäben inkludiert. Beispiele für diese Verbindungen sind die Wasserführung in Flusssystemen auf kontinentaler Ebene oder der Wassertransport in der Atmosphäre im globalen Maßstab [Pringle, 2003; Savio et al., 2015; Van der Ent et al., 2010; Western et al., 1998].

Diese räumlichen hydrologischen Verbindungen sind relevant für die Wassermenge (z.B. Wasser, das flussaufwärts genutzt wird, verringert die Menge an Wasser flussabwärts), die

Wasserqualität (z.B. Verunreinigungen, die die Wasserqualität weiter unten im Grundwasserleiter beeinflussen) und die Ökologie (z.B. in Feuchtgebieten) [Di Baldassarre et al., 2019].

Aber auch Institutionen, die auf allen räumlichen Ebenen, von der Einzelperson bis hin zur Regierung, interagieren, werden von diesen hydrologischen Verbindungen geprägt. Kulturelle Überzeugungen, soziale Schicht, Machtverhältnisse, Vertrauen und kognitive Voreingenommenheit sind wichtige Faktoren, die darüber entscheiden, wie soziale Gruppen hydrologische Veränderungen wahrnehmen und beeinflussen. Weiters spielen sie eine bedeutende Rolle dabei, ob die sozialen Gruppen in der Lage sind, sich ihnen anzupassen oder nicht und wie Wasser im Allgemeinen auf verschiedenen Ebenen verwaltet wird [Pahl-Wostl et al., 2013; Wei et al., 2017].

Die Verwaltung von Wasser umfasst die Entscheidung, wohin und zu wem Wasser fließt sowie die Institutionen, Normen und Überzeugungen, die mit diesen Entscheidungen verbunden sind und ist nach *Zwarteveen* [2017] von Natur aus politisch.

Wie bereits beschrieben, ist das Zusammenspiel von hydrologischen und sozialen Prozessen auf verschiedenen zeitlichen und räumlichen Skalen eine große Herausforderung in der Sozio-Hydrologie [Di Baldassarre et al., 2019]. Diese typischen zeitlichen und räumlichen Skalen hydrologischer und sozialer bzw. institutioneller Prozesse werden in Abbildung 1.2.1 visualisiert.

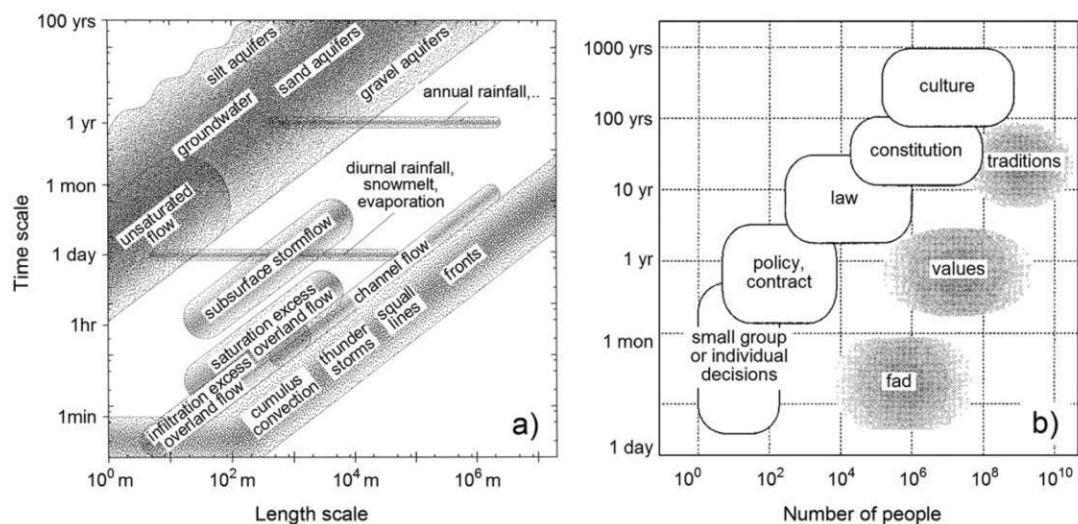


Abbildung 1.2.1: Die zeitlichen und räumlichen Skalen von a) hydrologischen Prozessen [Blöschl and Sivapalan, 1995] und b) Institutionen [Gunderson et al., 2002].

Vermächtnisrisiko

Bei Entscheidungen, die sich auf Mensch-Wassersysteme auswirken, ist es sehr wichtig, ihre langfristigen Auswirkungen zu berücksichtigen, insbesondere, wenn es technisch oder wirtschaftlich schwierig ist, diese Entscheidungen rückgängig zu machen [Di Baldassarre et al., 2019].

Die Bedeutung dieser Entscheidungen wird durch den Term „Vermächtnisrisiko“ (legacy-risk) beschrieben, der die Auswirkungen von heute getroffenen Entscheidungen über einen sehr langen Zeitraum erfassen soll [Di Baldassarre et al., 2019]. Ursprünglich wurde dieser Begriff im Zusammenhang mit Bergbau und Atommüll verwendet, da in diesem Zusammenhang Prozesse stattfinden, die über einen sehr langen Zeitraum andauern können [Pepper et al., 2014; Russell, 2000]. Später fand der Begriff jedoch auch Anwendung in anderen Bereichen wie z.B. dem Umweltmanagement [Winiwarter et al., 2016].

Das Ziel sollte darin bestehen, bei der Planung besonders jene Entscheidungen zu berücksichtigen, die für kommende Generationen erhebliche negative Folgen haben könnten und nur schwer rückgängig zu machen sind. Dies ist unter anderem eine schwierige Wahl, da die Folgen, die die Menschen nicht tragen möchten, eng mit den Vorteilen verbunden sind, die aufgegeben werden müssten, um diese zu umgehen [Di Baldassarre et al., 2019; Russell, 2000].

Weitere Herausforderungen bei der Entscheidungsfindung folgen daraus, dass Risiken und Kosten nicht nur objektiven Maßstäben unterliegen, sondern auch von den Werten und Präferenzen der Bevölkerung bestimmt werden [Russell, 2000]. Außerdem stellt sich die Frage nach Gerechtigkeit bezüglich der Verteilung der Risiken und Kosten dieser Entscheidungen zwischen verschiedenen Generationen und innerhalb verschiedener sozialer Bereiche [Zwarteveen and Boelens, 2014; Zwarteveen et al., 2017].

Das Verhalten des Menschen

Die Einbeziehung des Menschen in ein System, wie das in der Sozio-Hydrologie der Fall ist, bringt einige Einzigartigkeiten mit sich. Nach *Holling* [2001] weisen Menschen zumindest drei einzigartige Merkmale auf: Kommunikation, Voraussicht und Technologie. Diese einzigartigen Aspekte menschlicher Verhaltensmerkmale erhöhen die Komplexität der Systeme,

in denen Menschen eine Rolle spielen. Dies macht es auch schwierig, das Verhalten von Menschen zu modellieren [Sivapalan and Blöschl, 2015].

Eine weitere Einzigartigkeit von Menschen ist, dass sie über Dinge und Prozesse nachdenken und reflektieren, wodurch sie ihnen Wert beimessen und bestimmte Präferenzen entwickeln. Ein wichtiges Element, das mit der kognitiven Fähigkeit der Selbstreflexion zusammenhängt und bei der Betrachtung von Menschen von Bedeutung ist, ist die Frage, ob menschliche Entscheidungen rational sind oder nicht. Die Beantwortung dieser Frage ist von Disziplin zu Disziplin unterschiedlich [Sivapalan and Blöschl, 2015].

Nach *Simon* [1986] behandelt z.B. die Wirtschaftswissenschaft menschliches Verhalten fast immer als rational, während sich die Soziologie und die Psychologie schon immer mit der Frage nach der Rationalität menschlichen Verhaltens beschäftigt haben.

Für das Verständnis von Mensch-Wassersystem ist die Frage des rationalen Verhaltens bedeutend. Natürliche Systeme zeigen ein langfristiges evolutionäres Verhalten auf, das der Optimalität unterliegt. Der Mensch kann im Gegensatz dazu auch Entscheidungen treffen, die von der optimalen Vorgehensweise abweichen. Außerdem kann der Mensch gegen seine eigenen Gesetze verstoßen, wie es beispielsweise der Fall ist, wenn Wasser aus einem Brunnen entnommen wird, obwohl dies illegal ist [Sivapalan and Blöschl, 2015].

Nach *Caldas et al.* [2015] ist es wichtig, den Einfluss von kulturellen Faktoren und die damit verbundenen Präferenzen und Werte zu verstehen und zu modellieren. Somit kann das Verhalten von Menschen laut ihm wahrscheinlich besser vorhergesagt werden, als wenn Annahmen über die Rationalität von Entscheidungen von Menschen getroffen werden [Caldas et al., 2015].

Simon [1986] betont, dass menschliches Handeln stets auf Gründen basiert, sodass Irrationalität nicht bedeutet, dass Entscheidungen grundlos sind. Vielmehr impliziert Rationalität, dass Entscheidungen so getroffen werden, dass z.B. der Gewinn oder Nutzen maximiert wird [Becker, 1962].

Unabhängig davon, wie der genaue Prozess abläuft, nach welchem Menschen Entscheidungen treffen, beruhen Entscheidungen stets auf Präferenzen und Werten [Warren et al., 2011]. Im Allgemeinen werden Werte als grundlegende Vorstellungen über gut und schlecht, richtig und falsch und wünschenswert und nicht wünschenswert betrachtet. Im Falle der Wasserwirtschaft werden Werte als übergreifende Ziele von Einzelpersonen bzw. ganzen Gesellschaften

in Bezug auf die Wassernutzung und Nachhaltigkeit definiert, während Präferenzen als Faktoren gesehen werden, die den detaillierteren Entscheidungsprozess beeinflussen [Sivapalan and Blöschl, 2015; Sivapalan et al., 2014; Wescoat, 2013].

In der Regel ändern sich Werte nicht sehr schnell und können daher bei einer Betrachtung von Jahren oder wenigen Jahrzehnten als konstant angenommen werden. Bei längeren Betrachtungsräumen ist es wichtig zu beachten, dass sich im Laufe der Zeit die Werte der Menschen verändern können. Gründe dafür sind verschiedene Einflüsse wie Werbung, Bildung oder auch Veränderungen in Bezug auf die Ressource Wasser [Norton et al., 1998]. Dies soll auch bei der Betrachtung von Mensch-Wassersystemen berücksichtigt werden [Caldas et al., 2015; Sivapalan and Blöschl, 2015].

1.3 Relevanz des Themas und der Zusammenhang zwischen den SDGs und der Sozio-Hydrologie

Weltweit leiden Millionen von Menschen unter Wasserkrisen, die sich auf unterschiedlichen Ebenen zeigen. Beispiele sind zunehmende Dürren und Überschwemmungsgefahren, die Erschöpfung von Grundwasser, ökologische Degradation, unzureichende sanitäre Einrichtungen, Wasserverschmutzung und deren Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit [Srinivasan et al., 2012].

Deshalb weisen einige der nachhaltigen Entwicklungsziele der UN, die eine weltweit nachhaltige Entwicklung auf ökologischer, ökonomischer und sozialer Ebene anstreben, einen Bezug zu Wasser auf. Ein integrierter Ansatz zur Bewirtschaftung und Verteilung von Wasserressourcen, der alle beteiligten Personen und Interessensgruppen einbezieht, ist notwendig, um diese Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN im Bereich Wasser zu erreichen. Der integrierte Ansatz soll die Verbindungen zwischen Wasserressourcen und verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen berücksichtigen [Di Baldassarre et al., 2019].

Bisher wurden in der Wasserwirtschaft vor allem technokratische, szenariobasierte Ansätze gewählt, die zwar über einen kurzen Zeitraum effektiv waren, aber unter Umständen auf lange Sicht zu ungewollten Folgen führten. Dies liegt daran, dass den dynamischen Rückkopplungen, die innerhalb von Mensch-Wassersystemen stattfinden, zu wenig Beachtung geschenkt wurde. Für politische Entscheidungen im Bereich Wasser ist die Sozio-Hydrologie von großer Bedeutung, indem sie ein allgemeines Verständnis für Mensch-Wassersysteme und die damit verbundenen Phänomene entwickelt. Deshalb ist es wichtig, die Sozio-Hydrologie weiter voranzutreiben, um somit einen bedeutenden Beitrag zur Erreichung der nachhaltigen Entwicklungsziele zu leisten [Di Baldassarre et al., 2019].

1.4 Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden vier zentrale Forschungsfragen untersucht, die als Leitfaden für die gesamte Arbeit dienen:

- Welche nachhaltigen Entwicklungsziele der UN sind für Österreichs Wasserwirtschaft relevant?

- Welche Rolle spielen die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser für die Wasserwirtschaft Österreichs?
- Werden die wasserwirtschaftlich relevanten nachhaltigen Entwicklungsziele der UN in Österreich eingehalten?
- Welche Maßnahmen müssen bei Nichteinhaltung der vorgegebenen Ziele ergriffen werden, um diese nachhaltig und unter der Berücksichtigung sozio-hydrologischer Aspekte zu erreichen?

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Relevanz der UN-Nachhaltigkeitsziele, die eine nachhaltige Entwicklung auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene fördern sollen, für die österreichische Wasserwirtschaft zu analysieren. Weiters sollen der aktuelle Stand der Zielerreichung bewertet und konkrete Handlungsempfehlungen entwickelt werden, um die Einhaltung und Umsetzung der Ziele zu gewährleisten. Das menschliche Handeln und die langfristige gesellschaftliche Entwicklung soll bei allen Punkten berücksichtigt werden.

1.5 Aufbau der Arbeit

Die Einleitung dieser Arbeit befasst sich zunächst mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung, ihrer Entstehung und den Kriterien ihrer Bewertung. Anschließend wird die Bedeutung des Begriffs „gekoppelte Mensch-Wassersysteme“ erklärt und durch Beispiele verdeutlicht. Nachfolgend werden sowohl die Relevanz des Themas als auch das Ziel und der Aufbau dieser Arbeit erläutert.

Im zweiten Kapitel wird die Methodik beschrieben, die zur Erstellung dieser Arbeit verwendet wurde. Neben den allgemeinen Auswahlkriterien für die Literatur wird auch darauf eingegangen, welche speziellen Aspekte im Ergebnisteil berücksichtigt wurden.

Im Ergebnisteil wird zunächst die aktuelle Umsetzung der wasserwirtschaftlich relevanten UN-Nachhaltigkeitsziele in Österreich untersucht. Dabei werden sechs verschiedene Bereiche betrachtet: Trinkwasser und Grundwasserschutz, Hochwasserrisikomanagement, Gewässerökologie, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Wasser und Landwirtschaft sowie Wasserkraft. Im zweiten Teil des Kapitels „Ergebnisse“ werden Handlungsvorschläge für Indikatoren der SDGs diskutiert, bei denen noch Verbesserungspotenzial besteht. Dies

beschränken sich auf Indikatoren der beiden Unterziele „Wasserqualität“ und „Auswirkungen von Katastrophen“.

Das vierte Kapitel widmet sich der Diskussion der Ergebnisse dieser Arbeit. Nach einer kurzen Zusammenfassung der zentralen Erkenntnisse werden diese eingehend interpretiert und mit Daten aus anderen Ländern verglichen.

Im abschließenden Kapitel „Fazit und Ausblick“ werden die Forschungsfragen dieser Arbeit aufgegriffen und prägnant beantwortet. Darüber hinaus wird die Relevanz des Themas hervorgehoben sowie mögliche Herausforderungen für die Zukunft erörtert.

2 Methodik

Der Inhalt dieser Arbeit basiert auf wissenschaftlich fundierter Literatur, die hauptsächlich über die Suchmaschinen Google Scholar und Google recherchiert wurde. Es wurde sowohl nach deutsch- als auch nach englischsprachigen Quellen gesucht, um die Auswahl an relevanter Literatur zu erweitern.

Bei Quellen, bei denen es sich um Sekundärquellen handelte, wurde die Primärquelle ausfindig gemacht um diese entsprechend zu zitieren. Bei besonders relevanter Literatur wurde eruiert, ob der/die betreffende Autor:in bzw. die Autor:innengruppe noch andere Publikationen veröffentlicht hat, die für diese Arbeit relevant sind.

Bevor Informationen einer Quelle in die Arbeit eingebaut wurden, wurde überprüft, ob diese in anderer Literatur ebenfalls enthalten sind. Somit wurden, wann immer es möglich war, mehrere verschiedene Quellen für die Formulierung eines Absatzes herangezogen.

2.1 Allgemeine Auswahlkriterien

Die Auswahlkriterien für Publikationen umfassten unter anderem Aktualität, Zitierhäufigkeit und Relevanz für das Thema. Um die Relevanz einer Quelle zu bewerten, wurde im ersten Schritt das Abstract oder die Einleitung durchgelesen. Wurde dies als für die Arbeit relevant empfunden, folgte bei kürzeren Publikationen das Überfliegen des restlichen Textes. Handelte es sich bei den Publikationen um Bücher, wurde das Inhaltsverzeichnis auf bedeutsame Kapitel und Unterkapitel analysiert, die anschließend überflogen wurden. Nachfolgend wurde reevaluiert, ob die Publikation für das Verfassen dieser Arbeit von Bedeutung ist. Gegebenenfalls folgte schließlich das genaue Durchlesen und das Notieren der wichtigen Stellen.

Um sicherzugehen, dass die Literatursauswahl nach entsprechenden Kriterien erfolgt, wurde außerdem die PRISMA-Methode („Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and

Meta-Analyses“) beachtet [Page et al., 2021].

Internetseiten waren für das Verfassen dieser Arbeit ebenfalls sehr wichtig. Dabei wurde beachtet, ob der/die Autor:in oder die Organisation, die die Seite betreibt, vertrauenswürdig ist, ob die Seite Quellenangaben und Verweise auf wissenschaftliche Arbeiten oder andere glaubwürdige Quellen enthält und ob die Seite zeitlich aktuell ist. Weiters wurde die URL der Website auf verdächtige oder ungewöhnliche Zeichen/Wörter geprüft, die auf eine unseriöse Quelle hinweisen könnten.

2.2 Methodische Vorgehensweise beim Ergebnisteil

Der Ergebnisteil dieser Arbeit stützt sich stark auf die Daten der beiden Indikatorenberichte der Statistik Austria aus den Jahren 2020 und 2021 sowie auf Websites der Statistik Austria. Ergänzend dazu wurde viel auf den offiziellen Websites des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML), des Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) und des österreichischen sowie des deutschen Umweltbundesamts recherchiert. Neben den Indikatorenberichten und den Websites wurden als Quellen für den Ergebnisteil Paper verwendet, die über Google Scholar gefunden wurden.

3 Ergebnisse

Dieses Kapitel thematisiert alle wasserrelevanten Unterziele der SDGs und deren Fortschritte bei der Umsetzung in Österreich. Zudem werden Maßnahmenvorschläge für Unterziele erläutert, die noch nicht vollständig umgesetzt sind. Die Sozio-Hydrologie ist ein wichtiger Aspekt, der sowohl bei der Bewertung bereits umgesetzter Unterziele als auch bei den Maßnahmenvorschlägen für nicht erreichte Unterziele berücksichtigt wird.

Die linke Spalte in Tabelle 3.1 zeigt alle für Österreich relevanten wasserbezogenen Unterziele der SDGs. Der rechten Spalte ist zu entnehmen, welchem oder welchen wasserwirtschaftlichen Bereich(en) (Trinkwasser und Schutz des Grundwassers, Hochwasserrisikomanagement, Gewässerökologie, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Wasser und Landwirtschaft oder Wasserkraft) das jeweilige Unterziel in dieser Arbeit zugeordnet wird.

Tabelle 3.1: Wasserrelevante Unterziele der SDGs für Österreich [Generalversammlung, 2015].

SDG Unterziel	Wasserwirtschaftlicher Bereich
Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen (1.5)	Hochwasserrisikomanagement
Nachhaltige Produktion (2.4)	Hochwasserrisikomanagement, Wasser und Landwirtschaft
Bereitschaft für gesundheitliche Notfälle (3.d)	Trinkwasser und Schutz des Grundwassers
Zugang zu Trinkwasser (6.1)	Trinkwasser und Schutz des Grundwassers, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
Wasserqualität (6.3)	Trinkwasser und Schutz des Grundwassers, Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
Effizienz der Wassernutzung (6.4)	Wasserversorgung und Abwasserentsorgung
Wasserbezogene Ökosysteme (6.6)	Gewässerökologie
Erneuerbare Energie (7.2)	Wasserkraft
Auswirkungen von Katastrophen (11.5)	Hochwasserrisikomanagement
Chemische und gefährliche Abfälle (12.4)	Trinkwasser und Schutz des Grundwassers
Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaereignissen (13.1)	Hochwasserrisikomanagement

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 3.1: (Fortsetzung)

SDG Unterziel	Wasserwirtschaftlicher Bereich
Schutz der Ökosysteme (15.1)	Gewässerökologie
Invasive gebietsfremde Arten (15.8)	Gewässerökologie
Nationale und lokale Planung (15.9)	Gewässerökologie

3.1 Derzeitige Situation in Österreich

Keine andere Ressource ist für Mensch und Umwelt von solch großer Bedeutung wie Wasser, da es die Grundvoraussetzung für die Entwicklung von Leben ist. Wasser ist ein entscheidender Faktor für unser Klimasystem und geophysikalische Prozesse, notwendig für die Stabilität von Ökosystemen und eine essentielle Ressource für Mensch und Tier. Die Verfügbarkeit von Wasser hat maßgeblich zur Entwicklung unserer Gesellschaft beigetragen, da es in wichtigen Lebensbereichen wie der Landwirtschaft, der Güterproduktion und der Energieerzeugung eine zentrale Rolle spielt [Alwardt, 2011; BML, 2018].

Mehr als zwei Drittel unserer Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt, jedoch nur 2,5 % davon sind Süßwasser. Da ein Großteil dieses Süßwassers als Bodenwasser oder Eis gebunden ist, sind nur ca. 0,3 % für den Menschen zugänglich. In vielen Ländern der Welt ist die Wasserversorgung ein großes Problem. Österreich hingegen zählt zu den wasserreichsten Ländern der Welt. Mehr als 1 % der Landesfläche ist mit Wasser bedeckt, und werden alle Wasserreserven Österreichs zusammengerechnet, könnte damit das ganze Land 1,5 Meter hoch mit Wasser bedeckt werden [BML, 2018].

Die jährliche Niederschlagsmenge in Österreich liegt bei ca. 1190 mm, dies entspricht etwa 100 km³. Somit ist Niederschlag der größte Input in Österreichs Wasserbilanz. Die Niederschlagsmenge variiert je nach Region erheblich, entlang des Alpenhauptkamms treten zum Beispiel deutlich höhere Werte auf. Das Jahresmittel liegt in bestimmten Teilen

Westösterreichs bei über 2 500 mm Niederschlag, im Nordosten Österreichs hingegen bei etwa 600 mm. Gemäß Abbildung 3.1.1 entfallen von den ca. 2,3 km³ Wasser, die in Österreich jährlich genutzt werden, etwa zwei Drittel auf die Industrie, etwa ein Viertel auf Haushalte und Gewerbe sowie etwas mehr als 5 % auf die landwirtschaftliche Bewässerung [BML, 2018].

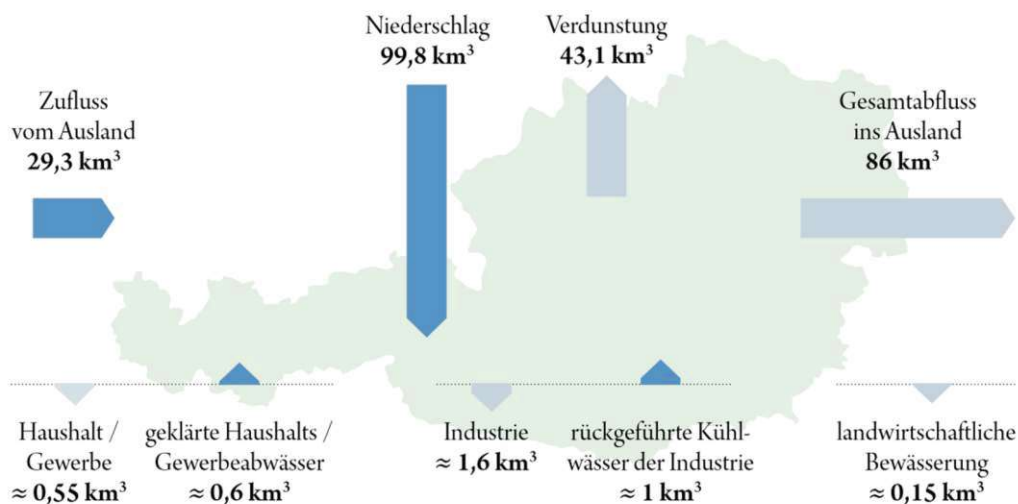


Abbildung 3.1.1: Wasserbilanz Österreich (mittlere jährliche Werte des Zeitraums 1986 - 2015) [BML, 2018].

3.1.1 Trinkwasser und Schutz des Grundwassers

Grundwasser ist meist von Boden überdeckt, wodurch bei der Versickerung von Niederschlag das Grundwasser vor Verunreinigungen durch unerwünschte Stoffe geschützt wird. Die durchsickernde Wassermenge sowie die Filterwirkung der Böden bestimmen dabei, wie gut diese Schutzwirkung ist. Grundwasser wird sowohl punktuell als auch flächenhaft geschützt, da es für die Trinkwassergewinnung in Österreich die mit Abstand wichtigste Ressource ist [BAW, 2024a]. Im Gegensatz zu den meisten Ländern dieser Welt ist Österreich in der Lage, das Trinkwasser zu beinahe 100 % aus Grundwasser beziehen zu können. Davon stammen etwa die Hälfte aus den „Karst- und Kluftgrundwasserquellen der Gebirgszüge“ und die andere Hälfte aus den „Porengrundwasservorkommen der Tal- und Beckenlagen“ [Umweltbundesamt, 2024j].

Grundwasser macht über 97 % der weltweiten Süßwasservorkommen aus. In Österreich ist dieser Anteil aufgrund der 25 000 stehenden Gewässer, die eine Größe von mehr als 250 m² aufweisen, kleiner (siehe Abbildung 3.1.2) [BML, 2018].

Speicher und Reserven in Summe 122,5 km³

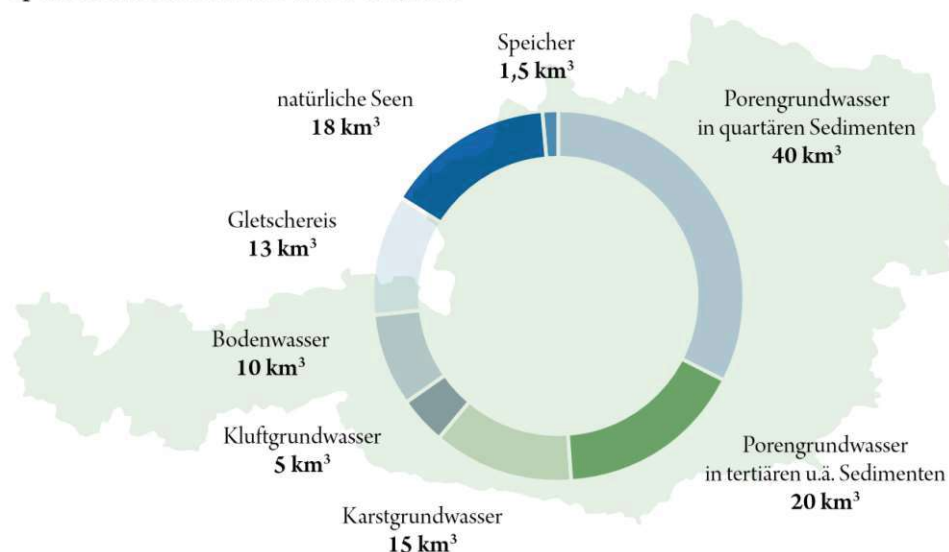


Abbildung 3.1.2: Wasserspeicher und Wasserreserven Österreichs [BML, 2018].

Sozio-Hydrologische Aspekte

Für die Versorgungssicherheit und die Gesundheit der Menschen spielt die Qualität und Verfügbarkeit von Wasser eine entscheidende Rolle. Daher hat der Mensch bereits frühzeitig Maßnahmen getroffen, um das Wasser zu schützen.

Betrachtung des Mensch-Wassersystems auf nationaler Ebene

Eine Maßnahme, mit der Menschen versucht haben, den Schutz des Trink- und Grundwassers langfristig sicherzustellen, war die Verabschiedung entsprechender Gesetze. Im Jahr 1869 wurde beispielsweise ein einheitliches österreichisches Wasserrechtsgesetz erlassen. Das aus dem Jahr 1934 stammende und heute geltende Wasserrechtsgesetz wurde nach einer Novellierung als „**Wasserrechtsgesetz 1959**“ (WRG 1959) neu verkündet [BML, 2018]. Das Gesetz basiert auf den folgenden drei Themenkreisen:

- „Die Benutzung der Gewässer“.
- „Der Schutz und die Reinhaltung der Gewässer“.
- „Der Schutz vor den Gefahren des Wassers“ [BML, 2024v].

Die Europäische Union beschäftigt sich seit den 1970er Jahren mit dem Schutz der Gewässer. Aufgrund des Bestrebens, trotz der unterschiedlichen wasserwirtschaftlichen

Gegebenheiten und Herausforderungen der einzelnen Mitgliedstaaten, einen einheitlichen rechtlichen Rahmen für die Wasserpolitik zu schaffen, trat im Dezember 2000 die **EU-Wasserrahmenrichtlinie** (2000/60/EG), auch EU-WRRL, in Kraft. Diese Richtlinie stellt die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer in den Fokus, wobei dem Schutz und der Nutzung der Gewässer die gleiche Wichtigkeit zugesprochen wird [BML, 2018]. Das oberste konkretere Ziel der EU-WRRL ist die „Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie der Schutz und die Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme“. Teilziele sind „der gute Zustand der Oberflächengewässer (guter ökologischer und guter chemischer Zustand)“ sowie „der gute Zustand des Grundwassers (guter chemischer und guter mengenmäßiger Zustand)“ [BML, 2024u].

Die Umsetzung der EU-WRRL erfolgt in Österreich durch das bereits erwähnte Wasserrechtsgesetz bzw. den Gewässerbewirtschaftungsplan, der alle sechs Jahre erstellt wird. Im Jahr 2010 wurde der erste **Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan** (NGP) erstellt, Ende 2015 der zweite. Dank dieser Pläne konnte zum Beispiel die Reinigungsleistung von Kläranlagen verbessert und etwa 1 000 Wanderhindernisse in Gewässern entfernt werden [BML, 2018]. Im Jahr 2021 wurde schließlich der dritte Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan veröffentlicht. Dieser beschreibt die aktuelle wasserwirtschaftliche Situation in Österreich und erläutert geplante Maßnahmen für den Zeitraum 2022–2027. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, unter Berücksichtigung des aktuellen Zustands der Gewässer und der Einflüsse menschlicher Aktivitäten Verbesserungen, Schutzmaßnahmen und eine nachhaltige Nutzung der Gewässer zu fördern [BML, 2024m; Umweltbundesamt, 2024f].

Weiters wurde, da in Zukunft aufgrund des Klimawandels mit längeren Trockenperioden zu rechnen ist, im Jahr 2023 ein **Trinkwassersicherungsplan** erstellt, der die Trinkwasserversorgung in Österreich sicherstellen soll. Der Plan enthält ein „konkretes 5-Punkte Programm zur langfristigen Sicherung der Trinkwasserversorgung der Bevölkerung in Österreich“ [BML, 2024p].

Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser auf lokaler Ebene

Bei der Betrachtung der Trinkwasserversorgung und des Grundwasserschutzes auf lokaler Ebene werden die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser anhand von drei Beispielen

len erläutert.

Grundwasserzustand im Marchfeld

Im Marchfeld in Niederösterreich weist das Grundwasser seit Jahrzehnten zu hohe Nitratwerte auf. Die Ursachen dafür sind eine Kombination aus intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und geringem Niederschlag [BAW, 2022]. Aufgrund des geringen Niederschlags von etwa 550 mm pro Jahr (zum Vergleich: der durchschnittliche Niederschlag in Österreich beträgt 1190 mm pro Jahr) erfolgt nur eine geringe Verdünnung, wodurch das Nitrat in relativ hoher Konzentration ins Grundwasser gelangt [BAW, 2022; BML, 2018]. Dass Stoffe aus Düngemitteln und Pestiziden ins Grundwasser gelangen, wurde erst Anfang bis Mitte der 1980er-Jahre bekannt [BMNT, 2018].

Im Jahr 1995/96 wiesen beispielsweise 57 % der Messstellen im Marchfeld erhöhte Nitratkonzentrationen im Grundwasser auf, die über dem Grenzwert von 50 mg/L lagen [Umweltbundesamt, 2004].

Um dieses Problem in den Griff zu bekommen, wurde eine Reihe von Maßnahmen getroffen:

- **Nitratinformationsdienst (NID):** Dieser Düngeberatungsservice wurde im Jahr 2002 als Pilotprojekt im Tullnerfeld in Niederösterreich gestartet und schließlich unter anderem auf das Marchfeld ausgeweitet [WPA, 2018]. Der Beratungsservice gibt Empfehlungen „für eine bedarfsgerechte und damit grundwasserschonende Bemessung der Düngemittel“ [Amt der NÖ Landesregierung, 2024b]. Die Durchführung erfolgt durch die Landwirtschaftskammer Niederösterreich und das Land Niederösterreich in Zusammenarbeit mit wpa Beratende Ingenieure und EVN Wasser [Amt der NÖ Landesregierung, 2024a].
- **Monitoring:** Seit 1991 wird die Wasserqualität in Österreich regelmäßig gemessen, um die gute Qualität zu sichern und das Grundwasser als Trinkwasserressource zu erhalten. Ein regelmäßiges Monitoring ist außerdem wichtig, um zu überprüfen, ob die gesetzlichen Vorschriften eingehalten werden [BMNT, 2018; BAW, 2022].
- **Untersuchung der Bewirtschaftungsweisen:** Seit 2015 wird an sechs Ackerstandorten im Marchfeld mittels Bodenwasserhaushaltsmessstellen das versickerte Wasser

untersucht. Somit wird die Nitratauswaschung unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen (Bodenbearbeitung, Düngung oder Pflanzenbestand) getestet [MeinBezirk, 2017].

Trotz dieser Maßnahmen wurde im Jahr 2017 über erhöhte Nitratwerte im Marchfeld berichtet: „Laut Nitratbericht aus dem Jahr 2016 wurden an mehr als 50 Prozent der Grundwassermessstellen im Marchfeld höhere Werte gemessen. Vor allem Menschen mit Darmkrankheiten und Säuglinge sollen dieses Wasser nicht trinken, da im Verdauungstrakt das Nitrat in das gesundheitsschädliche Nitrit umgewandelt werden kann“ [MeinBezirk, 2017].

Im Jahr 2020 wurde erneut darüber berichtet, dass an einigen Messstellen in Österreich die Nitratschwellenwerte überschritten wurden. Gemäß Angaben befinden sich diese Messstellen „vor allem in den Grundwasserkörpern Marchfeld sowie im Südlichen Wiener Becken“ [Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, 2022].

Gesicherte Altlast: Deponie Tulln

In Tulln an der Donau (Niederösterreich) wurde zwischen 1972 und 1984 auf einer Fläche von fast 50 000 m² Hausmüll, Sperrmüll, Krankenhausabfälle, Kalk und Bauschutt abgelagert. Da es keine technischen Schutzmaßnahmen gab, konnte das Sickerwasser dieser Deponie in das Grundwasser gelangen [BMK, 2024e].

Im Februar 2013 wurde die Altablagerung (Abbildung 3.1.3) schließlich mit einer 850 Meter langen Betonwand, die elf Meter tief in die Erde reicht, umschlossen, um den Schadstoffaustrag ins Grundwasser zu verhindern und den Zugang zu sicherem Trinkwasser für zukünftige Generationen zu sichern. Die Errichtung kostete etwa vier Millionen Euro [ORF, 2024b]. An einer Grundwassermessstelle im unmittelbaren Abstrom der Altablagerung konnte nach der Umsetzung dieser Maßnahme eine Verbesserung der Grundwasserqualität festgestellt werden [BMK, 2024e].

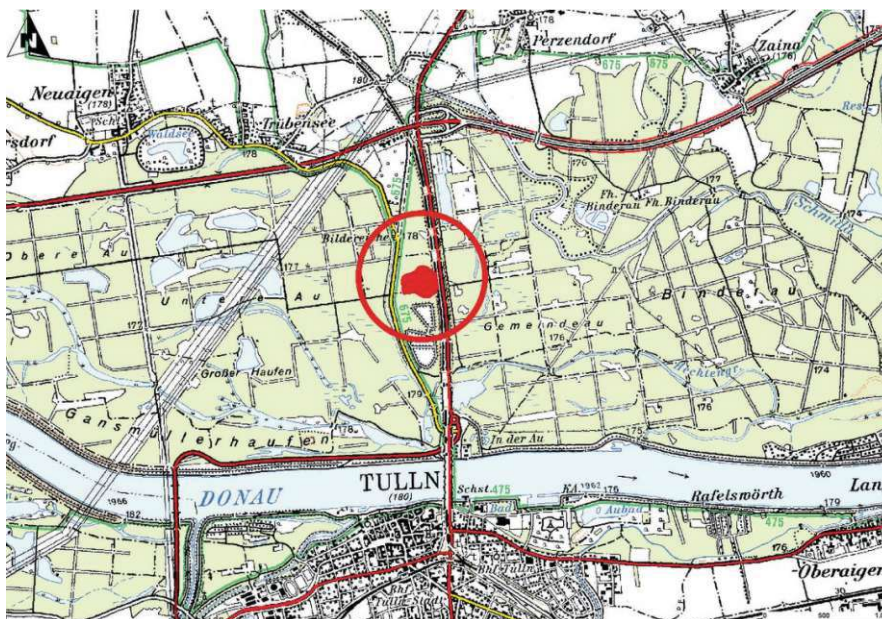


Abbildung 3.1.3: Übersichtskarte der Altablagerung Tulln [BMK, 2024e].

Trinkwasserverschmutzung in Mödling

Am 09.12.2014 gingen am frühen Abend beim Wasserwerk in Mödling Meldungen über einen chemischen Geruch des Wassers ein. Mithilfe der Wasserzähler konnte die Gärtnerei in Mödling als möglicher Verursacher identifiziert werden. Daraufhin wurden die Leitungen gesperrt und gespült, sodass der Pestizideintrag um 21:45 Uhr gestoppt werden konnte. 250 Haushalte in der „Südtiroler Siedlung“ waren betroffen und wurden sofort durch die Feuerwehr, Polizei oder mittels Flugzetteln informiert. Es wurde umgehend eine Trinkwasserwarnung ausgesprochen: Das Leitungswasser durfte nicht mehr konsumiert werden und durfte auch nicht zum Zähneputzen oder Kochen verwendet werden [KURIER, 2014b; ORF, 2024a].

Als Ursache für die Verschmutzung wurde ein Defekt im Bewässerungssystem der Gärtnerei festgestellt, wodurch ein Insektizid ins Trinkwasser gelangte [KURIER, 2014b].

Am 13. Dezember, vier Tage später, wurde in den Zeitungen bereits über die Entwarnung berichtet [KURIER, 2014a]. Die Bewohner:innen durften das Wasser wieder trinken, nachdem die Pestizidwerte der entnommenen Wasserproben wieder den in der Trinkwasserverordnung festgelegten Grenzwerten entsprachen [KURIER, 2014b].

Relevante Unterziele der SDGs

Im Folgenden werden vier Unterziele der Nachhaltigkeitsziele im Bereich des *Trinkwassers und Schutz des Grundwassers* erörtert.

Bereitschaft für gesundheitliche Notfälle (SDG Unterziel 3.d)

„Die Kapazitäten aller Länder, insbesondere der Entwicklungsländer, in den Bereichen Frühwarnung, Risikominderung und Management nationaler und globaler Gesundheitsrisiken stärken“ [Bundeskanzleramt, 2024].

Die Indikatoren dieses Unterziels sind in Tabelle 3.2 zu sehen. In bereits erschienen Indikatorenberichten der Statistik Austria gibt es bezüglich der Umsetzung dieser beiden Indikatoren *keine Angaben* [Statistik Austria, 2020; 2021].

Tabelle 3.2: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 3.d - Bereitschaft für gesundheitliche Notfälle [United Nations, 2024a].

Indikatoren	Umsetzung
Kapazität der Internationalen Gesundheitsvorschriften (IHR) und Bereitschaft für gesundheitliche Notfälle	Keine Angaben
Prozentualer Anteil von Infektionen der Blutbahn durch ausgewählte antimikrobiell resistente Organismen	Keine Angaben

Auch wenn Statistik Austria zur Erfüllung der **Internationalen Gesundheitsvorschriften** (International Health Regulations, IHR) noch keine Daten veröffentlicht hat, zeigen Werte der WHO, dass Österreich im Jahr 2022 die Anforderungen der Internationalen Gesundheitsvorschriften im Durchschnitt zu 69 % erfüllen konnte. In Europa liegt der Durchschnitt bei 73 %, weltweit bei 64 % [WHO, 2022]. Die IHR, die sich in 15 Schlüsselbereiche gliedern lassen, wurden 2005 von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erstellt. Dieses Rahmenwerk

soll die Fähigkeit der Länder verbessern, „Risiken für die öffentliche Gesundheit und akute Ereignisse zu verhindern, zu erkennen, zu bewerten, zu melden und darauf zu reagieren“ [WHO, 2022]. Die Bewertung erfolgt mithilfe des e-SPAR-Tools, das das Leistungsniveau für jeden Schlüsselbereich auf einer Skala von 1 bis 5 misst. Diese Stufen werden dann als Prozentsatz ausgedrückt, wobei Stufe 3 beispielsweise 60 % entspricht ($3/5 \cdot 100 = 60$) [WHO, 2024c]. Bereiche, die Österreich nur zu 40 % erfüllen konnte, sind z.B. „Politische, rechtliche und normative Instrumente zur Umsetzung der IHR“ sowie „Finanzierung“. Die Bereiche „Überwachung“, „Zoonotische Krankheiten“ und „Strahlungsnotfälle“ konnten im Gegensatz dazu zu 100 % erfüllt werden [WHO, 2022].

Bezüglich des Indikators „**Prozentualer Anteil von Infektionen der Blutbahn durch ausgewählte antimikrobiell resistente Organismen**“ gibt es von Statistik Austria ebenfalls noch keine Daten. Laut der WHO liegt dieser Wert in Österreich bei 9,4 % (Stand 2020), während er weltweit im selben Jahr bei 41,8 % liegt. [WHO, 2024a]. Diese Resistenzen sind das Resultat des übermäßigen oder unsachgemäßen Einsatzes von Antibiotika, Antiparasitika, Virostatika und Antimykotika. Die daraus resultierende antimikrobielle Resistenz (AMR) beeinträchtigt nicht nur die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen, sondern hat auch negative Auswirkungen auf die Lebensmittelproduktion und die Wirtschaft [WHO, 2024b].

Zugang zu Trinkwasser (SDG Unterziel 6.1)

„Bis 2030 den allgemeinen und gerechten Zugang zu einwandfreiem und bezahlbarem Trinkwasser für alle erreichen“ [Statistik Austria, 2024g].

Der zu diesem Unterziel zugehörige Indikator und dessen Trendbewertung für Österreich werden in Tabelle 3.3 aufgeführt. Die Daten stammen von der offiziellen Website der Statistik Austria und wurden zuletzt am 21.03.2024 aktualisiert.

Tabelle 3.3: Indikator und Umsetzung des Unterziels 6.1 - Zugang zu Trinkwasser [Statistik Austria, 2024g].

Indikator	Umsetzung
Anteil der Bevölkerung, der eine sicher verwaltete Trinkwasserversorgung nutzt	✓ Weitgehend erreicht

Wie Tabelle 3.3 zu entnehmen ist, kann der „**allgemeine und gerechte Zugang zu einwandfreiem und bezahlbarem Trinkwasser**“ in Österreich als *weitgehend erreicht* eingestuft werden. Etwa 93 % der Bevölkerung in Österreich werden durch zentrale Wasserversorgungsanlagen mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser versorgt, das strenge gesetzliche Anforderungen erfüllt [BML, 2024w; Statistik Austria, 2020; 2021]. Um die Versorgung über das Leitungsnetz von fast 80 000 km kümmern sich etwa 5 500 Wasserversorgungsunternehmen (Wasserverbände, kommunale Anlagen und Genossenschaften) [BML, 2024w]. Die restlichen 7 % nutzen eigene Hausbrunnen und Quellen zur Trinkwasserversorgung [Statistik Austria, 2020; 2021]. Für die Qualität dieses Wassers ist nicht die Öffentlichkeit verantwortlich. Die Besitzer:innen sollten selbst regelmäßige Kontrollen der Wasserqualität durchführen [BML, 2024w].

Das bedeutet, dass in Hinblick auf dieses Unterziel vorerst keine zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind, solange keine Verschlechterungen der Situation auftreten.

Wasserqualität (SDG Unterziel 6.3)

„Bis 2030 die Wasserqualität durch Verringerung der Verschmutzung, Beendigung des Einbringens und Minimierung der Freisetzung gefährlicher Chemikalien und Stoffe, Halbierung des Anteils unbehandelten Abwassers und eine beträchtliche Steigerung der Wiederaufbereitung und gefahrlosen Wiederverwendung weltweit verbessern“ [Statistik Austria, 2024g].

Die Indikatoren und deren Umsetzungsstand in Österreich für das Unterziel 6.3 werden in Tabelle 3.4 aufgeführt.

Tabelle 3.4: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 6.3 - Wasserqualität [Statistik Austria, 2021].

Indikatoren	Umsetzung
Anschluss an kommunale Kläranlagen mit zumindest sekundärer Behandlung	↗ Moderat positiver Fortschritt
Biochemischer Sauerstoffbedarf in Flüssen	↑ Signifikant positiver Fortschritt
Gute Wasserqualität an allen Gewässern	: Keine Bewertung möglich

Da die Abwasserreinigung einen wesentlichen Beitrag zur Gewässerqualität leistet, wird diese im Indikator „**Anschluss an kommunale Kläranlagen mit zumindest sekundärer Behandlung**“ berücksichtigt. Generell sind in Österreich alle Siedlungsgebiete mit einer Bevölkerungsanzahl von 2000 oder mehr an Kanalisationssysteme angeschlossen, die zu Kläranlagen führen. Im Jahr 2010 waren 93,9 % der Bevölkerung an kommunale Kläranlagen mit mindestens sekundärer Behandlung angeschlossen, im Vergleich dazu waren es 2018 bereits 95,2 % und bis 2020 steigerte sich der Wert noch weiter auf 99,1 %. Somit ist in Hinblick auf diesen Indikator ein *moderat positiver Fortschritt* zu verzeichnen. In Abbildung 3.1.5 sind die Daten für jedes zweite Jahr zwischen 2010 und 2020 grafisch dargestellt. Die gesamte Abwasserfracht, die in kommunale Kläranlagen geleitet wird, unterliegt einer biologischen Reinigung, während zusätzlich 98 % des Abwassers einer weiteren Behandlung mit Nährstoffentfernung unterzogen werden. Die verbleibenden 0,9 % (im Jahr 2020) der Abwässer, die nicht in kommunale Kläranlagen geleitet werden, werden entweder durch Klein- und Hauskläranlagen (Abbildung 3.1.4) behandelt oder in Senkgruben ordnungsgemäß gesammelt [Statistik Austria, 2020; 2021].



Abbildung 3.1.4: Installation einer Kleinkläranlage der Firma Wagner Umwelttechnik aus Niederösterreich [Wagner Umwelttechnik, 2024].

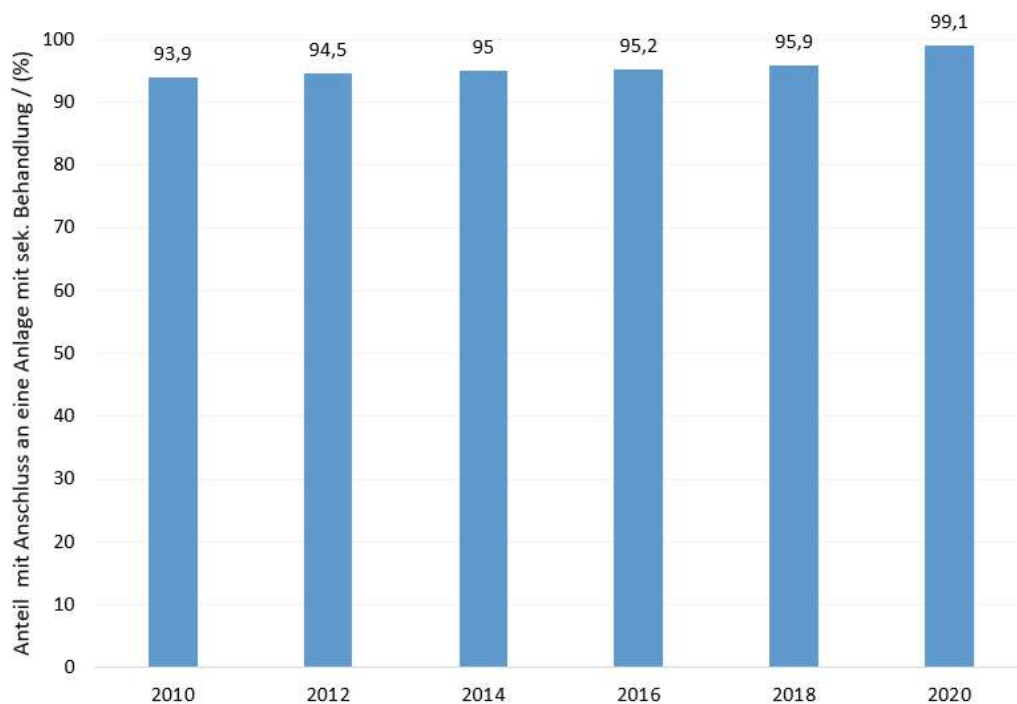


Abbildung 3.1.5: Anteil der Bevölkerung, der an eine kommunale Kläranlage mit zumindest sekundärer Behandlung angeschlossen ist [Statistik Austria, 2024g].

Der „**biochemische Sauerstoffbedarf in Flüssen**“ ist ein EU-Indikator und wird über den BSB_5 -Wert bestimmt. Dieser Wert gibt an, welche Menge an Sauerstoff aerobe Mikroorganismen benötigen, um die im Wasser vorhandenen organischen Stoffe über einen Zeitraum von fünf Tagen bei 20°C im Dunkeln zu zersetzen. Hohe BSB_5 -Werte deuten auf einen hohen

Grad organischer Verschmutzung hin und stehen somit für eine schlechtere Wasserqualität. Bei sehr sauberen Flüssen liegt der BSB_5 -Wert unter 1 mg O_2/L , bei Werten von 2 bis 8 mg O_2/L handelt es sich um moderat oder stark verschmutzte Flüsse [Statistik Austria, 2020; 2021]. Im Jahr 2010 lag in Österreich der biochemische Sauerstoffbedarf in Flüssen durchschnittlich bei 2,4 mg O_2/L , im Jahr 2020 lag der Wert bei 1,1 mg O_2/L (siehe Abbildung) 3.1.6). Somit wird die Umsetzung dieses Indikators in Österreich mit einem *signifikant positiven Fortschritt* bewertet [Statistik Austria, 2024g]. Quellen von organischen Verschmutzungen, die zu einer Erhöhung des BSB-Wertes führen, sind kommunale Abwässer, industrielle Abwässer und Emissionen aus der Landwirtschaft. Die Verringerung dieser Belastungen durch z.B. eine verbesserte Abwasserbehandlung sowie strengere Vorschriften im landwirtschaftlichen Bereich sind Gründe für einen Rückgang des biochemischen Sauerstoffbedarfs in Österreichs Flüssen in den letzten Jahren [EEA, 2024b]. Der Wassergütejahresbericht 2018-2020 für Österreich zeigt, dass im Jahr 2020 an insgesamt 92 Messstellen BSB_5 -Werte gemessen wurden. An drei dieser Messstellen, nämlich an der Salza, der Mur und der Gasteiner Ache, wurde ein BSB_5 -Wert von über 5 mg O_2/L festgestellt. Die übrigen 89 Messstellen wiesen hingegen BSB_5 -Werte von unter 5 mg O_2/L auf [BML, 2023b].

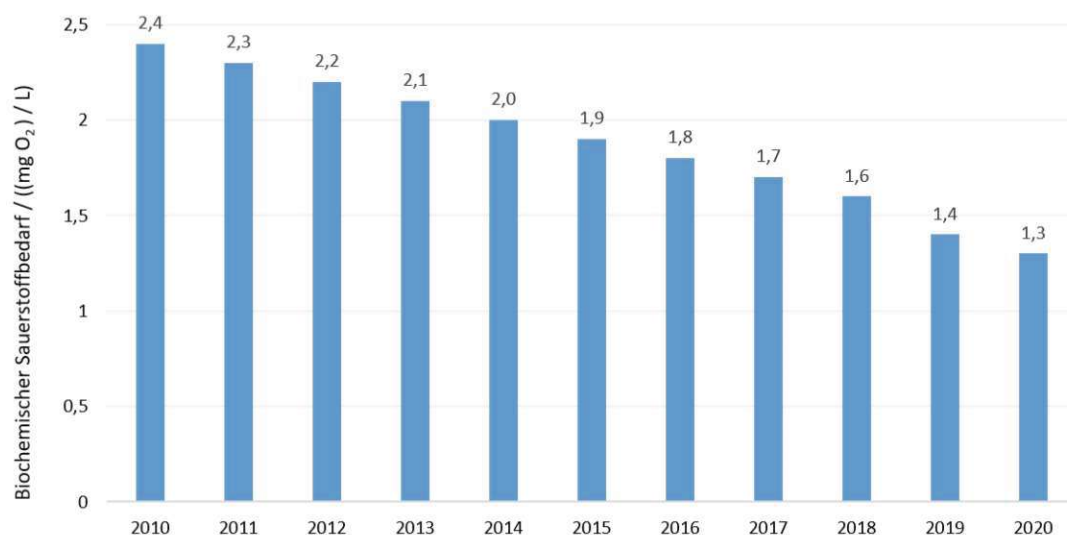


Abbildung 3.1.6: Biochemischer Sauerstoffbedarf in Flüssen Österreichs (Durchschnittswerte) [Statistik Austria, 2024g].

Für den Indikator „**Gute Wasserqualität an allen Gewässern**“ ist aufgrund der unzureichenden Datenlage *keine Trendbewertung möglich*. Dennoch werden die vorhandenen Daten nachfolgend erläutert.

Im Allgemeinen weisen hinsichtlich der Wasserqualität 81,8 % von Österreichs Grund- und Oberflächengewässern im Jahr 2018 eine gute Qualität auf, im Zeitraum 2013-2015 lag der Wert bei 80,4 % [Statistik Austria, 2021]. Bisher waren die physikalische, chemische und hygienische Beschaffenheit der Grund- und Oberflächengewässer für die Wasserqualität entscheidend. Mittlerweile wird zusätzlich dazu die biologische Beschaffenheit der Gewässer (die Funktion dieser als Lebensraum für Pflanzen und Tiere) ebenfalls berücksichtigt [BML, 2024n].

Seit den 1960er-Jahren wird die Wasserqualität in Österreich regelmäßig untersucht. Das Thema rückte schließlich verstärkt in den öffentlichen Fokus, als die Sanierung von Seen begann, die stark mit Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor belasteten waren. Daraufhin folgte der Ausbau des Kanalnetzes und der Einsatz von biologischen Abwasserreinigungsanlagen in den 1970er-Jahren, um die Belastung durch diese Nährstoffe zu reduzieren. Weiters wurden in den 1990-er Jahren der Eintrag von Stoffen durch innerbetriebliche Maßnahmen reduziert, die über die Abwasseremissionsverordnungen geregelt wurden. Die Qualität von Österreichs Grund- und Oberflächengewässern wird seit 1991 gemäß des Wasserrechtsgesetzes regelmäßig untersucht [BML, 2024n].

Bei den routinemäßigen Untersuchungen des **Grundwassers** werden fast 2 000 Messstellen auf 130 Parameter (z.B. Sulfat, Chlorid, Nickel etc.) untersucht. Bei etwa 9% der Messstellen (Stand 2020) wurde eine Überschreitung des Schwellenwertes für Nitrat festgestellt. Nitrat ist somit, wie bereits in den Jahren zuvor, der am häufigsten überschrittene Parameter. Überschreitungen treten vor allem an Standorten auf, die landwirtschaftlich genutzt werden und sowohl geringe Niederschlagsmengen als auch sehr durchlässige Böden aufweisen [BML, 2024t].

Bei den **Fließgewässern** wurden allgemein physikalisch-chemische Parameter (z.B. Sauerstoffsättigung und biologischer Sauerstoffbedarf) und die beiden Nährstoffe Nitrit und Ammonium untersucht. Diese beiden Nährstoffe werden aufgrund ihrer Fischtoxizität als Schadstoffe eingestuft. Stand 2019 konnten die allgemein physikalisch-chemischen Parameter an über 80 % der Messstellen eingehalten werden [BML, 2024t]. Im Jahr 2019 wurden außerdem biologische Qualitätselemente (z.B. Fische und Makrozoobenthos) untersucht. Die biologischen Schwellenwerte wurden 2019 insgesamt an nur 22 % der Messstellen an Fließgewässern eingehalten [BML, 2023b].

Für 28 **stehende Gewässer** mit 33 Messstellen werden ebenfalls regelmäßig Untersuchungen durchgeführt. Hinsichtlich des biologischen Qualitätselements Phytoplankton konnten alle untersuchten natürlichen Seen größer 50 ha, mit Ausnahme des Ossiacher Sees, im Zeitraum 2018–2020 die Zielwerte einhalten. Die allgemein physikalisch-chemischen Parameter konnten aufgrund typologischer Besonderheiten nicht für alle Seen untersucht werden. Im Jahr 2019 erfüllten alle untersuchten Messstellen die Vorgaben für den pH-Wert, während beim Gesamtphosphor drei Messstellen und bei der Sichttiefe zwei Messstellen die Zielwerte nicht einhielten [BML, 2023b].

Chemische und gefährliche Abfälle (SDG Unterziel 12.4)

„Bis 2020 einen umweltverträglichen Umgang mit Chemikalien und allen Abfällen während ihres gesamten Lebenszyklus in Übereinstimmung mit den vereinbarten internationalen Rahmenregelungen erreichen und ihre Freisetzung in Luft, Wasser und Boden erheblich verringern, um ihre nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken“

[Statistik Austria, 2024c].

In Tabelle 3.5 werden die Indikatoren und deren Umsetzungsgrad für chemische und gefährliche Abfälle aufgelistet. Ein wichtiger Aspekt dieses Unterziels ist, dass die Umsetzung nicht bis 2030, wie bei den meisten anderen Unterzielen, sondern bereits bis 2020 erfolgt sein sollte.

Tabelle 3.5: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 12.4 - Chemische und gefährliche Abfälle [Statistik Austria, 2024c].

Indikatoren	Umsetzung
Anzahl der Vertragsparteien internationaler multilateraler Umweltübereinkommen über gefährliche Abfälle und andere Chemikalien	: Keine Bewertung möglich
Aufkommen gefährlicher Abfälle	↑ Signifikant positiver Fortschritt

Bezüglich der „**Anzahl der Vertragsparteien internationaler multilateraler Um-**

weltübereinkommen über gefährliche Abfälle und andere Chemikalien“ ist für Österreich bisher *keine Trendbewertung möglich* [Statistik Austria, 2021]. Folgende derartige Umweltübereinkommen sind in Österreich gemäß dem BMK [BMK, 2024c] bereits geltend:

- Basler Übereinkommen: enthält Vorschriften bezüglich der „Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung“.
- Rotterdamer Übereinkommen: die Risiken beim internationalen Handel mit gefährlichen Pestiziden und Chemikalien sollen verringert werden, indem eine vorherige Zustimmung nach Inkennzeichnung erforderlich ist (Prior Informed Consent, daher auch PIC-Übereinkommen).
- Stockholmer Übereinkommen: ein Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe (POP), daher auch als POP-Übereinkommen bekannt.
- Minamata-Übereinkommen: hat zum Ziel, den Eintrag von Quecksilber in die Umwelt zu reduzieren und ist benannt nach der Stadt Minamata (Japan), die von massiven Kontaminationen durch quecksilberhaltiges Abwasser betroffen war.
- SAICM (Strategic Approach to International Chemicals Management): fördert die sichere Produktion und Verwendung von Chemikalien weltweit, mit dem Ziel, negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu minimieren.
- Montrealer Protokoll: bestrebt den Schutz der Ozonschicht durch die drastische Reduktion der Produktion und des Verbrauchs von teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen (HFKW) [BMK, 2024c].

Die in den Übereinkommen geregelten Aspekte, wie beispielsweise die grenzüberschreitende Verbringung von gefährlichen Abfällen, werden unter anderem im Statusbericht zum Bundes-Abfallwirtschaftsplan dokumentiert. Dieser Bericht wird jährlich erstellt und bietet einen umfassenden Überblick über die Abfallwirtschaft in Österreich [BMK, 2023].

Wie Abbildung 3.1.7 zu entnehmen ist, hat sich das **„Aufkommen gefährlicher Abfälle“** zwischen den Jahren 2010 und 2020 von 176 kg pro Kopf auf 144 kg pro Kopf reduziert. Dies entspricht einer Verringerung um etwa 18 %, wodurch ein *signifikant positiver Fortschritt* bei der Erreichung dieses Unterziels zu verzeichnen ist [Statistik Austria, 2020; 2021]. Ein

Grund für das niedrige Abfallaufkommen im Jahr 2012 sind die Nachwirkungen der Wirtschaftskrise 2008/2009 [BMK, 2023]. Beispiele für gefährliche Abfälle sind Asbestzement, Leuchtstoffröhren und Bildschirmgeräte [Bundeskanzleramt Österreich, 2024].

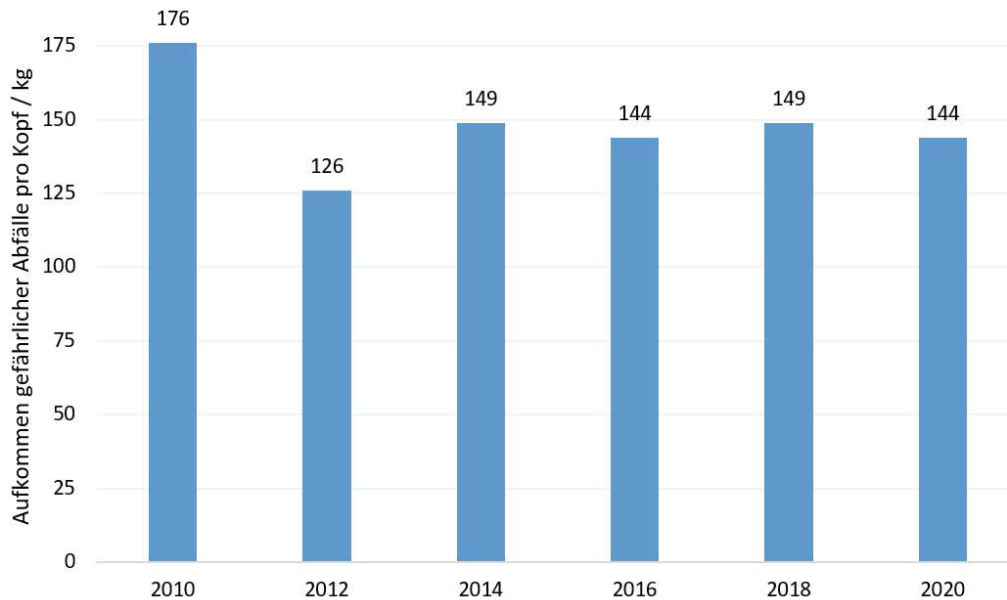


Abbildung 3.1.7: Aufkommen gefährlicher Abfälle pro Kopf und Jahr [Statistik Austria, 2024c].

3.1.2 Hochwasserrisikomanagement

Ein Hochwasser ist grundsätzlich ein natürliches Phänomen, das ein fester Bestandteil des Abflussgeschehens ist und wichtige Strukturen für die Landschaft formt. Zahlreiche Lebewesen entlang von Flüssen sind auf den sich ständig ändernden Wasserstand angewiesen, da sie sich über einen langen Zeitraum an die vielfältigen Lebensräume, die aus dem Wechsel zwischen Austrocknung und Überflutung entstanden sind, angepasst haben [BBK, 2024; BMK, 2024f; Umweltbundesamt (DE), 2024a].

Ausgelöst werden Hochwasser in Österreich durch beispielsweise lokal begrenzten und kurzzeitigen Starkregen oder großräumige und langanhaltende Niederschläge sowie im Winter und Frühling auch durch Schneeschmelze. Wie viel des Niederschlages versickert und wie viel zu Oberflächenabfluss führt, hängt von mehreren Faktoren ab. Dazu zählen beispielsweise die Bodenart, der Bewuchs, der Sättigungsbeiwert, wie stark der Boden verdichtet ist und der Versiegelungsgrad. Weiters hat die Größe des Flussbettes einen Einfluss darauf, wie viel Wasser aufgenommen werden kann, bevor es über die Ufer tritt. Wenn der Fluss viel Platz zum Ausufern hat, dient dies als natürlicher Puffer, der den Wasserstand reguliert und Schäden an Siedlungen und Infrastruktur verhindert bzw. vermindert [BBK, 2024; BMK, 2024f; Umweltbundesamt (DE), 2024a].

Hochwasser werden problematisch, wenn sie negative Auswirkungen auf Menschen, Infrastruktur, Wirtschaft und Umwelt haben. Im Jahr 2006 waren gemäß der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft weltweit 34% der 20 000 Todesfälle durch Naturkatastrophen von Hochwassern verursacht [Eis et al., 2010; Rück, 2007]. Flussüberschwemmungen gehören aber nicht nur zu den gefährlichsten, sondern auch zu den kostspieligsten Naturgefahren [Blöschl et al., 2019]. Die durchschnittlichen jährlichen Schäden werden weltweit auf 104 Milliarden US-Dollar geschätzt [Peduzzi et al., 2015]. Es wird erwartet, dass diese mit dem Wirtschaftswachstum, der Urbanisierung und dem Klimawandel zunehmen werden [Winsemius et al., 2016].

Sozio-Hydrologische Aspekte

Auch wenn das Auftreten eines Hochwassers ein natürliches Phänomen ist, hat der Mensch dennoch einen Einfluss auf die Eintrittswahrscheinlichkeit, den Verlauf und das Schadens-

ausmaß von Hochwassern.

Betrachtung des Mensch-Wassersystems auf nationaler Ebene

In der Vergangenheit hat der Mensch beispielsweise massiv in den Lauf von Bächen und Flüssen eingegriffen, indem diese begradigt oder gestaut wurden, damit zusätzliche landwirtschaftliche Flächen oder Siedlungsraum entstehen können. Teils wurden diese Eingriffe auch gesetzt, um Wasserkraft zu nutzen oder Schifffahrt zu ermöglichen. Begradigungen haben zur Folge, dass sich durch die verkürzten Flussläufe die Fließgeschwindigkeit erhöht und sich dadurch beispielsweise die Erosion verstärkt. Außerdem haben durch die Eingrenzung von Fließgewässern natürliche Überschwemmungsflächen abgenommen, die ermöglichen, dass sich Wasser, das über die Ufer tritt, ausbreiten kann [Umweltbundesamt (DE), 2024a]. Abbildung 3.1.8 dient hierfür als Beispiel und zeigt die Veränderungen im Flusslauf der Wiener Donau zwischen den Jahren 1825 und 2010.

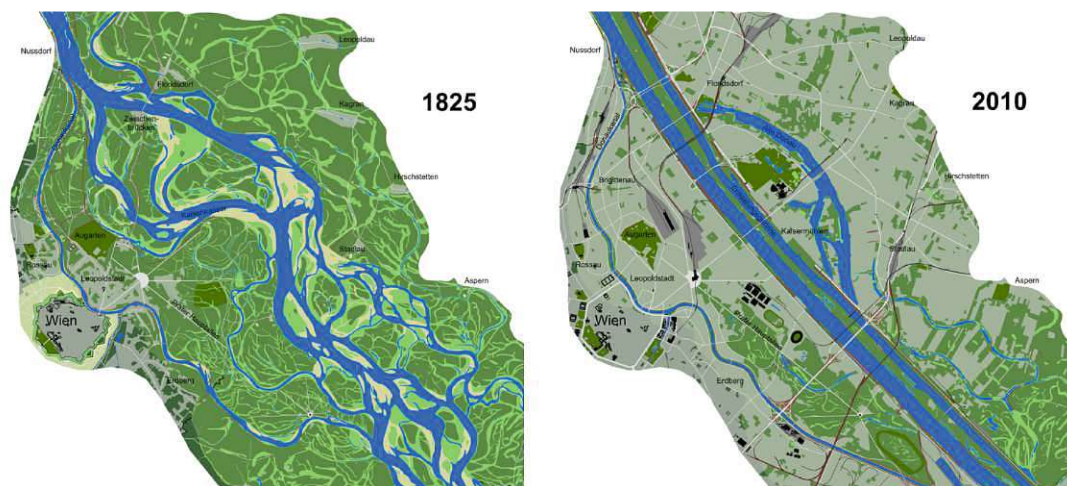


Abbildung 3.1.8: Flussmorphologische Rekonstruktion der Wiener Donau für die Jahre 1825 und 2010 [Hohensinner et al., 2016].

Ein weiteres Einflussfeld von Hochwassern ist die Landwirtschaft. Teils wurden beispielsweise Feuchtgebiete trockengelegt, um zusätzliche landwirtschaftliche Flächen zu gewinnen. In Kombination mit dem Einsatz von schweren Landmaschinen hat dies eine Verdichtung des Bodens zur Folge, was zu einer schlechten Wasserdurchlässigkeit und somit zu einem verstärkten Oberflächenabfluss führt [Umweltbundesamt (DE), 2024a].

Auch die Vegetation hat einen Einfluss auf die Hochwasserentstehung. Es wurde beispielsweise untersucht, ob ein höherer Waldanteil Hochwasser reduzieren kann. Diese Annahme

basiert darauf, dass der höhere Anteil an Makroporen in Waldböden zu einer größeren Infiltrationskapazität und Speicherfähigkeit führen kann und, dass Waldflächen Niederschlag in den Baumkronen stärker zurückhalten als beispielsweise Grünland. Studien zeigen jedoch, dass eine Erhöhung des Waldanteils (anstatt Grünland) in kleinen Einzugsgebieten in Österreich zwar kleine Hochwasser reduzieren kann, bei großen Hochwassern jedoch keinen signifikanten Einfluss hat. In mittleren und großen Einzugsgebieten ist die positive Wirkung von Waldflächen sowohl bei kleinen als auch bei großen Hochwassern gering [Blöschl et al., 2018].

Die Anzahl der Flächen in der Landschaft, die für Siedlungen oder den Verkehr genutzt werden, beeinflusst ebenfalls die Entstehung von Hochwasser. Dies liegt an dem besonders hohen Versiegelungsgrad dieser Flächen, der verhindert, dass Niederschlag nicht bzw. nur sehr begrenzt versickern kann [Umweltbundesamt (DE), 2024a]. Mit Stand 2022 sind in Österreich knapp 3 000 km² der Fläche (hauptsächlich Verkehrs- und Siedlungsflächen) versiegelt, das entspricht etwa 3,5 % der Gesamtfläche und 9 % des Dauersiedlungsraums Österreichs [ÖROK, 2024]. Unter „Dauersiedlungsraum“ wird der Raum verstanden, der nach „Abzug von Wald, alpinem Grünland, Ödland und Gewässer noch übrigbleibt“ und den für die „Landwirtschaft, Siedlung und Verkehrsanlagen verfügbaren Raum“ umfasst [BML, 2021].

Der (anthropogene) Klimawandel hat die Sorge geweckt, dass der Temperaturanstieg eine vermehrte Anzahl von Hochwassern zur Folge hat. Diese Sorge wurde durch die steigenden wirtschaftlichen Verluste, die durch Überschwemmungen in vielen Teilen der Welt, einschließlich Europa, entstanden sind, verstärkt. Bestehende Messungen zeigten bisher jedoch kein einheitliches Signal des Klimawandels in den Hochwasserbeobachtungen Europas. Je nach Region zeigen die Messdaten hydrometrischer Stationen für die letzten fünf Jahrzehnte in Europa entweder eine Zunahme oder eine Abnahme von Hochwassern [Blöschl et al., 2019].

Die Ergebnisse legen nahe, dass in Nordwesteuropa zunehmende Niederschläge im Herbst und Winter zu steigenden Überschwemmungen geführt haben. In mittleren und großen Einzugsgebieten in Südeuropa haben abnehmende Niederschläge und zunehmende Verdunstung hingegen zu abnehmenden Überschwemmungen geführt. Bedingt durch die wärmeren Temperaturen und die damit einhergehende Abnahme von Schneedecke und Schneeschmelze

haben in Osteuropa Überschwemmungen ebenfalls abgenommen, siehe Abbildung 3.1.9) [Blöschl et al., 2019].

In Europa zeigen regionale Trends bezüglich Hochwasser Zunahmen von ca. 11 % pro Jahrzehnt bis hin zu Abnahmen von ca. 23 %. Trotz dieser Heterogenität sind die hier beschriebenen Ergebnisse weitgehend konsistent mit den Klimamodellprojektionen für das nächste Jahrhundert. Dies deutet darauf hin, dass klimabedingte Veränderungen bereits stattfinden und die Berücksichtigung des Klimawandels im Hochwasserrisikomanagement notwendig ist [Blöschl et al., 2019].

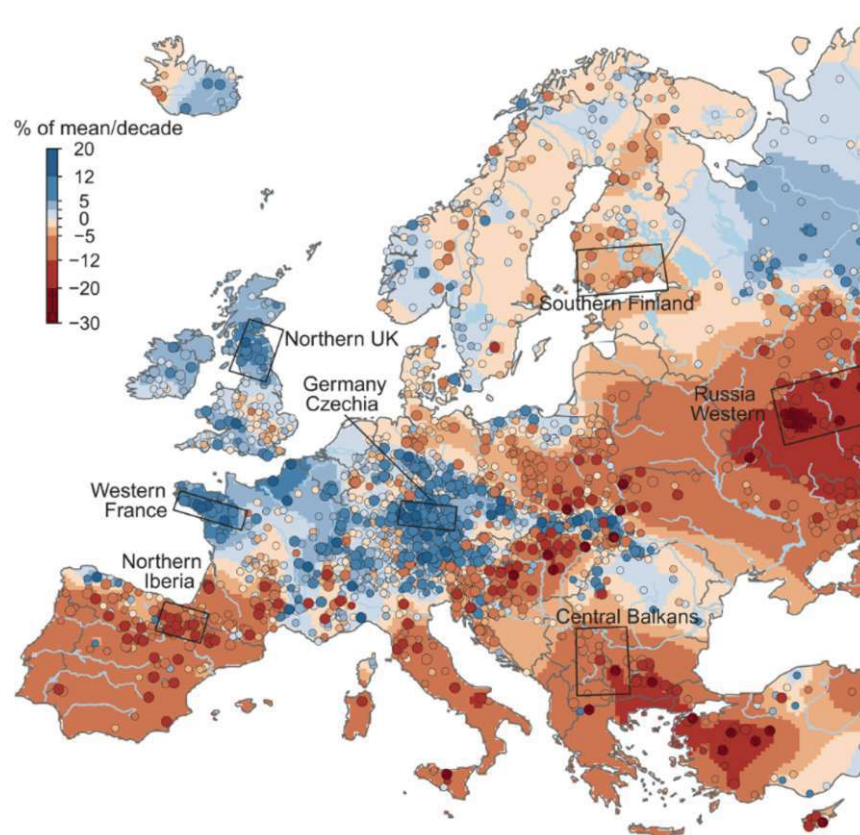


Abbildung 3.1.9: Beobachtete Trends bei Hochwasserabflüssen in Europa (1960-2010), wobei blau eine Zunahme signalisiert und rot eine Abnahme. Größere Punkte kennzeichnen statistisch signifikante Trends, die Hintergrundfarbe zeigt regionale Trends. Die Rechtecke zeigen Hotspot-Bereiche an [Blöschl et al., 2019].

In Abbildung 3.1.10 sind die Trends für die Jahresmaxima der Hochwasser in Österreich dargestellt. Dies soll eine bessere Einschätzung der nationalen Veränderungen und Unterschiede im Vergleich zur Gesamtübersicht für Europa ermöglichen. Wie der Abbildung zu entnehmen ist, ist grundsätzlich eine Zunahme des mittleren jährlichen Hochwassers für den Zeitraum 1976-2014 zu verzeichnen [Blöschl et al., 2018b].

Bezüglich der saisonalen Schwankungen des Abflusses sind in Österreich folgende Veränderungen zu erwarten: Im Winter wird eine Zunahme der Abflüsse in ganz Österreich prognostiziert. Im Sommer hingegen ist sowohl in den Alpen im Westen, als auch im Flachland im Osten mit einer Abnahme zu rechnen. Im Osten wird zudem auch im Frühjahr ein Rückgang des Abflusses vorhergesagt [Blöschl et al., 2018a].

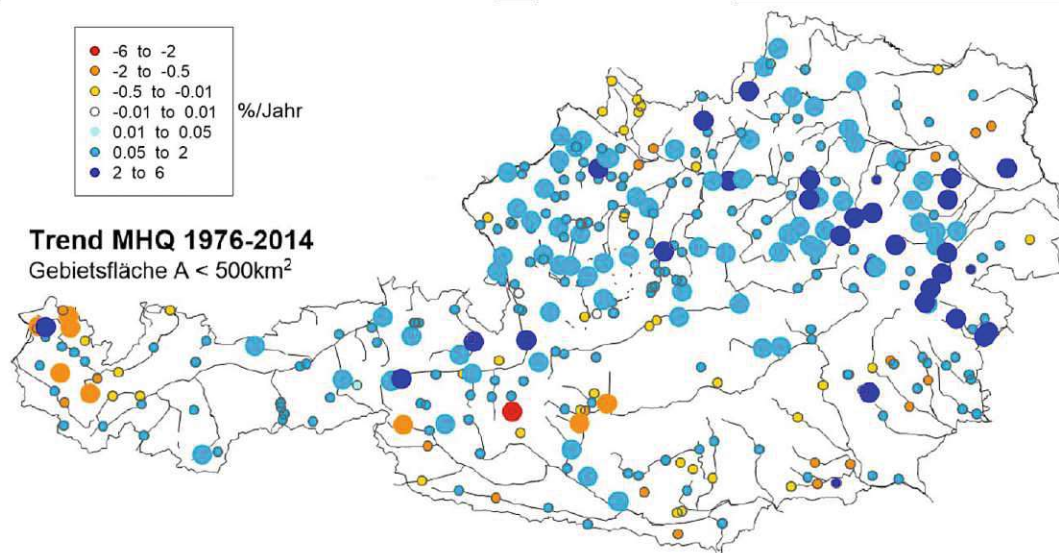


Abbildung 3.1.10: Trends der Jahresmaxima der Hochwasser (1976 - 2014). Blaue Kreise kennzeichnen Gebiete, in denen das mittlere jährliche Hochwasser (MHQ) zugenommen hat, rote Kreise kennzeichnen Gebiete, in denen es abgenommen hat. Große Kreise zeigen statistisch signifikante Trends an [Blöschl et al., 2018b].

Neben dem Ausmaß von Hochwassern wird auch eine Verschiebung des Zeitpunkts von Hochwassern aufgrund des Klimawandels erwartet. Die Beobachtung von Flussüberschwemmungen in Europa zeigt in den letzten fünfzig Jahren bei der Analyse von 4 262 hydrometrischen Messstationen folgende großräumige Muster [Blöschl et al., 2017]:

- In ganz Nordosteuropa haben höhere Temperaturen zu früheren Frühjahrshochwassern durch Schneeschmelze geführt.
- An einigen Abschnitten der Mittelmeerküste sowie an der Nordsee haben verzögerte Winterstürme, die mit der polaren Erwärmung in Verbindung stehen, zu späteren Winterhochwassern geführt.
- In Westeuropa haben frühere Maxima der Bodenfeuchte zu früheren Winterhochwassern geführt [Blöschl et al., 2017].

Anhand der Daten der über 4 000 Messstationen kann jedoch keine regionale Aussage für

Österreich getroffen werden. Aufgrund des Einflusses der Alpen sind in Österreich für die Entstehung von Hochwassern nämlich vor allem kleinräumige Faktoren entscheidend, welche in dieser Studie nicht untersucht wurden [Umweltbundesamt, 2024k]. Eine andere Studie zeigt jedoch auf nationaler Ebene, dass die höheren Temperaturen zu einer Verschiebung der Schneeschmelze in die Wintermonate führen, was wiederum eine Verschiebung des Abflusses zur Folge hat [Blöschl et al., 2011].

Rechtliche Grundlagen für den Hochwasserschutz in Österreich

Der Mensch hat verschiedene Möglichkeiten, auf Hochwasserereignisse zu reagieren. Eine davon ist die Entwicklung langfristiger Strategien durch die Einführung neuer Gesetze und Richtlinien. Im Folgenden werden einige wichtige Strategien und Richtlinien zum Umgang mit Hochwasser in Österreich vorgestellt:

- **EU-Hochwasserrichtlinie:** Diese Richtlinie aus dem Jahr 2007 hat zum Ziel, hochwasserbedingte Folgen auf die Umwelt, die menschliche Gesundheit und die Wirtschaft zu verringern, indem sie einen Rahmen für den Umgang mit Hochwasserrisiken schafft. In Österreich sind es konkret drei Arbeitsschritte, die alle sechs Jahre wiederholt werden, um Hochwasserrisiken zu bewerten und zu managen [BML, 2024f]:
 1. Gebiete, die ein „potenzielles signifikantes Hochwasserrisiko“ aufweisen, werden identifiziert und ausgewiesen (vorläufige Risikobewertung).
 2. Für diese Gebiete werden Gefahren- und Risikokarten erstellt und laufend aktualisiert, um einen Überblick über die Situation zu erschaffen.
 3. Schließlich werden integrale Hochwasserrisikomanagementpläne erarbeitet, die konkrete Maßnahmen und Ziele enthalten. Dabei stehen besonders Vermeidungs-, Vorsorge- und Schutzstrategien im Fokus. Diese sollen neben technischen Maßnahmen auch nicht-technische Maßnahmen wie Bildung und Öffentlichkeitsarbeit umfassen [BML, 2024f; BAW, 2024b].
- **Leitfaden zum Nachweis der Hochwassersicherheit von Talsperren:** Dieser Leitfaden ist „für alle Talsperren und Speicher mit einer Höhe von mehr als 15 m über Gründungssohle oder einem Speicherinhalt bei Stauziel von mehr als 500 000 m³“ geltend. Alle Arten von Nutzungen (Hochwasserrückhalt, Trinkwasserversorgung, Wasserkraftnutzung oder Beschneidung) sind darin eingeschlossen [Gutknecht et al., 2009].

Entlastungsanlagen für Hochwasser von Talsperren und Speichern müssen so ausgelegt sein, dass sie auch extreme Abflüsse (z.B. Ereignisse mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von $1/5\,000$) bewältigen können. Die Bestimmung dieser seltenen Ereignisse kann zu Unsicherheiten führen, da eine Extrapolation der Hochwasserwerte notwendig ist. Der Leitfaden stellt eine Methodik bereit, um die Bemessungs- und Nachweisgrößen festzulegen, wobei die Unsicherheiten in den zugrunde liegenden Daten und Methoden berücksichtigt werden. Zusätzlich dient dieser Leitfaden als Hilfsmittel für die Aufsichtsbehörde, die für die routinemäßige Überprüfung bestehender Stauanlagen verantwortlich ist. Die hydrologischen Nachweise müssen von Fachleuten erbracht werden, da der Leitfaden lediglich die grundlegende Vorgehensweise beschreibt [Blöschl and Czerny, 2024; Gutknecht et al., 2009].

- Hochwasserschutzstrategie:** Als Folge der Hochwasserereignisse an der Donau (in den Jahren 2002 und 2013) und an der March (im Jahr 2006) wurde 2022 vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) die Hochwasserschutzstrategie entworfen. Gemeinsam mit den Ländern Wien, Nieder- und Oberösterreich sowie Gemeinden hat das BMK das 3-Säulen-Modell zum Hochwasserschutz entwickelt. Das Modell umfasst folgende Punkte [BMK, 2022b]:
 1. „Artikel 15a Bundes-Verfassungsgesetz (B-VG) Vereinbarung Hochwasserschutz Donau“: beinhaltet insgesamt 47 Projekte im Bereich aktive und passive Hochwasserschutzmaßnahmen an der österreichischen Donau.
 2. „Generalsanierung der Schutzanlagen der Donauhochwasserschutzkonkurrenz (DHK) und Sanierung Marchfeldschutzdamm“: gemäß dem Stand der Technik wurden sowohl die Anlagen am Donaukanal in Wien als auch etwa 200 Dammkilometer zwischen Ysper- und Marchmündung saniert.
 3. „Generalsanierung March-Thaya-Hochwasserschutz“: nach der Hochwasserkatastrophe an der March im Jahr 2006 wurde das etwa 75 Kilometer lange Dammsystem saniert [BMK, 2022b].
- Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzept:** Das Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzept (GE-RM) verfolgt die integrierte Planung sowie die Durchführung von Maßnahmen, die den ökologischen Zustand der Fließgewässer und das Hochwasserrisikomanagement verbessern. Das

Konzept berücksichtigt die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie und der Hochwasserrichtlinie. Der Leitfaden für die Erstellung von Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzepten wurde im Jahr 2024 zuletzt überarbeitet und ersetzt somit die vorläufige Fassung von 2017 [BML, 2024e; Mühlmann and Wenk, 2024].

Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser auf lokaler Ebene

Anhand der Hochwasserereignisse an der Donau in Wien sowie an der Mur in Bad Radkersburg und den daraus resultierenden Maßnahmen werden die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser verdeutlicht.

Hochwasserereignisse an der Donau in Wien

Abbildung 3.6 gibt einen Überblick über die Jahre der Ereignisse sowie die Abflusswerte der schwerwiegendsten Hochwasser in Wien. Die Hochwasser der Jahre 1954, 2002 und 2024 werden näher erläutert. Dabei werden sowohl die Auswirkungen dieser Ereignisse als auch die daraufhin ergriffenen Schutzmaßnahmen diskutiert.

Tabelle 3.6: Übersicht über Wiens Hochwasser-Großereignisse [Blöschl et al., 2013; Stadt Wien, 2023b; 2024c])

Jahr	Abfluss
1501	14 000 m ³ /s
1899	10 500 m ³ /s
1954	9 600 m ³ /s
2002	10 300 m ³ /s
2013	11 000 m ³ /s
2024	10 000 m ³ /s

Im **Juli 1954** ereignete sich in Wien bzw. im gesamten Donaauraum eine Hochwasserkatastrophe. Mit einem Durchfluss von 9 600 m³/s zählt dieses Ereignis zu den größten Hochwasserkatastrophen des 20. Jahrhunderts. Neben zahlreichen Sachschäden mussten außerdem

in großem Umfang Personen aus den betroffenen Bezirken evakuiert und in Notquartieren untergebracht werden. Dieses Hochwasser löste Diskussionen über die Verbesserung des Hochwasserschutzes an der Donau aus [MeinBezirk, 2024a; Stadt Wien, 2024c]. Abbildung 3.1.11 zeigt die Überschwemmung am Handelskai.



Abbildung 3.1.11: Überfluteter Handelskai bei der DDSG-Station an der Reichsbrücke im Juli 1954 [MeinBezirk, 2024a].

Nachdem zahlreiche Optionen diskutiert wurden, kam es im Jahr 1969 - also 15 Jahre später - schließlich zum Grundsatzbeschluss des Wiener Gemeinderates, den Vorschlag von August Zottl zur Verbesserung des Hochwasserschutzes in Wien umzusetzen [Heigl, Andrea, 2013; Michlmayr, 1997]. Das Projekt umfasst die Schaffung eines zweiten Strombetts an der Stelle des Überschwemmungsgebiets, welches durch die neu geschaffene Donauinsel (siehe Abbildung 3.1.12) vom Hauptbett der Donau getrennt sein soll. Im Hochwasserfall dient dieses als Entlastungsgerinne, da die Möglichkeit besteht, in dieses zweite Strombett Wasser einzuleiten [MeinBezirk, 2024a; Stadt Wien, 2024a]. Die Bauarbeiten wurden im Jahr 1987 fertiggestellt [Heigl, Andrea, 2013].



Abbildung 3.1.12: Bau der Donauinsel Ende der 1970er-Jahre bzw. Anfang der 1980er-Jahre (Franz Meneder / Privatsammlung Werner Neuwirth) [ORF, 2024c].

Als begleitende Maßnahme für die Verbesserung des Hochwasserschutzes wurde außerdem von der Stadt Wien ein umfangreiches Dammsystem entlang der Donau und der Neuen Donau errichtet [Stadt Wien, 2024a]. Die Gesamtkosten für die Schaffung der Neuen Donau und des Dammsystems betrugen etwa sieben Milliarden Schilling [Hinkel and Landsmann, 1997; TU Graz, 2024].

Im **August 2002** wurde Österreich erneut von einem schweren Hochwasser heimgesucht (siehe Abbildung 3.1.13). In vielen Regionen überschritten die Pegelstände sogar deutlich die Abflüsse, die einem 100-jährlichen Ereignis entsprechen [BML, 2024b]. In Wien lag das Schadensausmaß dank der bereits bestehenden Hochwasserschutzeinrichtungen mit etwa vier Millionen Euro deutlich unter dem anderer Bundesländer [ORF, 2024f].



Abbildung 3.1.13: Überschwemmungen an der Neuen Donau (Copa Cagrana) im August 2002 [Vogl, 2024].

Nach dieser Katastrophe wurde der Hochwasserschutz weiter verbessert: Am linken Donauufer wurde der Marchfeldschutzdamm auf einer Länge von etwa acht Kilometern um 1,5 Meter erhöht und eine Dichtwand eingebaut. Das Projekt wurde 2012 abgeschlossen [ORF, 2024f]. Im Abschnitt Alberner Hafen bis zur Einmündung der Schwechat in die Donau wurde auch das rechte Donauufer erhöht [Stadt Wien, 2024e].

Insgesamt führte das Hochwasser 2002 in Österreich zu neun Todesopfern und Sachschäden von über drei Milliarden Euro. Diese Naturkatastrophe löste zahlreiche fachliche und politische Diskussion aus, die unter anderem zur Gründung des Projekts „FloodRisk - Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002“ führten. Im Rahmen dieses Projekts wurden die Ursachen und Schäden des Hochwassers von einer Gruppe bestehend aus 130 Personen und 60 Organisationen analysiert, um eine Umsetzungsstrategie für ein integratives Hochwassermanagement zu entwickeln [BML, 2012].

„Integratives Hochwassermanagement, wie es in der Studie FloodRisk I definiert und propagiert wurde, zielt auf größtmögliche Sicherheit vor Hochwasser durch sinnvolles Zusammenwirken raumplanerischer, bautechnischer und organisatorischer Maßnahmen“ [BML, 2012].

Die zehn Strategien, die für den integrativen Hochwasserschutz Österreichs ausgearbeitet wurden, lauten wie folgt [BML, 2012]:

- „Die Grenzen des Schutzes und die Verantwortung der Beteiligten aufzeigen.
- Gefahrenkenntnis und Gefahrenbewusstsein fördern.
- Angepasste Nutzung durch die Raumplanung sicherstellen.
- Anreizsysteme zur Eigenvorsorge fördern.
- Hochwasserrelevante negative Entwicklungen (z.B. Verlust von Retentionsräumen) erkennen.
- Planungen der öffentlichen Hand abstimmen.
- Schutzmaßnahmen wo nötig.
- Notfallplanung und Katastrophenschutzmaßnahmen ausbauen.
- Finanzielle Vorsorge sicherstellen (Versicherung, öffentliche oder private Vorsorge).
- Vorwarnung verbessern“ [BML, 2012].

Um die Wechselwirkungen bzw. Rückkopplungen zwischen Mensch und Wasser verstehen und darstellen zu können, kann die Erstellung von sogenannten Kausalschleifen sinnvoll sein [Sivapalan and Blöschl, 2015]. Die Erstellung solcher erweist sich als besonders effektiv, wenn Fachleute aus verschiedenen Bereichen beteiligt sind [Vennix, 1999]. Ein Beispiel für eine Kausalschleife, in diesem Fall in Bezug auf den Levee-Effekt, ist in Abbildung 3.1.14 zu sehen. Diese Abbildung zeigt, wie hydrologische, politische, soziale, technologische sowie wirtschaftliche Prozesse einander beeinflussen und koevolieren (dünne Pfeile) und wie sich die Einflüsse durch das plötzliche Auftreten eines Hochwasserereignisses ändern (dicke Pfeile) [Di Baldassarre et al., 2013; Sivapalan and Blöschl, 2015].

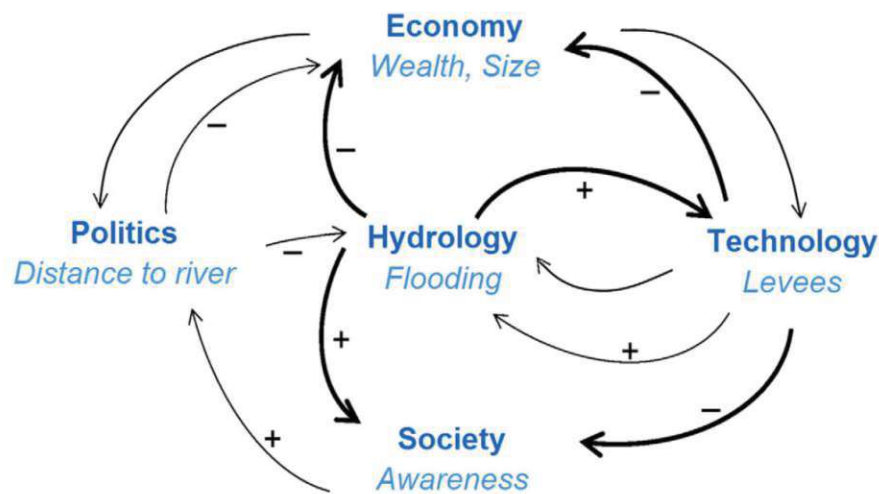


Abbildung 3.1.14: Beispiel für eine Kausalschleife [Di Baldassarre et al., 2013].

In Anlehnung an die Kausalschleife aus Abbildung 3.1.14 wurde die Kausalschleife in Abbildung 3.1.15 erstellt. Diese veranschaulicht die Wechselwirkungen zwischen den Bereichen Politik, Wirtschaft, Technik, Gesellschaft und Hydrologie in Bezug auf die Hochwasserereignisse von 1954 und 2002 an der Donau in Wien. Die Farbe Rot bei den Pfeilen zeigt einen negativen, die Farbe Grün einen positiven Einfluss an. Dicke Pfeile kennzeichnen Auswirkungen, die auf das plötzliche Auftreten einer Überschwemmung folgen, während dünne Pfeile Auswirkungen darstellen, die erst mit der Zeit eintreten. So haben politische und technische Maßnahmen aufgrund der erforderlichen Investitionen zunächst einen negativen Einfluss auf den Wohlstand (dicke rote Pfeile). Wie verschiedene Auswertungen und Kosten-Nutzen-Analysen jedoch zeigen, kann jeder Euro, der in umfassende Präventionsmaßnahmen investiert wird, in Folge Schäden in Höhe von fünf bis zehn Euro verhindern (dünne grüne Pfeile) [Blöschl et al., 2022].

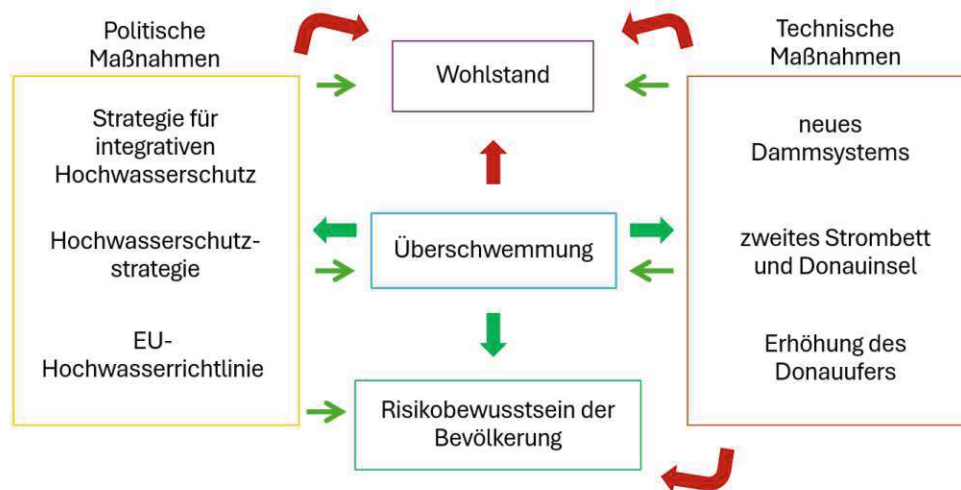


Abbildung 3.1.15: Kausalschleife der Hochwasserereignisse 1954 und 2002 in Wien in Anlehnung an Di Baldassarre et al., 2013.

Im **September 2024** ereignete sich eine schwere Hochwasserkatastrophe in Österreich sowie in anderen Ländern wie Tschechien, der Slowakei, Bulgarien und Rumänien [Kirche bunt, 2023]. Zwischen dem 12. und 16. September 2024 fiel die fünffache Menge des üblichen Monatsniederschlags für September [Blöschl, 2024]. In Österreich waren insbesondere die Bundesländer Wien, Niederösterreich, Oberösterreich und die Steiermark betroffen, während der Westen des Landes weitgehend verschont blieb [ORF, 2024d].

Wien kam trotz einiger Schäden relativ glimpflich davon, da nach früheren Hochwasserereignissen bereits umfangreiche Schutzmaßnahmen umgesetzt wurden. Dennoch war der U-Bahn-Betrieb für mehrere Tage eingeschränkt, da der Wienfluss aufgrund kleinerer Überschwemmungen eine Bedrohung darstellte [Blöschl, 2024].

In Niederösterreich wurde am 15. September das gesamte Bundesland zum Katastrophengebiet erklärt. Neben fünf Todesopfern und zahlreichen Verletzten wurden 2000 Menschen aufgrund des Hochwasserereignisses evakuiert. Die Starkniederschläge führten weiters zu Dammbrüchen, erheblichen Schäden an Häusern sowie zu Unterbrechungen von Straßen- und Bahnverbindungen [Kirche bunt, 2023]. Außerdem wurde die Wasserqualität von Hausbrunnen beeinträchtigt [MeinBezirk, 2024b].

Das Hochwasser im September 2024 verdeutlicht, dass effektive Hochwasserschutzmaßnahmen, einschließlich präziser Vorhersagen und angemessener Vorbereitungen, viele Schäden verhindern können. Es zeigt auch, dass die Auswirkungen eines Hochwasserereignisses regional sehr unterschiedlich ausfallen können [Blöschl, 2024].

Hochwassereignisse an der Mur in Bad Radkersburg

Da die Ortschaften entlang der Mur wiederholt von Hochwassern betroffen waren (z.B. im Juni 1827), wurde der Flusslauf der Mur Ende des 19. Jahrhunderts von Graz bis zur ungarischen Grenze weitgehend reguliert [Amt der Steiermärkischen Landesregierung , 2016; Stadtgemeinde Bad Radkersburg, 2024].

Nach den Hochwasserkatastrophen in den Jahren 1965 (Abbildung 3.1.16) und 1972 wurde für die Gemeinden Bad Radkersburg und Halbenrain (Steiermark) zusätzlich ein zehn Kilometer langer Schutzdamm errichtet, der 1976 fertiggestellt wurde [Amt der Steiermärkischen Landesregierung , 2016; Stadtgemeinde Bad Radkersburg, 2024].



Abbildung 3.1.16: Hochwasser in Bad Radkersburg im Jahr 1965 [Stadtgemeinde Bad Radkersburg, 2024].

Analysen des Schadenspotenzials in den 2010er-Jahren zeigten schließlich, dass diese Schutzmaßnahmen nicht mehr ausreichend sind, da ein Hochwasserereignis von der Größenordnung wie 1965 Schäden von 60 bis 70 Millionen Euro verursachen würde. Dies liegt unter anderem am Levee-Effekt: Nach dem Dammbau in den 1970er-Jahren wurde die Gegend stärker bebaut, unter anderem mit teuren Infrastrukturen wie Hotels, dem Klinikum Maria Theresia und der Parktherme, wodurch das Schadenspotenzial erhöht wurde [Amt der Steiermärkischen Landesregierung , 2016].

Als zusätzlich dazu bei den Hochwasserereignissen der Jahre 2005, 2009 und 2012 Schwächen im Damm auftraten, wobei an mehreren Stellen wasserseitige Austritte festgestellt wurden,

hat die österreichisch-slowenische Kommission für die Mur neue Maßnahmen initiiert. Diese umfassen die Erhöhung des bereits bestehenden Hochwasserschutzdamms um bis zu 95 cm sowie die Verbesserung der Durchsickerung und Standsicherheit auf den neuesten Stand der Technik [Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 2016]. Die Sanierung des Damms wurde zwischen 2016 und 2019 durchgeführt und kostete 7,5 Millionen Euro [MeinBezirk, 2016; Stadtgemeinde Bad Radkersburg, 2024]. Im Stadtbereich von Bad Radkersburg, wo der Damm mäanderartig gestaltet wurde, wurde außerdem eine Stillwasserzone (Abbildung 3.1.17) geschaffen, die sowohl die Artenvielfalt in der Natur fördert, als auch der Bevölkerung einen besseren Zugang zum Gewässer ermöglicht [goMURra, 2020].



Abbildung 3.1.17: Stillwasserzone in Bad Radkersburg [goMURra, 2020].

Relevante Unterziele der SDGs

Im Folgenden werden vier Unterziele der SDGs im Bereich des *Hochwasserrisikomanagements* erörtert.

Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen (SDG Unterziel 1.5)

„Bis 2030 die Widerstandsfähigkeit der Armen und der Menschen in prekären Situationen erhöhen und ihre Exposition und Anfälligkeit gegenüber klimabedingten Extremereignissen und anderen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Schocks und Katastrophen verringern“ [Statistik Austria, 2024a].

In Tabelle 3.7 sind die Indikatoren und deren Trendanalyse hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen aufgelistet.

Tabelle 3.7: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 1.5 - Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen [Statistik Austria, 2024a].

Indikatoren	Umsetzung
Todesfälle durch Katastrophen	↑ Signifikant positiver Fortschritt
ASDR - Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction	✓ Weitgehend erreicht

Bezüglich des Indikators für „**Todesfälle durch Katastrophen**“ werden die jährlichen Todesfälle pro 100 000 Einwohner:innen vergleichbar gemacht, indem die Bevölkerungsstruktur sowohl in Bezug auf die Alterung, als auch auf das Wachstum berücksichtigt wird. Die sogenannte altersstandardisierte Rate gibt also an, wie viele jährliche Todesfälle pro 100 000 Einwohner:innen eingetroffen wären, würde „der Altersaufbau der Bevölkerung dem einer definierten Standardbevölkerung“ entsprechen [Öffentliches Gesundheitsportal Österreichs, 2024].

Todesfälle aufgrund von übermäßiger natürlicher Hitze oder Kälte sowie Opfer von Sturmkatastrophen oder Überschwemmungen fließen in diese Statistik ein. In Österreich waren im Jahr 2010 0,8 derartige Todesfälle pro 100 000 Einwohner:innen zu verzeichnen, im Jahr 2021 nur mehr 0,5, weshalb die Umsetzung dieses Indikators mit einem *signifikant positiven Fortschritt* beurteilt wird. Wie Abbildung 3.1.18 zu entnehmen ist, zeigen die Werte für Todesfälle durch Katastrophen im Allgemeinen eine gewisse Schwankung. Dies sollte jedoch nicht überinterpretiert werden, da die Werte generell auf einem sehr niedrigen Niveau liegen [Statistik Austria, 2020; 2021].

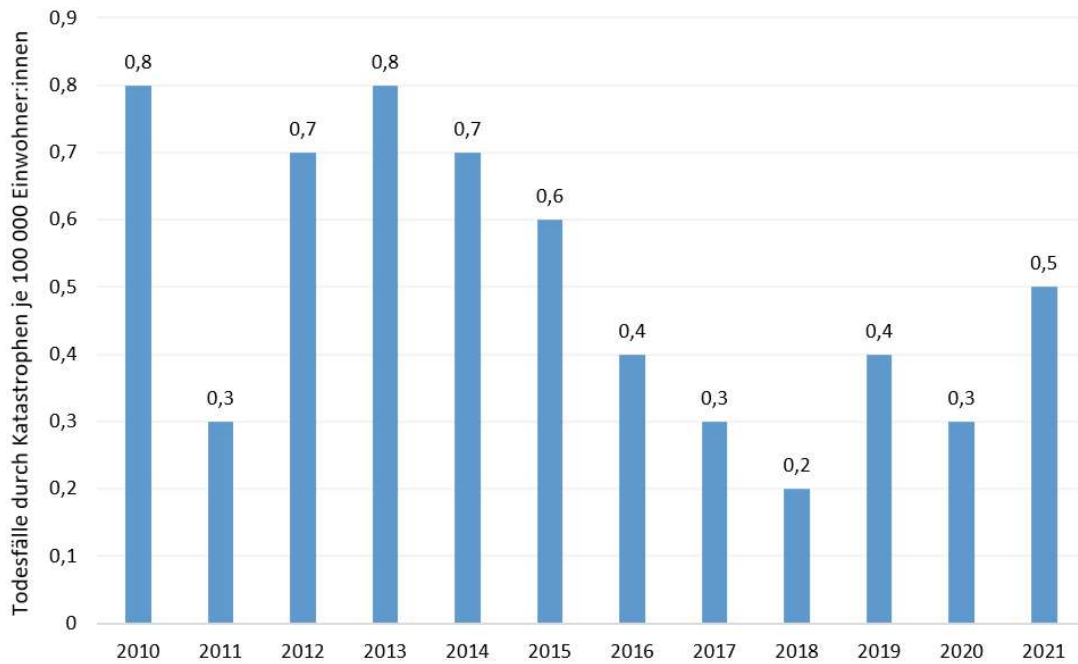


Abbildung 3.1.18: Todesfälle durch Katastrophen (altersstandardisierte Rate je 100 000 Einwohner:innen) [Statistik Austria, 2024a].

Die „**Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction (ASDR)**“, eine staatliche Strategie für Katastrophenrisikominderung, wurde in Österreich eingeführt, wodurch die Umsetzung dieses Indikators als *weitgehend erreicht* eingestuft werden kann. Mit Hilfe dieser Strategie sollen die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit gegenüber (klimabedingten) Naturkatastrophen gestärkt werden [Statistik Austria, 2020; 2021]. Die ASDR-Plattform befasst sich mit der nationalen Umsetzung der Aktivitäten, Ziele und Strategien der UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). Die Koordination dieser Umsetzung erfolgt in Österreich über die GeoSphere Austria unter der Beteiligung von Mitwirkenden aus verschiedenen Bereichen wie Bundesländer, Bundesministerien, Wissenschaft, Katastrophenschutzorganisationen und Privatwirtschaft [GeoSphere Austria, 2024a].

Nachhaltige Produktion (SDG Unterziel 2.4)

„Bis 2030 die Nachhaltigkeit der Systeme der Nahrungsmittelproduktion sicherstellen und resiliente landwirtschaftliche Methoden anwenden, die die Produktivität und den Ertrag steigern, zur Erhaltung der Ökosysteme beitragen, die Anpassungsfähigkeit an Klimaänderungen, extreme Wetterereignisse, Dürren, Überschwemmungen und andere Katastrophen erhöhen und die Flächen- und Bodenqualität schrittweise verbessern“
[Statistik Austria, 2024f].

Der Indikator und dessen Umsetzungsgrad in Österreich in Bezug auf eine nachhaltige Produktion sind in Tabelle 3.8 dargestellt.

Tabelle 3.8: Indikator und Umsetzung des Unterziels 2.4 - Nachhaltige Produktion [Statistik Austria, 2024f].

Indikator	Umsetzung
Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche (ohne Almen)	↑ Signifikant positiver Fortschritt

In Österreich wird die biologische Wirtschaftsweise in der Landwirtschaft vor allem durch das österreichische Agrarumweltprogramm ÖPUL (Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft) gefördert. Der Verzicht auf chemisch synthetische Pflanzenschutzmittel, reduzierte Düngung, die Implementierung vielfältiger Fruchtfolgen sowie eine naturnahe, extensive Produktionsweise sollen dazu beitragen, Gewässer und Böden zu schonen und Biodiversität fördern. Diese Maßnahmen sollen eine nachhaltige Landwirtschaft ermöglichen [Statistik Austria, 2021].

Die biologische Bewirtschaftung von Flächen gewann in Österreich in den 1990er-Jahren an Bedeutung, als Prämien für biologische Landwirtschaft eingeführt wurden. Eine weitere deutliche Zunahme der biologischen Landwirtschaft erfolgte mit dem Beitritt Österreichs zur EU, der grundlegende Änderungen in der Agrarpolitik mit sich brachte. So lag der „**Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche (ohne Almen)**“ Anfang der 2000er-Jahre bei etwa 3,5 %. Wie in Abbildung 3.1.19 zu sehen

ist, hat dieser Wert seit 2010 in den letzten Jahren erneut deutlich zugenommen [Eder, 2006].

Im Vergleich zu 18,4 % biologisch bewirtschafteten Flächen im Jahr 2010, lag der Wert 2022 bereits bei 26,4 %, dies entspricht einer Steigerung von über 40 % (*signifikant positiver Fortschritt*). Etwa 90 % der Bio-Flächen werden in Österreich über ÖPUL gefördert. Mit einem Anteil an biologisch bewirtschafteten Flächen von über 25 % im Jahr 2020, liegt Österreich deutlich über dem Durchschnitt der EU von 9,1 % [Statistik Austria, 2020; 2021]. Bei einer flächenmäßigen Betrachtung befinden sich Stand 2023 die meisten Bio-Flächen Österreichs in Niederösterreich mit fast 40 %, gefolgt von Oberösterreich (etwa 16 %) sowie der Steiermark und dem Burgenland (jeweils ca. 12 %) [Steiner, 2024].

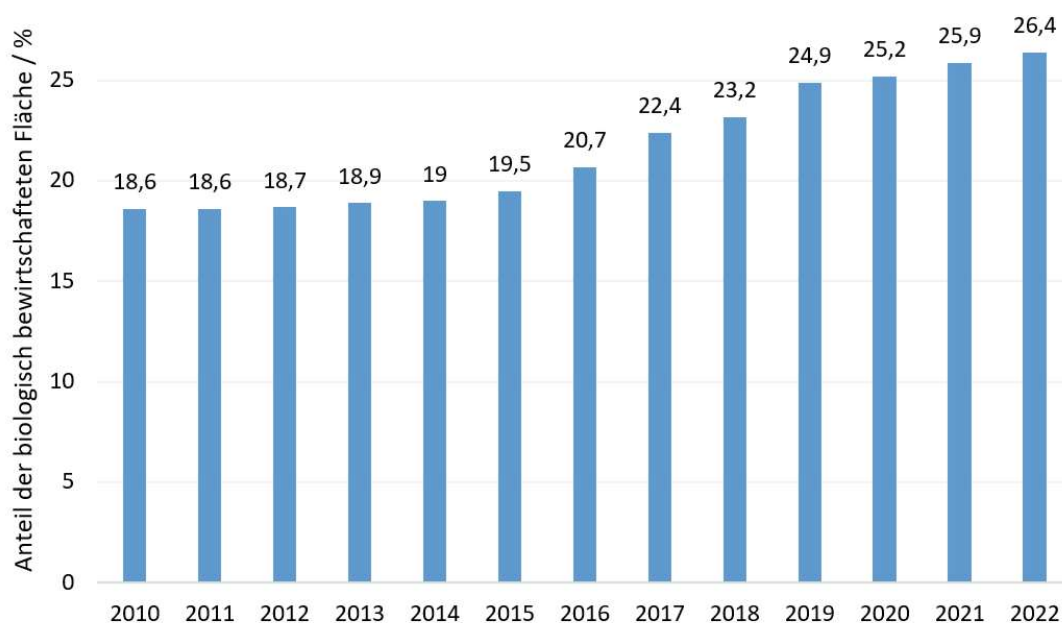


Abbildung 3.1.19: Prozentueller Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten LW-Fläche (ohne Almen) [Statistik Austria, 2024f].

Auswirkungen von Katastrophen (SDG Unterziel 11.5)

„Bis 2030 die Zahl der durch Katastrophen, einschließlich Wasserkatastrophen, bedingten Todesfälle und der davon betroffenen Menschen deutlich reduzieren und die dadurch verursachten direkten wirtschaftlichen Schäden im Verhältnis zum globalen Bruttoinlandsprodukt wesentlich verringern, mit Schwerpunkt auf dem Schutz der Armen und von Menschen in prekären Situationen“

[Statistik Austria, 2024b].

In Tabelle 3.9 sind die Indikatoren sowie die Trendbewertungen des Unterziels 11.5 aufgelistet.

Tabelle 3.9: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 11.5 - Auswirkungen von Katastrophen [Statistik Austria, 2024b].

Indikatoren	Umsetzung
Todesfälle durch Katastrophen	↑ Signifikant positiver Fortschritt
Wirtschaftliche Schäden durch Katastrophen	△ Datenlücke
Schäden an Infrastruktur und Dienstleistungen durch Katastrophen	△ Datenlücke

Der Indikator „**Todesfälle durch Katastrophen**“, dessen Fortschritt bei der Umsetzung als *signifikant positiv* bewertet wird, wird bereits im Abschnitt „Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen (SDG Unterziel 1.5)“ thematisiert.

Bei den beiden Indikatoren „**Wirtschaftliche Schäden durch Katastrophen**“ und „**Schäden an Infrastruktur und Dienstleistungen durch Katastrophen**“ liegen *Datenlücken* vor. Das bedeutet, dass in Österreich für diese Indikatoren von Statistik Austria keinerlei Daten, nicht einmal für Einzeljahre, verfügbar sind, wie es z.B. der Fall ist, wenn die Umsetzung der Indikatoren mit *keine Bewertung möglich* eingestuft wird [Statistik Austria, 2020; 2021]. Laut GeoSphere Austria belaufen sich die wirtschaftlichen Schäden, die durch wetter- und klimabedingte Ereignisse in Österreich entstehen, im Jahr 2020 auf mindestens zwei Milliarden Euro pro Jahr, siehe Abschnitt „3.2.2 Auswirkungen von Katastrophen (Unterziel 11.5)“ [GeoSphere Austria, 2024; Steininger et al., 2020].

Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaereignissen (SDG Unterziel 13.1)

„Die Widerstandskraft und die Anpassungsfähigkeit gegenüber klimabedingten Gefahren und Naturkatastrophen in allen Ländern stärken“

[Statistik Austria, 2024d].

Tabelle 3.10: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 13.1 - Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaereignissen [Statistik Austria, 2024d].

Indikatoren	Umsetzung
Todesfälle durch Katastrophen	↑ Signifikant positiver Fortschritt
Hitze-assoziierte Übersterblichkeit	: Keine Bewertung möglich
ASDR - Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction	✓ Weitgehend erreicht
Bereitgestellte Soldat:innen für Katastrophenhilfeinsätze im Inland	: Keine Bewertung möglich

Die „**Todesfälle durch Katastrophen**“ (*signifikant positiver Fortschritt bei der Umsetzung*) und die „**Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction (ASDR)**“ (*weitgehend erreicht*) werden bereits im Abschnitt „Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen (SDG Unterziel 1.5)“ behandelt.

Die Todesfälle durch „**Hitze-assoziierte Übersterblichkeit**“ werden in Abbildung 3.1.20 dargestellt. Wie zu sehen ist, sind für diesen Indikator nicht genügend Daten vorliegend, weswegen bezüglich dessen Umsetzung *keine Bewertung möglich* ist. Laut der „Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES)“, welche Hitze-Mortalitätsmonitoring betreibt, führen hohe Umgebungstemperaturen, vorallem in Kombination mit einer hohen Luftfeuchtigkeit, zu bedeutenden Gesundheitsrisiken [Statistik Austria, 2021; AGES, 2024a]. Im beobachteten Zeitraum von 2016 bis 2023 wurde die höchste Anzahl an Todesfällen im Jahr 2018 verzeichnet. Ein möglicher Grund dafür ist die erhöhte Anzahl an Hitze- und Sommertagen. In Wien wurden in diesem Jahr beispielsweise 37 Hitzetage (Tageshöchsttemperatur von mindestens 30 Grad Celsius) und 113 Sommertage (Tageshöchsttemperatur von mindestens 25 Grad Celsius) verzeichnet. Zum Vergleich: In Jahren mit weniger hitzebedingten Todesfällen lagen diese Werte deutlich niedriger. Im Jahr 2020 gab es 21 Hitzetage und 76 Sommertage, und im Jahr 2023 waren es 32 Hitzetage und 91 Sommertage [Stadt Wien, 2024d]. Aufgrund des generell niedrigen Niveaus sollten Schwankungen in der hitzebedingten Übersterblichkeit jedoch nicht überbewertet werden.

Für das Jahr 2024 liegen noch keine Daten zu hitzebedingten Todesfällen vor. Der Sommer 2024 war jedoch sehr heiß: Nach dem Sommer 2003 gilt er in Österreich als der zweitwärmste der Messgeschichte. Betrachtet man nur das Tiefland Österreichs, so wird der Sommer 2024 sogar als der wärmste der Messgeschichte eingestuft. Auffallend war im Jahr 2024 die hohe Anzahl an Tropennächten, also Nächten, in denen die Temperatur „nicht unter 20 Grad Celsius“ fällt [GeoSphere Austria, 2024b]. In der Wiener Innenstadt war dies an 53 Tagen der Fall [Zimmermann, Nikolas, 2024].

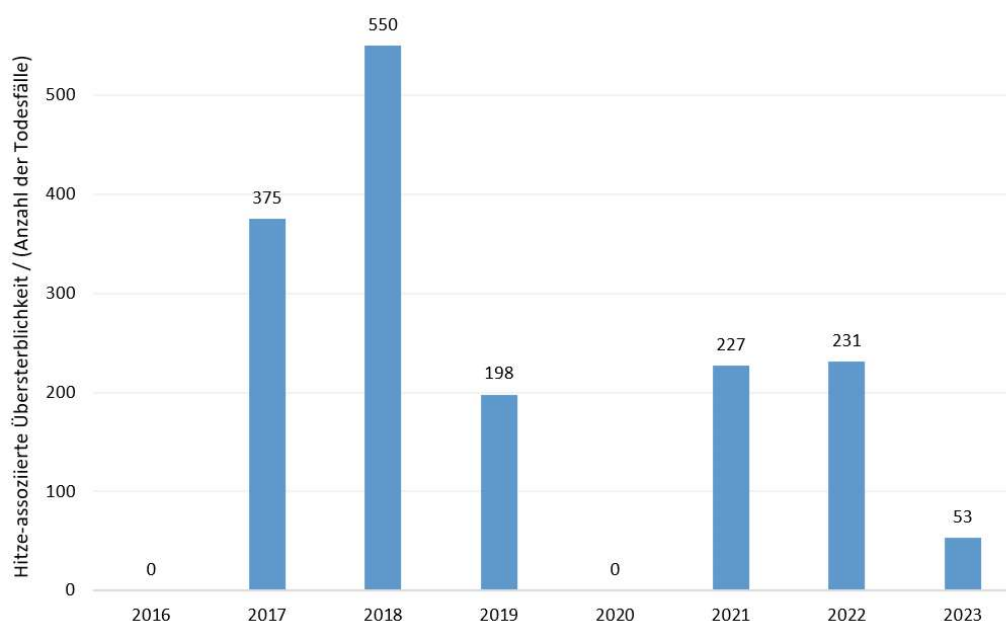


Abbildung 3.1.20: Hitze-assoziierte Übersterblichkeit - Anzahl der Todesfälle [AGES, 2024a].

Im Jahr 2021 betrug die Anzahl an „**bereitgestellten Soldat:innen für Katastrophenhilfeinsätze im Inland**“ 12 500 und liegt somit deutlich unter den Werten der Jahre 2020 (17 100 Soldat:innen) und 2019 (18 400 Soldat:innen), siehe Abbildung 3.1.21 [Statistik Austria, 2020; 2021]. Der Grund dafür ist, dass in der Sicherheitsstrategie Österreichs festgelegt ist, dass das Bundesheer in der Lage sein muss, eine Mindestanzahl von 12 500 Soldat:innen für Katastropheneinsätze bereitzustellen. Dieser Mindestwert hat sich somit als Standard für die Anzahl der bereitgestellten Soldat:innen für Katastrophenhilfeinsätze im Inland etabliert und betrug im Jahr 2022 ebenfalls 12 500 [BMKÖS, 2024]. Da nicht genügend Datenjahre vorliegen, ist für diesen Indikator dennoch *keine Trendbewertung möglich* [Statistik Austria, 2021].

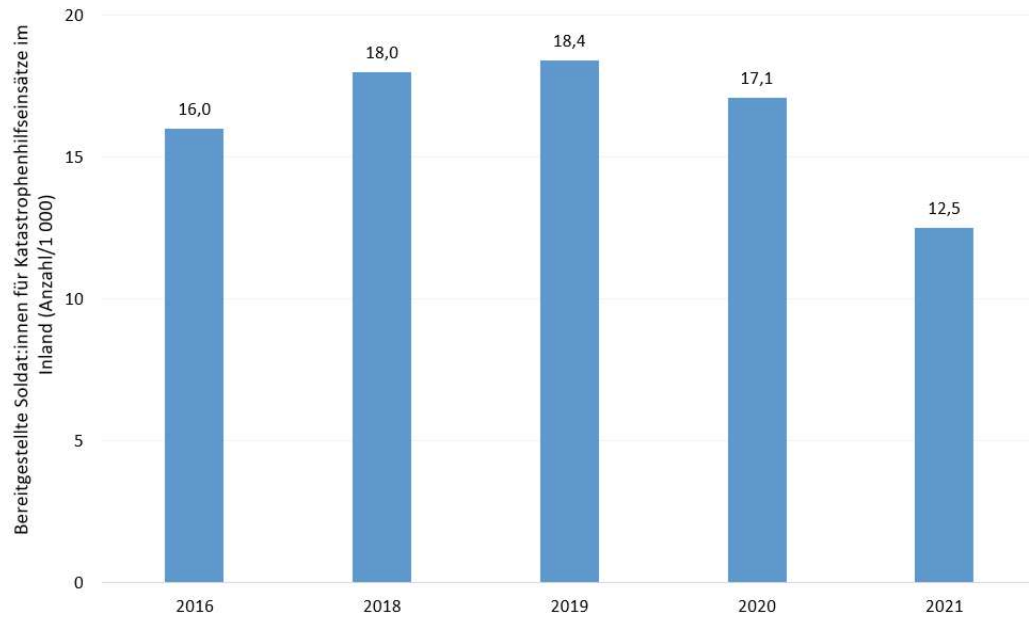


Abbildung 3.1.21: Bereitgestellte Soldat:innen für Katastrophenhilfeeinsätze im Inland [Statistik Austria, 2024d].

3.1.3 Gewässerökologie

Die Gewässerökologie beschäftigt sich mit Gewässern und ihren Funktionen als Lebensräume und Ökosysteme. Dabei werden unter anderem die Interaktionen zwischen den Gewässern und den darin lebenden Pflanzen und Tieren untersucht [BML, 2024s].

Sozio-Hydrologische Aspekte

Je nach Beschaffenheit der Gewässer (z.B. rasch fließende und kalte Gewässer oder langsam fließende und warme Gewässer) siedeln sich unterschiedliche Tier- und Pflanzenarten in den jeweiligen Lebensräumen an. Durch menschliche Einflüsse wie stoffliche Belastungen oder bauliche Eingriffe (z.B. Begradigungen und Verbauungen) verändern diese Lebensräume und können erhebliche Auswirkungen auf die tierische und pflanzliche Besiedlung haben. Diese Veränderungen werden anhand des „ökologischen Zustands“ gemessen [BML, 2024s; Umweltbundesamt, 2024d].

Sowohl die chemische als auch die biologische und die hydromorphologische Betrachtungsweise sind gemäß der EU-WRRL (siehe auch Abschnitt 3.1.1) für die Beurteilung des ökologischen Zustands wichtig. Die Bewertung erfolgt in einem 5-stufigen System (sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend oder schlecht) und richtet sich danach, wie stark der aktuelle Zustand eines Gewässers vom natürlichen, vom Menschen unberührten Zustand (Referenzzustand) abweicht. Während bei einem sehr guten oder guten ökologischen Zustand die Eigenfunktionen des Gewässers noch intakt sind, können bei einer größeren Abweichung vom natürlichen Zustand (mäßiger, unbefriedigender oder schlechter Zustand) wichtige Funktionen verloren gehen [BML, 2024q]. Beispielsweise kann die Selbstreinigungskraft, also die Fähigkeit des Gewässers, organische Verschmutzungen mit Hilfe pflanzlicher und tierischer Organismen abzubauen, erheblich beeinträchtigt werden [UM, 2024]. Bei erheblich veränderten und künstlichen Gewässern wird das gute ökologische Potenzial angestrebt [LfU, 2024].

Nachdem in Österreich im 19. und 20. Jahrhundert zahlreiche Flussregulierungen umgesetzt wurden, änderte sich mit der Einführung der EU-Wasserrahmenrichtlinie im Jahr 2000 der Fokus des Flussbaus [Eberstaller-Fleischanderl and Eberstaller, 2014; BML, 2024d]. Seitdem ist neben den schutzwasserwirtschaftlichen Zielen auch die Erreichung bzw. Erhaltung ei-

nes guten ökologischen Zustands der Fließgewässer von großer Bedeutung [BML, 2024d]. Aspekte wie die Minimierung der stofflichen Belastung durch Phosphor und Stickstoff, die ebenfalls für den ökologischen Zustand relevant sind, wurden bereits seit den 1960er-Jahren stärker in den Vordergrund gerückt [Müller-Rechberger et al., 2022].

Im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP), der alle sechs Jahre erstellt wird, werden Daten zum ökologischen Zustand bzw. Potenzial der österreichischen Fließgewässer veröffentlicht, welches das grundlegende Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist [BML, 2018]. Der erste NGP, der 2009 veröffentlicht wurde, zeigt, dass in diesem Jahr nur 35 % der Fließgewässer einen guten oder sehr guten ökologischen Zustand erreichten [BML, 2010]. Im Jahr 2015 lag dieser Wert bei knapp 38 % [BML, 2017].

Obwohl sich dieser Wert bis 2021 auf etwas über 40 % gesteigert hat (z.B. durch Renaturierungsprojekte), verfehlen derzeit fast 60 % aller Flüsse in Österreich weiterhin das Ziel eines zumindest guten ökologischen Zustands, siehe Abbildung 3.1.22. Hauptursachen dafür sind die Verbauung der Gewässer für Zwecke wie Wasserkraftnutzung, Hochwasserschutz oder Landgewinnung [BML, 2024s].

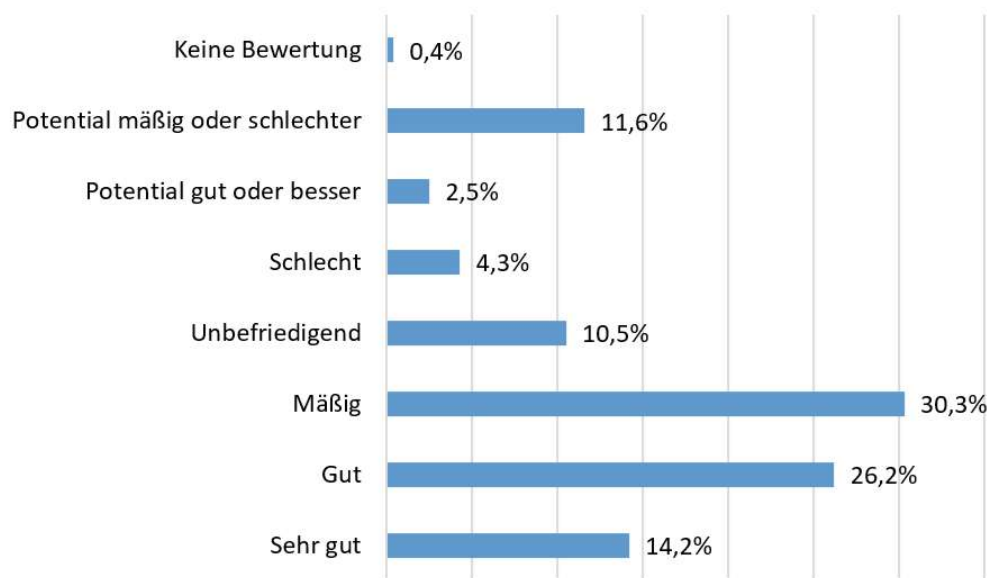


Abbildung 3.1.22: Ökologischer Zustand bzw. Potenzial Österreichs Fließgewässer im Jahr 2021 [Statista, 2024].

Wechselwirkungen zwischen Mensch und Gewässerökologie

Um die sozio-hydrologischen Aspekte der Gewässerökologie zu verdeutlichen, werden im Folgenden drei Beispiele aufgeführt.

Flusskrebsbestand in Österreich

Im Jahr 1860 wurde die sogenannte Krebspest aus Nordamerika nach Europa eingeschleppt. Diese tödliche Pilzerkrankung führte, zusammen mit den erheblichen menschlichen Eingriffen in die Lebensräume und dem intensiven Verzehr, zu einem drastischen Rückgang der Flusskrebsbestände in Europa [Rohrhofer, Markus, 2023; Umweltbundesamt, 2024b]. Für europäische Flusskrebse ist die Krebspest die gefährlichste Infektionskrankheit und kann sogar zur Ausrottung des Edelkrebses führen [Umweltbundesamt, 2023].

Als Folge darauf wurde der aus Nordamerika stammende Signalkrebs in den 1960er-Jahren in großen Mengen nach Europa importiert, um die Anzahl an Speisekrebsen wieder zu erhöhen [Umweltbundesamt, 2023]. Im Jahr 1970 wurden in Österreich insgesamt 2 000 Signalkrebse ausgesetzt [Naturschutzbund Österreich, 2024b]. Der nordamerikanische Signalkrebs wurde ausgewählt, da er gegen die Krebspest immun ist. Trotzdem gilt er als Überträger der Krankheit und ist somit eine große Gefahr für heimische Krebsarten, da diese keine Abwehrmechanismen besitzen und innerhalb von zwei Wochen nach der Infektion sterben [Umweltbundesamt, 2024b]. Somit stellt der Signalkrebs, der aktuell in allen Bundesländern verbreitet ist, eine erhebliche Gefährdung für die Biodiversität Österreichs dar [Umweltbundesamt, 2024i].

Fischtreppe an der Drau

40 Jahre nach der Errichtung des Laufkraftwerks Annabrücke an der Drau (Kärnten) wurde im Jahr 2020 eine Fischwanderhilfe (Abbildung 3.1.23) in Betrieb genommen. Diese Maßnahme wurde ergriffen, da durch die Errichtung des Kraftwerks die Wanderung der Fische eingeschränkt und somit der ökologische Zustand des Gewässers verschlechtert wurde. Die Fischwanderhilfe, die als die höchste Fischtreppe Europas gilt, ermöglicht es den Fischen, eine Höhe von 26 Metern zu überwinden. Dies wird durch eine speziell für die Fischarten der Drau entwickelte Beckenstruktur realisiert, die aus 172 Betonbecken und 21 Ruhepools besteht [MeinBezirk, 2020; VK24, 2020].

Ein umfangreiches fischökologisches Monitoring erfasst, welche Fische die Wanderhilfe nutzen. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass alle in der Drau vorkommenden Fischarten die Fischwanderhilfe bereits erfolgreich passiert haben [VK24, 2020].



Abbildung 3.1.23: Baustelle der Fischwanderhilfe Annabrunn [VERBUND, 2020]

Einführung des Riesen-Bärenklaus

Der Riesen-Bärenklaus (Abbildung 3.1.24) wurde als Zierpflanze im 19. Jahrhundert aus dem Kaukasus nach Europa eingeführt. Neben seiner Funktion als Zierpflanze wurde er aufgrund seiner dichten Bestände auch in der Forstwirtschaft eingesetzt, um Wildtieren zusätzlichen Schutz zu bieten [AGES, 2024b; Land Steiermark, 2024b; Umweltbundesamt, 2024e].

In Österreich wächst die Pflanze unter anderem an Waldrändern, Gewässerufern und Wiesen und kann bis zu fünf Meter hoch werden. Durch die dichten Bestände und die hohe Wuchshöhe verdrängt sie heimische Pflanzen und hat damit einen negativen Einfluss auf die Zusammensetzung der Pflanzenarten, was wiederum die Tierartenvielfalt beeinträchtigt. Für einige Tierarten sind die Inhaltsstoffe der Pflanze giftig. Auch für den Menschen ist der Riesen-Bärenklaus gesundheitsschädlich, da der Saft der Pflanze phototoxische Substanzen enthält. Das bedeutet, dass es bei Berührung in Kombination mit Sonneneinstrahlung zu Hautentzündungen und Verbrennungen kommen kann. An Gewässerrändern kann die Pflanze

zudem die Erosionsgefahr erhöhen [Land Steiermark, 2024b; Umweltbundesamt, 2024e].

Um die Ausbreitung des Riesen-Bärenklaus zu kontrollieren, werden verschiedene Maßnahmen ergriffen wie beispielsweise die Verhinderung seiner (unabsichtlichen) Ausbreitung, Öffentlichkeitsarbeit und das Ausgraben der Pflanzen [Umweltbundesamt, 2024e].



Abbildung 3.1.24: Riesen-Bärenklaus [AGES, 2024b]

Relevante Unterziele der SDGs

Nachfolgend werden vier Unterziele der Nachhaltigkeitsziele, die dem Bereich der *Gewässerökologie* untergeordnet sind, erörtert.

Wasserbezogene Ökosysteme (SDG Unterziel 6.6)

„Bis 2020 wasserverbundene Ökosysteme schützen und wiederherstellen, darunter Berge, Wälder, Feuchtgebiete, Flüsse, Grundwasserleiter und Seen“

[Statistik Austria, 2024g].

Der Indikator und dessen Umsetzungsgrad in Österreich für das Unterziel 6.6, Wasserbezogene Ökosysteme, sind in Tabelle 3.11 dargestellt. Bei diesem Indikator ist zu beachten, dass die Umsetzung bereits bis 2020 erfolgt sein sollte und nicht wie bei den meisten anderen Unterzielen bis 2030.

Tabelle 3.11: Indikator und Umsetzung des Unterziels 6.6 - Wasserbezogene Ökosysteme [Statistik Austria, 2024g].

Indikator	Umsetzung
Umfang der Gewässer	: Keine Bewertung möglich

Österreich gilt als wasserreiches Land und wies im Jahr 2019 einen „**Gewässerumfang**“ von 636 km² auf. Im Zeitraum 2010 - 2019 unterliegen die Werte geringen Schwankungen, wie in Abbildung 3.1.25 zu sehen ist. Für die Folgejahre von 2019 sind bisher keine Daten vorliegend, weswegen für die Umsetzung dieses Indikators *keine Bewertung möglich* ist [Statistik Austria, 2020; 2021].



Abbildung 3.1.25: Umfang der Gewässer [Statistik Austria, 2024g].

Schutz der Ökosysteme (SDG Unterziel 15.1)

„Bis 2020 im Einklang mit den Verpflichtungen aus internationalen Übereinkünften die Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung der Land- und Binnensüßwasser-Ökosysteme und ihrer Dienstleistungen, insbesondere der Wälder, der Feuchtgebiete, der Berge und der Trockengebiete, gewährleisten“

[Statistik Austria, 2024e].

Die Indikatoren und deren Trendbewertungen für Österreich für das Unterziel 15.1 sind in Tabelle 3.12 aufgelistet. Auch diese Indikatoren sollten bereits bis 2020 erreicht worden sein.

Tabelle 3.12: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 15.1 - Schutz der Ökosysteme [Statistik Austria, 2024e].

Indikatoren	Umsetzung
Waldfläche als Anteil an der Landfläche	↗ Moderat positiver Fortschritt
Natura 2000 Landflächen	↗ Moderat positiver Fortschritt

Kontrollierte Eingriffe des Menschen (z.B. Rodungen oder Aufforstungen) führen zu Veränderungen der Ausdehnung und räumlichen Verteilung der Waldfläche, aber auch natürliche Prozesse wie Naturkatastrophen oder das Zuwachsen von Ödland haben einen Einfluss auf den Wald. Gemäß der nationalen Walddefinition muss ein Wald in diesem Fall eine Mindestüberschirmung von 30 % und zumindest eine Fläche von 0,05 Hektar aufweisen. Der „**Anteil der Waldfläche an der gesamten Landfläche**“ stieg in Österreich von 46,8 % im Jahr 2010 auf 47,1 % im Jahr 2021, siehe Abbildung 3.1.26. Somit wird die Umsetzung dieses Indikators mit einem *moderat positiven Fortschritt* bewertet [Statistik Austria, 2020; 2021]. Vor allem in den gebirgigen Regionen Westösterreichs vergrößert sich die Waldfläche, da landwirtschaftlich genutzte Flächen zunehmend aufgegeben werden. Diese Flächen werden entweder aufgeforstet oder es bildet sich von Natur aus Wald. Wie Abbildung 3.1.27 zeigt, liegen die waldreichsten Regionen Österreichs jedoch im Süden: Die Steiermark ist mit 62 % das waldreichste Bundesland, gefolgt von Kärnten (61 %) und Salzburg (52 %). Wien weist hingegen mit 22 % den deutlich geringsten Waldanteil auf [BML, 2024r].

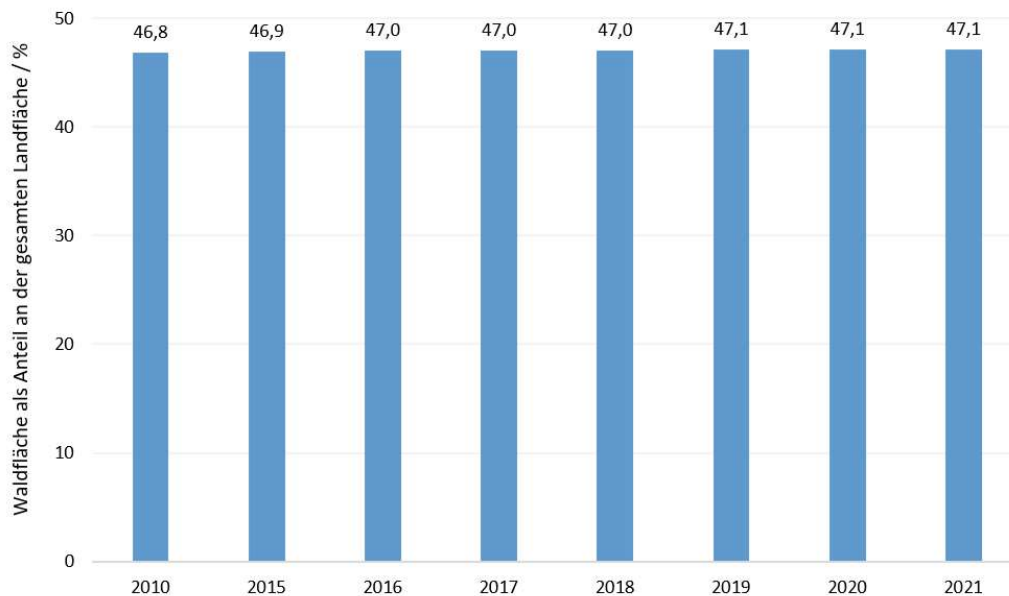


Abbildung 3.1.26: Waldfläche als Anteil an der gesamten Landfläche [Statistik Austria, 2024e].

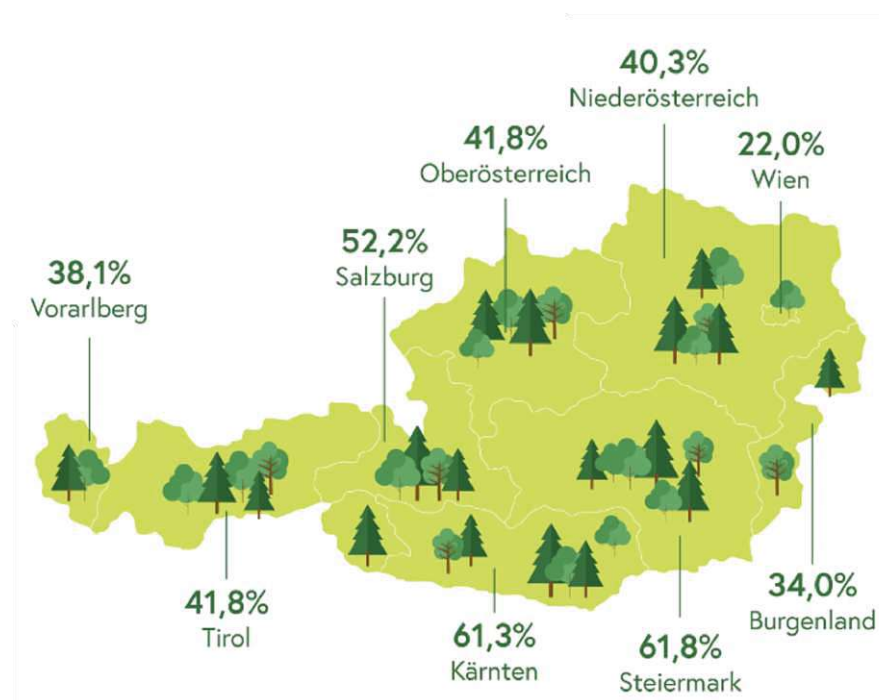


Abbildung 3.1.27: Waldfläche als Anteil der gesamten Landfläche pro Bundesland [BML, 2024r].

Wie in Abbildung 3.1.28 dargestellt, verzeichnet der „**Anteil der Natura 2000 Landflächen**“ einen leichten Anstieg von 15 % im Jahr 2010 auf 15,6 % im Jahr 2021. Diese Entwicklung wird mit einem *moderat positiven Fortschritt* bewertet [Statistik Austria, 2020; 2021]. Die Natura 2000 Landflächen sollen in ganz Europa dazu beitragen, natürliche Lebensräume dauerhaft zu sichern. Die rechtlichen Grundlagen für den Schutz von Biotop-

pen und Arten innerhalb der EU werden durch die Vogelschutzrichtlinie sowie die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie) festgelegt. In Österreich umfasst das Natura 2000-Netzwerk 350 Gebiete (Stand Jänner 2023), darunter z.B. Naturschutzgebiete und Nationalparks [Umweltbundesamt, 2024g].

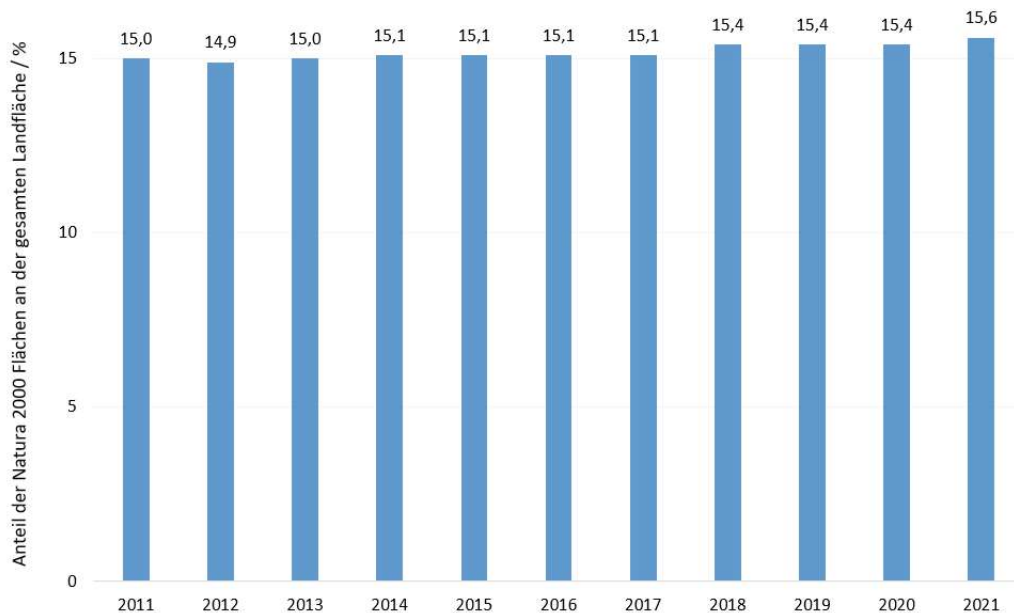


Abbildung 3.1.28: Natura 2000 Landflächen als Anteil an der gesamten Landfläche [Statistik Austria, 2024e].

Invasive gebietsfremde Arten (SDG Unterziel 15.8)

„Bis 2020 Maßnahmen einführen, um das Einbringen invasiver gebietsfremder Arten zu verhindern, ihre Auswirkungen auf die Land- und Wasserökosysteme deutlich zu reduzieren und die prioritären Arten zu kontrollieren oder zu beseitigen“

[Statistik Austria, 2024e].

In Tabelle 3.13 ist der Indikator und dessen Trendbewertung für das Unterziel 15.8, invasive gebietsfremde Arten, aufgeführt. Im Unterschied zu vielen anderen Unterzielen soll dieses bereits bis 2020 erreicht worden sein.

Tabelle 3.13: Indikator und Umsetzung des Unterziels 15.8 - Invasive gebietsfremde Arten [Statistik Austria, 2024e].

Indikator	Umsetzung
Gesetzlicher Rahmen zur Verhütung oder Bekämpfung invasiver gebietsfremder Arten	✓ Weitgehend erreicht

Mit 1. Jänner 2015 trat die Verordnung Nr. 1143/2014 der EU über „**invasive und gebietsfremde Arten**“ (Neobiota) in Kraft. Unter „invasiven gebietsfremden Arten“ werden Pflanzen, Pilze, Tiere, Bakterien und Einzeller verstanden, die durch den Menschen in für sie unerreichbare Regionen gelangen und durch ihre Ausbreitung Ökosysteme nachteilig beeinflussen oder gefährden. Für Arten, die ihr Verbreitungsgebiet z.B. aufgrund des Klimawandels und somit ohne menschliches Einwirken ändern, ist die Verordnung nicht geltend [BMK, 2024g; Statistik Austria, 2021].

Die EU-Verordnung enthält „Bestimmungen für die Prävention, Minimierung und Abschwächung der nachteiligen Auswirkungen [...] invasiver gebietsfremder Arten auf die Biodiversität“ und ist in Österreich direkt anzuwenden, wodurch das Unterziel 15.8 als *weitgehend erreicht* eingestuft wird [BMK, 2024g].

Ein Beispiel für eine invasive, gebietsfremde Art ist der Japanische Staudenknöterich (siehe Abbildung 3.1.29). Die in allen Bundesländern vorkommende Staude wurde ursprünglich im 19. Jahrhundert als Zierpflanze nach Mitteleuropa eingeführt. Die Pflanze bildet bis zu drei Meter hohe Triebe, die täglich bis zu 30 cm wachsen können. Dadurch kann sie kaum von anderen Pflanzen überwachsen werden [Naturschutzbund Österreich, 2024a].



Abbildung 3.1.29: Japanischer Staudenknöterich [Naturschutzbund Österreich, 2024a].

Nationale und lokale Planung (SDG Unterziel 15.9)

„Bis 2020 Ökosystem- und Biodiversitätswerte in die nationalen und lokalen Planungen, Entwicklungsprozesse, Armutsbekämpfungsstrategien und Gesamtrechnungssysteme einbeziehen“
[Statistik Austria, 2024e].

Der bis 2020 zu erreichende Indikator des Unterziels 15.9, nationale und lokale Planung, wird in Tabelle 3.14 dargestellt. Wie zu sehen ist, besteht laut dem offiziellen Indikatorenbericht der Statistik Austria eine *Datenlücke* für diesen Indikator, da keinerlei Daten, auch nicht für Einzeljahre, für Österreich verfügbar sind [Statistik Austria, 2021]. Trotz dieser Datenlücke gibt es laut dem Bundesministerium jedoch bereits einige Maßnahmen in diesem Bereich.

Ein bedeutender Schritt war die Verabschiedung der Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+ im Jahr 2014. Diese Strategie hatte das Ziel, bis 2020 „Maßnahmen, die die Biodiversität gefährden, zu reduzieren und beeinträchtigte Ökosysteme wiederherzustellen“, da die biologische Vielfalt in den letzten Jahrzehnten durch menschliche Eingriffe zunehmend gefährdet wurde [Stejskal-Tiefenbach et al., 2018].

Um diese Maßnahmen fortzuführen und zu verstärken, wurde im Dezember 2022 die Biodiversitäts-Strategie Österreich 2030+ eingeführt. Diese Strategie umfasst ein „Zehn-Punkte-Programm“ mit qualitativen und quantitativen Zielen, die den Erhalt der biologischen Vielfalt in allen Lebensräumen Österreichs sichern sollen [BMK, 2024b].

Tabelle 3.14: Indikator und Umsetzung des Unterziels 15.9 - Nationale und lokale Planung [Statistik Austria, 2024e]

Indikator	Umsetzung
Einrichtung nationaler Strategien und Aktionspläne zugunsten der biologischen Vielfalt	△ Datenlücke

3.1.4 Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

In Österreich versorgen ca. 5 500 Wasserversorgungsunternehmen 93 % der Bevölkerung mit Trinkwasser. Etwa 670 000 Österreicher:innen nutzen für die Wasserversorgung eigene Hausbrunnen oder Quellen [BML, 2018; Statistik Austria, 2021].

Um die Gewässer vor dem Eintrag unerwünschter Stoffe zu schützen, ist eine entsprechende Sammlung und Entsorgung des anfallenden Abwassers unumgänglich. In Österreich zeichnet sich die Abwasserreinigung, auch im internationalen Vergleich, durch eine hohe Reinigungsleistung und einen hohen Anschlussgrad aus. Stand 2020 sind in Österreich 99,1 % der Bevölkerung an kommunale Kläranlagen mit mindestens einer sekundären Behandlungsstufe angeschlossen [BML, 2018; Statistik Austria, 2020].

Sozio-Hydrologische Aspekte

Um sozio-hydrologische Aspekte der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung näher zu beleuchten, werden Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser auf nationaler Ebene, wie beispielsweise entsprechende gesetzliche Regelungen, beschrieben. Zudem werden konkrete Beispiele auf lokaler Ebene angeführt, die zeigen, wie Menschen auf Probleme in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung reagiert haben und welche Folgen dies hatte.

Betrachtung des Mensch-Wassersystems auf nationaler Ebene

Die Einleitung von Abwasser aus industriellen und kommunalen Kläranlagen sowie von belastetem Niederschlagswasser hat einen erheblichen Einfluss auf den Gewässerzustand. Daher ist eine entsprechende Abwasserreinigung und -entsorgung für den Schutz der Gewässer unumgänglich. Die Einleitung von Abwasser ist im **Wasserrechtsgesetz** (siehe auch Abschnitt 3.1.1) geregelt und erfordert eine Bewilligung der Behörde [Umweltbundesamt, 2024a].

Gemäß der **Kommunalen Abwasserrichtlinie** der EU (91/271/EWG) wird in Österreich alle zwei Jahre ein Bericht verfasst, der die nationale Entwicklung bei der Behandlung und Entsorgung von Abwasser zusammenfasst [Umweltbundesamt, 2024a].

Dieser Bericht zeigt, dass im Jahr 2020 in Kläranlagen die CSB-Fracht (Chemischer Sauerstoffbedarf) um 95 % reduziert werden konnte. Zudem wurde im Abwasser kommunaler

Kläranlagen mit einer Kapazität von mehr als 50 Einwohnerwerten (EW) die Stickstoff-Fracht um 81 % und die Phosphor-Fracht um 91 % reduziert. Somit werden die Vorgaben der kommunalen Abwasserrichtlinie bezüglich der erforderlichen Entfernungsrates der Nährstoffe (mindestens 75 % für Phosphor und Stickstoff) eingehalten. Gängige Eintragspfade von Nährstoffen sind beispielsweise der Einsatz von Düngemitteln in der Landwirtschaft sowie von Reinigungsmitteln in Industrie und Haushalten [Müller-Rechberger et al., 2022]. Phosphor und Stickstoff stehen seit den 1960er-Jahren im Fokus, da ein übermäßiger Nährstoffeintrag damals zur Eutrophierung vieler Seen in Österreich führte. Diese Probleme wurden durch die Sammlung und Behandlung von Abwasser deutlich verbessert [Müller-Rechberger et al., 2022].

Durch anthropogene Aktivitäten wie die Verwendung von Körperpflegeprodukten, Arzneimitteln, Industriechemikalien, Pestiziden und Bioziden gelangen sogenannte Spurenstoffe ins Abwasser und schließlich in die Gewässer. Auch, wenn deren Konzentration normalerweise im Bereich von ng/L bis µg/L liegen, können sie einen negativen Effekt auf die Gesundheit des Menschen und die Umwelt haben. Daher wird momentan auf EU-Ebene die Einführung einer vierten Reinigungsstufe (z.B. Ozonierung oder Aktivkohleabsorption) für kommunale Kläranlagen diskutiert. Derzeit wird in Österreich ein allgemeines Nachrüsten kommunaler Kläranlagen mit einer zusätzlichen Reinigungsstufe als nicht notwendig erachtet [Müller-Rechberger et al., 2022].

Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser auf lokaler Ebene

Im Folgenden werden drei Beispiele erläutert, die die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser in Bezug auf die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung verdeutlichen.

Geschichtliche Hintergründe der Wasserversorgung Wiens

Das antike Vindobona besaß bereits eine Wasserleitung, die vom 1. bis zum 3. Jahrhundert sowohl die zivile Siedlung als auch das Legionslager mit Wasser aus dem Liesingtal (Obersteiermark) versorgte [Stadt Wien, 2023a]. Die Tagesleistung betrug damals ca. 5 000 m³ [Stadt Wien, 2020].

Im Mittelalter versorgte sich die Bevölkerung bis ins 16. Jahrhundert über Hausbrunnen mit Trinkwasser. Dies bedeutete für die Wasserversorgung, wie in den meisten technischen

Bereichen zu jener Zeit, einen Rückschritt. Ab dem Jahr 1565 war die erste städtische Wasserleitung in Betrieb. Der Bau der sogenannten „Hernalser Wasserleitung“ folgte auf einen Großbrand im Jahr 1525, bei dem nicht genügend Wassermengen vorhanden waren, um diesen effektiv bekämpfen zu können [Stadt Wien, 2020].

Die Einwohner:innen Wiens hatten Anfang des 19. Jahrhunderts lediglich Zugang zu etwa vier bis fünf Litern Wasser pro Tag (vorwiegend über Hausbrunnen). Um die Wasserversorgung zu verbessern, initiierte die Stadtverwaltung den Bau der „Albertinischen Wasserleitung“ im Jahr 1804 und der „Kaiser Ferdinands Wasserleitung“ im Jahr 1841 [Stadt Wien, 2020].

Die Versorgung mit kontaminiertem Trinkwasser führte in der Mitte des 19. Jahrhunderts in Wien zu Ausbrüchen von Typhus und Cholera. Angesichts dieser Herausforderung entschied sich der Wiener Gemeinderat schließlich im Jahr 1864 für den Bau der I. Wiener Hochquellenleitung, die bis 1922 als „Kaiser-Franz-Joseph-Hochquellenleitung bezeichnet wurde“. Heute beträgt die Gesamtlänge der I. Hochquellenleitung 150 Kilometer. Aus Quellen im Rax-Schneeberg-Gebiet (Niederösterreich und Steiermark) werden täglich etwa 220 000 m³ Wasser nach Wien befördert. Um die Reinheit des Quellwassers sicherzustellen, wurde 1965 das Rax-Schneeberg-Gebiet unter wasserrechtlichen Schutz gestellt [Stadt Wien, 2020; 2024b].

Aufgrund des rasanten Anstiegs der Bevölkerungsanzahl Ende des 19. Jahrhunderts wurde im Jahr 1900 der Bau der II. Wiener Hochquellenleitung (Abbildung 3.1.30) beschlossen, welche schließlich 1910 in Betrieb genommen wurde. Heute liefert die II. Hochquellenleitung über eine Distanz von 180 Kilometern täglich 217 000 m³ Wasser aus dem steirischen Salzatal (Hochschwabgebiet) nach Wien [Stadt Wien, 2020].



Abbildung 3.1.30: Baustelle der II. Hochquellenleitung beim Aquädukt über das Brentenmais in Niederösterreich (vor 1910) [Stadt Wien, 2024f].

Unsachgemäße Abwasserentsorgung in Wien - Liesing

Bei einer Wohnhausanlage im 23. Wiener Gemeindebezirk wurde 2023 im Zuge einer Kanalverstopfung festgestellt, dass der Abwasserkanal des Gebäudes fälschlicherweise an den Regenwasserkanal angeschlossen war. Das bedeutete, dass seit der Errichtung im Jahr 2019 das Abwasser der Wohnanlage direkt in den Liesingbach geleitet wurde [MeinBezirk, 2023; Vienna Online, 2023].

Obwohl keine unmittelbaren negativen Auswirkungen auf den Zustand des Liesingbachs berichtet wurden, war die Besorgnis bei den örtlichen Behörden und Anwohner:innen dennoch groß. Besonders in Hinblick darauf, dass das Renaturierungsprojekt „Integrativer Hochwasserschutz Liesingbach“ gefährdet sein könnte [Vienna Online, 2023].

Sobald der Fehler bekannt wurde, begann man umgehend damit, das Abwasser der Wohnanlage abzupumpen, um den weiteren Eintrag in den Liesingbach zu stoppen. Zudem wurde der Umbau des Abwasserkanals von einer Baufirma innerhalb weniger Werkstage durchgeführt, um die fachgerechte Entsorgung des Abwassers zu gewährleisten [MeinBezirk, 2023; Vienna Online, 2023].

Verschmutztes Trinkwasser in Teilen der Steiermark

In der Steiermark kam es Mitte und Ende Mai sowie Anfang Juni 2024 zu mehreren Starkregenereignissen, die überwiegend lokal begrenzt auftraten. Aufgrund der enormen Regenmengen traten in einigen Bezirken der Steiermark (z.B. Graz-Umgebung und Hartberg-Fürstenfeld) Probleme mit der Trinkwasserversorgung auf, da Keime und Bakterien infolge der Überschwemmungen in die Wasserquellen gelangten [Land Steiermark, 2024a; ORF, 2024e].

Besonders problematisch war die Situation bei kleineren Brunnen und Quellen, da dort die Gefahr einer Verunreinigung durch Extremwetterereignisse deutlich höher ist. Auch für Orte, deren Wasserversorgung ausschließlich von einer einzigen Quelle abhängt, stellte dies eine erhebliche Herausforderung dar. In der Landeshauptstadt Graz war die Lage hingegen weniger kritisch, da die Wasserversorgung der Stadt auf mehreren unterschiedlichen Quellen basiert. Dies bedeutet, dass im Falle einer Verunreinigung einer Quelle verstärkt auf andere saubere Quellen zurückgegriffen werden kann [MeinBezirk, 2024c].

Insgesamt waren in der Steiermark mehrere Hundert Haushalte von Trinkwasserverunreinigungen betroffen. Diese Bewohner:innen wurden daher aufgefordert, sparsam mit dem Wasser umzugehen und es vor dem Konsum entweder abzukochen oder zu filtern. Diese Maßnahmen galten bis die Wasserproben wieder entsprechende Werte aufwiesen und das Wasser wieder bedenkenlos konsumiert werden konnte [ORF, 2024e].

Relevante Unterziele der SDGs

Im Folgenden werden drei Unterziele der Nachhaltigkeitsziele im Bereich der *Wasserversorgung und Abwasserentsorgung* erörtert.

Zugang zu Trinkwasser (SDG Unterziel 6.1)

Das Unterziel 6.1, Zugang zu Trinkwasser, wird bereits im Abschnitt 3.1.1 erläutert.

Wasserqualität (SDG Unterziel 6.3)

Im Abschnitt 3.1.1 wird ebenso das Unterziel 6.3, Wasserqualität, thematisiert.

Effizienz der Wassernutzung (SDG Unterziel 6.4)

„Bis 2030 die Effizienz der Wassernutzung in allen Sektoren wesentlich steigern und eine nachhaltige Entnahme und Bereitstellung von Süßwasser gewährleisten, um der Wasserknappheit zu begegnen und die Zahl der unter Wasserknappheit leidenden Menschen erheblich zu verringern“
[Statistik Austria, 2024g].

Die Indikatoren und Trendbewertungen des Unterziels 6.4, Effizienz in der Wassernutzung, sind in Tabelle 3.15 aufgeführt.

Tabelle 3.15: Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 6.4 - Effizienz der Wassernutzung [Statistik Austria, 2021].

Indikatoren	Umsetzung
Wassernutzung	: Keine Bewertung möglich
Wasserstress	: Keine Bewertung möglich

In Österreich werden durchschnittlich ca. 3 % der verfügbaren Wasserressourcen für die „**Wassernutzung**“ verwendet. Dies inkludiert die kommunale Versorgung, Industrie und Gewerbe sowie die Landwirtschaft. In besonders trockenen Jahren kann der Wert der Wassernutzung bei der Betrachtung auf regionaler Ebene jedoch auch über 3 % liegen [Statistik Austria, 2020; 2021].

Auf EU-Ebene ist der regionalisierte Wassernutzungsindex (Water Exploitation Index Plus, WEI+) verfügbar, der den „Gesamtwasserverbrauch als Prozentsatz der erneuerbaren Süßwasserressourcen, die für ein bestimmtes Gebiet und einen bestimmten Zeitraum zur Verfügung stehen“, misst. Dieser quantifiziert, „wie viel Wasser monatlich oder saisonal entnommen wird und wie viel Wasser vor oder nach der Nutzung über Flusseinzugsgebiete in die Umwelt zurückgeführt wird (z. B. Leckagen, Einleitungen durch Wirtschaftszweige)“. Als Wasserverbrauch wird schließlich der Unterschied zwischen Wasserentnahme und Wasserrückführung bezeichnet [Eurostat, 2024b]. Zwischen den Jahren 2010 und 2017 lag dieser Wert in Österreich laut EEA zwischen 1 % und 2 % [EEA, 2024a].

Je nach Höhe des Wassernutzungsindex wird zwischen einem geringen ($< 10\%$), gering-mittleren ($10 - 20\%$), mittleren-hohen ($20 - 40\%$), hohen ($40 - 80\%$) und extrem hohen ($> 80\%$) „**Wasserstress**“ unterschieden. Das bedeutet, dass für Österreich ein geringer Wasserstress vorliegt [World Resources Institute, 2024]. Ab einem Wassernutzungsindexwert von 20% gilt ein Land als wasserarm (mittleren-hohen Wasserstress). Dies trifft, Stand 2019, auf über zwei Milliarden Menschen weltweit zu [Eurostat, 2024b; Deutsche UNESCO-Kommission, 2024]. Schätzungen zufolge werden aufgrund des Klimawandels und des Bevölkerungswachstums bis 2025 mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in wasserarmen Gebieten leben [Deutsche UNESCO-Kommission, 2024; UNICEF, 2024].

Aufgrund der unzureichenden Datenlage ist für die beiden Indikatoren „Wassernutzung“ und „Wasserstress“ *keine Bewertung möglich*.

3.1.5 Wasser und Landwirtschaft

Aufgrund der klimatischen Bedingungen und der vergleichsweise fruchtbaren Böden wird in Österreich nur in wenigen Regionen oder für spezielle Pflanzenkulturen künstlich bewässert [BML, 2018]. Lediglich 1,7 % (Durchschnitt der Jahre 2013 und 2016) der landwirtschaftlichen Flächen Österreichs werden bewässert, wobei dieser Wert aufgrund der jährlich unterschiedlichen Wetterbedingungen stark schwankt. Etwa 69 Millionen m³ Wasser werden für diese Flächen, die sich vorrangig im niederschlagsarmen Osten des Landes befinden, genutzt. Dies entspricht ca. 2,3 % des gesamten Wasserbedarfs Österreichs [Lindinger et al., 2021].

Schätzungen zufolge wird die Anzahl der landwirtschaftlichen Flächen bis 2050 um 11 % sinken, während die Gesamterträge annähernd gleich bleiben sollen [Sinabell et al., 2018]. Der Bewässerungsbedarf für die Landwirtschaft, der vor allem in den Monaten zwischen März und September besteht, könnte bis 2050 um 80 % steigen, bedingt durch die in Zukunft häufiger und länger erwarteten Trockenperioden [Lindinger et al., 2021].

Neben der Bewässerung ist die Viehwirtschaft der zweite Bereich in der Landwirtschaft, der Wasser benötigt. Etwa 1,8 % des jährlichen Wasserbedarfs werden dafür genutzt [Lindinger et al., 2021].

Abbildung 3.1.31 zeigt den prozentuellen Wasserbrauch der wichtigsten Sektoren in Österreich. Zu den „ausgewählten Dienstleistungen“ zählen beispielsweise die Bewässerung von Golfplätzen und die künstliche Beschneigung. Wie der Grafik zu entnehmen ist, werden in Österreich 4 % des Wasserbedarfs in der Landwirtschaft verbraucht [BML, 2024a]. Weltweit entfallen etwa 70 % des gesamten globalen Wasserbedarfs auf die Landwirtschaft [World Bank Group, 2024].

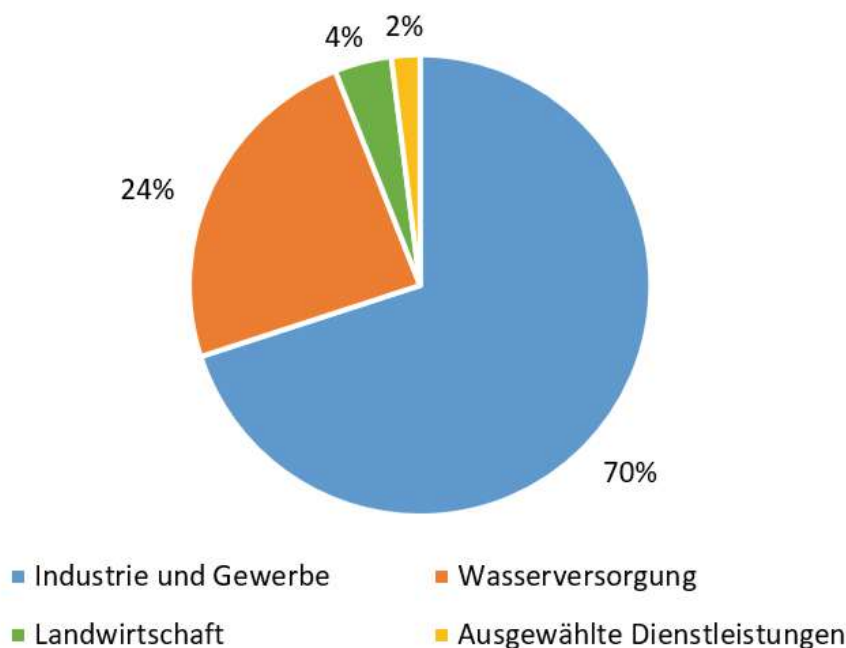


Abbildung 3.1.31: Wasserverbrauch in Österreich nach Sektoren [BML, 2024o].

Sozio-Hydrologische Aspekte

Neben der Bewässerung steigern Menschen seit Jahrtausenden die landwirtschaftliche Effizienz, indem sie Flächen wie Sümpfe, überschwemmte Gebiete und staunasse Böden entwässern [Halbac-Cotoara-Zamfir, 2015].

Bereits um 4 000 v. Chr. wurden in den frühesten Zivilisationen, etwa im Iran und in Mesopotamien, landwirtschaftliche Flächen entwässert [Valipour et al., 2020]. Um 2 000 v. Chr. kamen in Babylonien Tonrohre, die Vorläufer heutiger Drainagerohre, zum Einsatz. Nachdem im Mittelalter die Dränung in den Hintergrund rückte, wurden in Europa ab 1650 Dränungen aus Kies, Holz und vereinzelt auch aus Dachfirstziegeln eingesetzt. Ab dem 18. Jahrhundert wurden zunehmend verrohrte Dränanlagen anstelle offener Entwässerungssysteme eingesetzt. Im 19. Jahrhundert begann die maschinelle Herstellung von Dränrohren aus Ton und seit den 1950er Jahren werden außerdem Maschinen zur Verlegung von Dränrohren eingesetzt. Darüber hinaus haben Kunststoffrohre zunehmend die Rohre aus Ton, aufgrund ihrer besseren Handhabbarkeit, ersetzt [Fränkische, 2024].

Neben der Entwässerung haben sich in den letzten Jahrzehnten auch Maßnahmen zum Wasserrückhalt (Wasserretention) etabliert [Umweltbundesamt, 2024h].

Beispiele für Wasserrückhaltemaßnahmen sind begrünte Filterstreifen (vegetated filter strips). Diese werden in Österreich im Rahmen von ÖPUL gefördert, wenn sie parallel zu Fließgewässern verlaufen, mindestens 50 Meter breit sind und maximal einmal im Jahr gemäht werden [Hösl et al., 2012]. Ein weiteres Beispiel für Retentionsmaßnahmen sind begrünte Abflusswege, wie sie in Abschnitt 3.2.1 beschrieben werden [Fiener and Auerswald, 2003; TU Wien, 2023].

Diese Wasserrückhaltemaßnahmen bringen eine Reihe von Vorteilen mit sich [Stolte, 2024]:

- Sie dämpfen die Abflussspitzen bei Starkregenereignissen, da das Wasser durch den Rückhalt in der Landschaft langsamer abfließt.
- Sie können Dürreperioden abmildern, da das gespeicherte Wasser in Trockenphasen verfügbar bleibt.
- Sie tragen zur Grundwasserneubildung bei, da das Regenwasser langsamer versickert und somit weniger Oberflächenabfluss entsteht [Stolte, 2024].
- Sie verringern den Eintrag von Sedimenten, Nähr- und Schadstoffen, was sich positiv auf die Wasserqualität auswirkt [Hösl et al., 2012].

Relevante Unterziele der SDGs

Für den Bereich *Wasser und Landwirtschaft* ist lediglich das Unterziel *Nachhaltige Produktion* relevant.

Nachhaltige Produktion (SDG Unterziel 2.4)

Im Abschnitt 3.1.2 wird das Unterziel 2.4, Nachhaltige Produktion, bereits thematisiert.

3.1.6 Wasserkraft

Insgesamt leisten heute in Österreich mehr als 5 000 Wasserkraftwerke einen bedeutenden Beitrag zur Stromerzeugung und somit auch zur Unabhängigkeit der österreichischen Energieversorgung [BMK, 2024d; BML, 2018]. Im Jahr 2020 lag der Gesamtstromverbrauch in Österreich bei ca. 71 TWh, die inländische Bruttostromerzeugung bei ca. 69 TWh. Etwa 61 % der Bruttostromerzeugung konnte im Jahr 2020 mit Wasserkraft gedeckt werden. Im selben Jahr deckten die erneuerbaren Energien insgesamt rund 80 % der Bruttostromerzeugung in Österreich [BMK, 2022a].

Über 40 % des österreichischen Strombedarfs wird von der Verbund AG gedeckt, wodurch sie der größte Stromerzeuger Österreichs sind. Laut eigenen Angaben erzeugt die Verbund AG fast 100 % ihres Stroms aus Wasserkraft [Sozialministerium, 2023].

Bei der Primärenergieerzeugung Österreichs ist der Anteil der Wasserkraft im Vergleich zur Stromerzeugung deutlich geringer. Im Jahr 2021 wurden 26,5 % der Primärenergieerzeugung mit Hilfe der Wasserkraft gewonnen (siehe Abbildung 3.1.32). Im Vergleich dazu lag der Anteil der Wasserkraft an der gesamten EU-Primärenergieerzeugung im Jahr 2020 bei 5,2 % [BMK, 2022a].

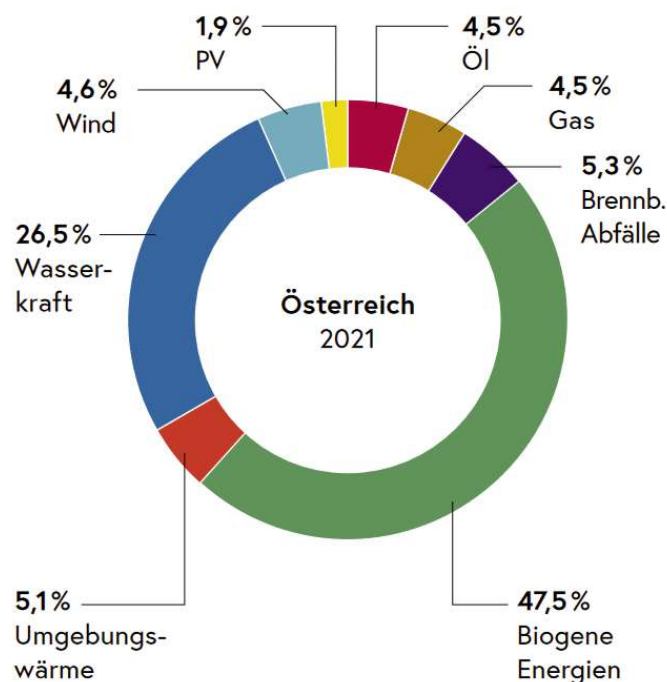


Abbildung 3.1.32: Primärenergieerzeugung in Österreich [BMK, 2022a].

Der Anteil der Wasserkraft am Bruttoinlandsverbrauch beträgt in Österreich ca. 10 %, bei Betrachtung der EU-27 liegt dieser Wert bei 2,2 % [BMK, 2022a].

Sozio-Hydrologische Aspekte

Im Folgenden werden die sozio-hydrologischen Aspekte der Wasserkraftnutzung erläutert, indem sowohl die historischen Hintergründe als auch die Umweltfolgen der Wasserkraftnutzung in Österreich beleuchtet werden.

Geschichtliche Hintergründe der Wasserkraftnutzung

Bereits seit Jahrtausenden nutzen die Menschen Wasser, um Arbeiten zu verrichten. Schon vor mehr als 2000 Jahren wurde in Griechenland mit Hilfe von Wasserrädern Weizen zu Mehl gemahlen und auch in Ägypten wurden im dritten Jahrhundert v. Chr. archimedische Wasserschrauben zur Bewässerung eingesetzt [U.S. Department of Energy, 2024].

Mitte des 17. Jahrhunderts begann die Entwicklung der modernen Wasserkraftturbine, zu der Bernard Forest de Bélidor maßgeblich beitrug. Im Jahr 1880 wurde in Grand Rapids (Michigan, USA) ein Dynamo, der von einer Wasserturbine angetrieben wurde, zur Beleuchtung eines Geschäftshauses und eines Theaters eingesetzt [U.S. Department of Energy, 2024].

Wenige Jahre später führte die Wasserkraft in Österreich zu ähnlichen Erfolgen. Im Jahr 1884 organisierte Josef Werndl die „Electrische-Landes-Industrie-Forst und culturhistorische Ausstellung“ in Steyr (Oberösterreich), bei der ein zur Stromgewinnung errichtetes Wasserkraftwerk zur Beleuchtung von Straßen und Plätzen genutzt wurde [Kern, 2022].

Im Jahr 1947 wurde die Verbund AG gegründet, mit der Aufgabe des Gesetzgebers, das damals knappe Stromversorgungssystem in Österreich wiederaufzubauen und zu erweitern. Mit Unterstützung des Marshall-Plans wurden in den ersten Jahren wichtige Projekte, wie die Wasserkraftwerke Ybbs-Persenbeug und Kaprun realisiert [VERBUND, 2024f].

In den 1960er-Jahren wurden mehrere bedeutende Kraftwerke in Betrieb genommen, darunter die Donaukraftwerke Aschach (Oberösterreich) und Wallsee-Mitterkirchen (Ober- und Niederösterreich), siehe Abbildung 3.1.33, sowie das Speicherkraftwerk Mayrhofen in Tirol (Abbildung 3.1.34), das später zur leistungstärksten Speicherkraftwerksgruppe Österreichs gehört [VERBUND, 2024f].



Abbildung 3.1.33: Donaukraftwerke in Aschach (links) und Wallsee-Mitterkirchen (rechts) [VERBUND, 2024c;d].



Abbildung 3.1.34: Speicherwerk Mayrhofen [Mauruszat, 2011].

Nach der Volksabstimmung von 1978, bei der die Bevölkerung gegen die Inbetriebnahme des Atomkraftwerks Zwentendorf stimmte, verankerte die Regierung den Atomausstieg in der Verfassung. Die Politik setzte verstärkt auf den Ausbau der Wasserkraft, was in den 1970er-Jahren zum Bau mehrerer großer Kraftwerke an der Donau führte, darunter das größte in Altenwörth in Niederösterreich, siehe Abbildung 3.1.35). Außerdem wurde das Speicherkraftwerk Malta mit der höchsten Talsperre Österreichs in Kärnten errichtet, siehe Abbildung 3.1.36. Mit dem Baustopp für das Wasserkraftwerk in Hainburg 1984 kam es zu einem Ende des Baus von Großkraftwerken [VERBUND, 2024f].



Abbildung 3.1.35: Donaukraftwerk Altenwörth [VERBUND, 2024a].



Abbildung 3.1.36: Malta Hochalmstraße-Kölnbreinsperre [VERBUND, 2024b].

Weitere große Kraftwerksbetreiber in Österreich sind die illwerke vkw AG in Vorarlberg und die Tiroler Wasserkraft AG. Das größte Kraftwerk von illwerke vkw ist das Kopswerk II, das 2008 in Betrieb genommen wurde und eine Engpassleistung von 525 MW erbringt [Illwerke VKW AG, 2024]. Das größte Kraftwerk der Tiroler Wasserkraft AG ist die Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz, deren Errichtung 1981 abgeschlossen wurde und die eine Engpassleistung von

781 MW aufweist [Tiroler Wasserkraft AG, 2024].

Umweltauswirkungen der Wasserkraftnutzung

Obwohl Wasserkraft als eine nachhaltige Form der Energieerzeugung gilt, stellt ihre Nutzung einen erheblichen Eingriff in die Natur dar. Zu den negativen Auswirkungen der Wasserkraft gehören unter anderem die Unterbrechung der Durchgängigkeit von Fließgewässern, wodurch Wanderfischarten keinen Zugang mehr zu ihren Laich- oder Aufwuchslebensräumen haben. Fische können zudem tödlich verletzt werden, wenn sie Turbinen passieren müssen. Darüber hinaus führt der Bau von Wasserkraftwerken zu einer erheblichen Veränderung von Lebensräumen für viele Arten. Dies kann zur Reduktion der biologischen Vielfalt und zur Störung von Ökosystemen führen [Umweltbundesamt (DE), 2024b].

Um die Fischwanderung wieder zu ermöglichen, wurde beispielsweise im Rahmen des Projekts „LIFE Network Danube Plus“ eine 12,5 Kilometer lange Fischwanderhilfe am Donaukraftwerk Altenwörth errichtet, die 2021 fertiggestellt wurde. Diese Maßnahme zielt darauf ab, die Durchgängigkeit des Flusses und die Artenvielfalt in der Umgebung des Kraftwerks zu verbessern. Die Fischwanderhilfe ist im rechten Teil der Abbildung 3.1.35 dargestellt [VERBUND, 2024e].

Relevante Unterziele der SDGs

Im Folgenden wird das Unterziel *Erneuerbare Energie (SDG Unterziel 7.2)* erörtert, da dies für den Bereich der *Wasserkraft* relevant ist.

Erneuerbare Energie (SDG Unterziel 7.2)

„Bis 2030 den Anteil erneuerbarer Energie am globalen Energiemix deutlich erhöhen“

[Statistik Austria, 2024h].

Tabelle 3.16 enthält den Indikator und dessen Trendbewertung für das Unterziel 7.2, Erneuerbare Energie.

Tabelle 3.16: Indikator und Umsetzung des Unterziels 7.2 - Erneuerbare Energie [Statistik Austria, 2024h].

Indikator	Umsetzung
Erneuerbare Energien als Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	↑ Signifikant positiver Fortschritt

Bei der Umsetzung des Indikators „**Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch**“ ist ein *signifikant positiver Fortschritt* zu verzeichnen, da dieser Wert von 31,2 % im Jahr 2010 auf 36,4 % im Jahr 2021 anstieg. Wie Abbildung 3.1.37 zu entnehmen ist, nahm nach 2014 der Anteil an erneuerbaren Energien mehrere Jahre geringfügig ab, bevor er nach 2017 wieder zunahm. Im Jahr 2020 lag Österreich mit einem Anteilswert von 36,5 % deutlich über dem Durchschnittswert der EU-27 von 22,1 %. Dies ist zum Großteil auf die starke Nutzung von Wasserkraft in Österreich zurückzuführen.

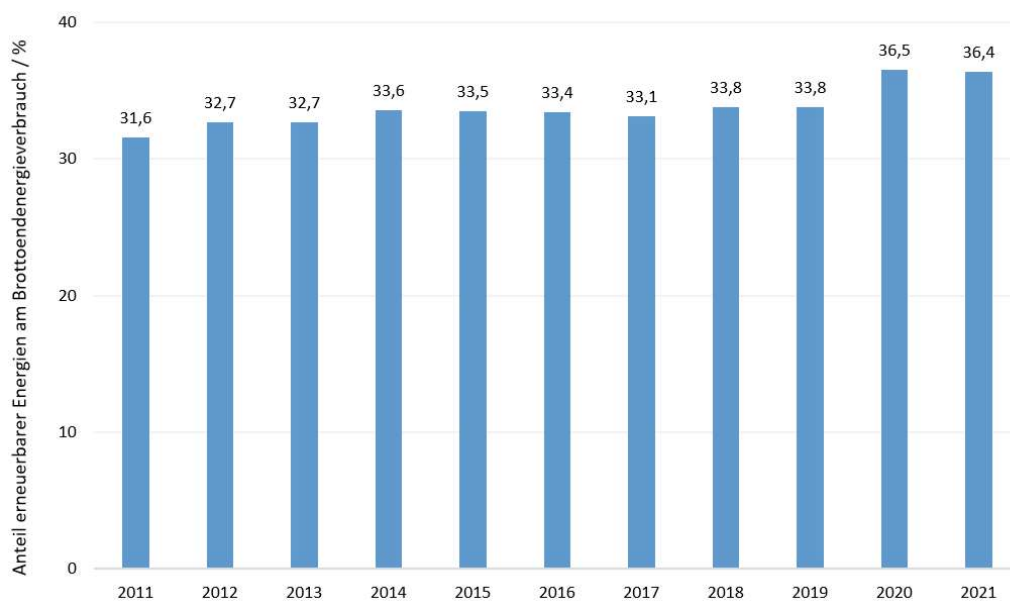


Abbildung 3.1.37: Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch [Statistik Austria, 2024h].

3.2 Handlungsvorschläge zur Erreichung der Indikatoren mit Verbesserungspotenzial

In dieser Arbeit werden 14 Unterziele der SDGs behandelt, die insgesamt 21 unterschiedliche Indikatoren (siehe Tabelle 3.17) umfassen, wobei einige davon für mehrere Unterziele relevant sind. Von den 21 Indikatoren werden in Österreich zwei als *weitgehend erreicht* eingestuft, vier mit einem *signifikant positiven Fortschritt* bei deren Umsetzung bewertet und drei mit einem *moderat positiven Fortschritt*. Bei sieben Indikatoren ist *keine Bewertung möglich* und bei drei Indikatoren liegen *Datenlücken* vor. Zwei Indikatoren werden in den Indikatorenberichten der Statistik Austria gar nicht behandelt [Statistik Austria, 2020; 2021].

Tabelle 3.17: Umsetzungsstand aller wasserrelevanten Indikatoren für Österreich [Statistik Austria, 2021].

Indikatoren	Umsetzung
ASDR - Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction	✓ Weitgehend erreicht
Gesetzlicher Rahmen zur Verhütung oder Bekämpfung invasiver gebietsfremder Arten	✓ Weitgehend erreicht
Biochemischer Sauerstoffbedarf in Flüssen	↑ Signifikant positiver Fortschritt
Aufkommen gefährlicher Abfälle	↑ Signifikant positiver Fortschritt
Todesfälle durch Katastrophen	↑ Signifikant positiver Fortschritt
Erneuerbare Energie als Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	↑ Signifikant positiver Fortschritt
Anschluss an kommunale Kläranlage mit zumindest sekundärer Behandlung	↗ Moderat positiver Fortschritt
Waldfläche als Anteil an der Landfläche	↗ Moderat positiver Fortschritt
Natura 2000 Landflächen	↗ Moderat positiver Fortschritt
Gute Wasserqualität an allen Gewässern	: Keine Bewertung möglich
Anzahl der Vertragsparteien internationaler multilateraler Umweltübereinkommen über gefährliche Abfälle und andere Chemikalien	: Keine Bewertung möglich

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 3.17: (Fortsetzung)

Indikatoren	Umsetzung
Hitze-assoziierte Übersterblichkeit	: Keine Bewertung möglich
Bereitgestellte Soldat:innen für Katastrophenhilfeeinsätze im Inland	: Keine Bewertung möglich
Umfang der Gewässer	: Keine Bewertung möglich
Wassernutzung	: Keine Bewertung möglich
Wasserstress	: Keine Bewertung möglich
Wirtschaftliche Schäden durch Katastrophen	△ Datenlücke
Schäden an Infrastruktur und Dienstleistungen durch Katastrophen	△ Datenlücke
Einrichtung nationaler Strategien und Aktionspläne zugunsten der biologischen Vielfalt	△ Datenlücke
Kapazität der Internationalen Gesundheitsvorschriften (IHR) und Bereitschaft für gesundheitliche Notfälle	Keine Angaben
Prozentualer Anteil von Infektionen der Blutbahn durch ausgewählte antimikrobiell resistente Organismen	Keine Angaben

Von den 15 Indikatoren, die den Umsetzungsstand *Moderat positiver Fortschritt*, *Keine Bewertung möglich*, *Datenlücke* oder *Keine Angaben* aufweisen, zeigen zwölf bereits gute Werte, auch wenn sie nicht als erreicht gelten. Zum Beispiel ist beim Indikator *Wasserstress*

keine Bewertung möglich, da die Voraussetzung, dass mindestens zehn Jahreswerte vorliegen müssen, nicht erfüllt ist [Statistik Austria, 2021]. Die vorhandenen Daten zeigen jedoch gute Werte für Österreich auf (geringer Wasserstress), weswegen wenig Verbesserungspotential für diesen Indikator besteht [World Resources Institute, 2024]. Ein weiteres Beispiel ist der Indikator *Anschluss an kommunale Kläranlagen mit zumindest sekundärer Behandlung*: Obwohl der Anschlussgrad bereits bei über 99 % liegt, wird dessen Umsetzung nur mit einem *moderat positiven Fortschritt* bewertet, da der Ausgangswert aus dem Jahr 2010 bereits bei fast 94 % liegt [Statistik Austria, 2021]. Somit ist auch bei diesem Indikator wenig Verbesserung möglich.

Bei drei dieser 15 Indikatoren, die in Tabelle 3.18 aufgelistet sind, wird das Verbesserungspotential als signifikant eingeschätzt, weswegen diese im Folgenden weiter diskutiert werden. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, ist einer dieser Indikatoren dem Unterziel *Wasserqualität* und zwei dem Unterziel *Auswirkungen von Katastrophen* zugeordnet, weswegen im Folgenden Maßnahmenvorschläge für diese beiden Unterziele erläutert werden.

Tabelle 3.18: Indikatoren mit Verbesserungspotenzial [Statistik Austria, 2021].

Indikatoren	Umsetzung
Gute Wasserqualität an allen Gewässern (Unterziel 6.3 - Wasserqualität)	: Keine Bewertung möglich
Wirtschaftliche Schäden durch Katastrophen (Unterziel 11.5 - Auswirkungen von Katastrophen)	△ Datenlücke
Schäden an Infrastruktur und Dienstleistungen durch Katastrophen (Unterziel 11.5 - Auswirkungen von Katastrophen)	△ Datenlücke

3.2.1 Wasserqualität (Unterziel 6.3)

Der Eintrag von organischen Belastungen (z.B. menschliche Ausscheidungen), Stickstoff, Phosphor sowie von Contaminants of Emerging Concern (CEC)-ein Sammelbegriff für verschiedene Substanzen und Substanzgruppen, die beispielsweise in Arzneimitteln oder Körperpflegeprodukten vorkommen - hat akute Auswirkungen auf die Wasserqualität. Wenn die stoffliche Belastung zu hoch ist, kann dies in Gewässern zu Sauerstoffmangel, Eutrophierung sowie zu chronischen Beeinträchtigungen des aquatischen Lebens und der menschlichen Gesundheit führen [Zessner and Derx, 2023b].

Dadurch, dass der Verbrauch und die Produktion von Konsumgütern in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen ist, wurden grundsätzlich mehr stoffliche Belastungen in den Umlauf gebracht [Zessner and Derx, 2023b].

Um eine gut Wasserqualität in Österreichs Gewässern gewährleisten zu können, gibt es eine Reihe verschiedener Maßnahmen, von welchen einige im Folgenden erläutert werden.

Optimierung der Abwasserbehandlung

Die Optimierung der Abwasserreinigung kann durch die Verbesserung bereits bestehender Reinigungsstufen oder durch die Erweiterung um eine vierte zusätzliche Reinigungsstufe erreicht werden. Auch wenn die Einführung einer vierten Reinigungsstufe für kommunale Kläranlagen auf EU-Ebene diskutiert wird, ist in Österreich eine grundsätzliche Nachrüstung mit dieser zusätzlichen Reinigungsstufe bisher nicht vorgesehen. In Einzelfällen, wenn die Qualitätsziele mit anderen Strategien nicht erreicht werden, wird jedoch die Erweiterung um eine vierte Reinigungsstufe in Betracht gezogen [Müller-Rechberger et al., 2022].

An der Hauptkläranlage in Wien wurden bereits die Forschungsprojekte KomOzon (2008-2011) und KomOzAk (2013-2015) durchgeführt, bei denen Ozon bzw. granuliert Aktivkohle für die weitergehende Abwasserreinigung getestet wurden [Kreuzinger et al., 2015].

Nachhaltige Landwirtschaft

Eine nachhaltige Landwirtschaft trägt wesentlich dazu bei, die Auswaschung und Abtragung von Nährstoffen sowie Pestiziden von landwirtschaftlichen Flächen zu reduzieren,

indem z.B. die Bodenerosion durch Wasser verringert wird [Devátý et al., 2019; Hösl and Strauss, 2016; Zessner and Derx, 2023a].

In den letzten Jahrzehnten nahmen die direkten Abflusswege zu, woraus ein verringerter Rückhalt in der Landschaft resultierte. Eine Maßnahme zur Bekämpfung dieses Problems ist die Begrünung von Abflusswegen, die zur Verringerung der Erosion und zum besseren Wasserrückhalt beiträgt. Weiters kann die Implementierung von Gewässerrandstreifen, Pufferstreifen und -flächen den Nährstoffeintrag reduzieren, da sie wichtige Schutzzonen für Gewässer bilden, indem sie Erosionsschutz bieten und die Filterung von Schadstoffen ermöglichen [Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, 2024; Zessner and Derx, 2023a].

Abbildung 3.2.1 zeigt zwei mit Pfeilen gekennzeichnete begrünte Abflusswege im Hydrological Open Air Laboratory (HOAL) in Petzenkirchen in Niederösterreich. Dieses Einzugsgebiet wurde speziell für die Erforschung wasserbezogener Fließ- und Transportprozesse in der Landschaft eingerichtet. Die beiden begrünten Fließwege sollen mehrere Funktionen erfüllen: sie tragen zum Rückhalt von Sedimenten und Nährstoffen bei, verbessern den Wasserrückhalt in der Landschaft und dämpfen die Abflussspitzen bei Niederschlagsereignissen [TU Wien, 2023].



Abbildung 3.2.1: Begrünte Abflusswege HOAL [TU Wien, 2023].

Um den Nährstoffeintrag zu reduzieren, müssen in Österreich bei der Bearbeitung von Flächen in Gewässernähe bestimmte Abstände eingehalten werden: Bei Fließgewässern (ab

einer Sohlbreite von fünf Metern) beträgt dieser Mindestabstand fünf Meter (siehe Abbildung 3.2.2), bei stehenden Gewässern (wenn die Wasserfläche zumindest ein Hektar beträgt) zehn Meter [AgrarMarkt Austria, 2022].



Abbildung 3.2.2: Gewässerrandstreifen Wartberg [Landwirtschaftskammer Österreich, 2024].

Weiters können Maßnahmen im Bereich der Landnutzung zu einer Verringerung der Erosion und des Nährstoffeintrags führen. Dies kann beispielsweise durch den Anbau von Zwischenfrüchten, die Vermeidung erosionsfördernder Kulturen wie Mais oder Soja bei mehr als 8 % Hangneigung oder durch das Anlegen von Terrassen erreicht werden. Weitere Maßnahmen umfassen die Bodenbearbeitung und den Anbau quer zum Hang sowie eine generelle Reduktion der Bodenbearbeitung durch z.B. Direktsaaten [Zessner and Derx, 2023a].

Erosionsmindernde Maßnahmen werden auch im GAP-Strategieplans 2023-2027 (GAP = Gemeinsame Agrarpolitik) aufgegriffen, welcher „das zentrale Element für die Weiterentwicklung der österreichischen Landwirtschaft“ bildet und eine „enorme Bedeutung für den ländlichen Raum“ hat [Umweltbundesamt, 2024c]. Im Rahmen dieses Strategieplans werden auch die sogenannten GLÖZ-Standards (Standards für den „Guten Ökologischen und Landwirtschaftlichen Zustand“ der Flächen) umgesetzt [BML, 2024c]. GLÖZ 5 enthält spezifische Vorgaben zur Bodenbearbeitung mit dem Ziel, die Erosion zu reduzieren. So ist die „Bodenbearbeitung mit landwirtschaftlichen Maschinen auf gefrorenen, überschwemmten, wassergesättigten oder schneebedeckten Böden“ verboten [BML, 2023a]. Weiters sind „erosionsmindernde Maßnahmen auf erosionsgefährdeten Acker- und Dauerkulturflächen mit überwiegender Hangneigung ab 10 %“ vorgesehen [BML, 2023a].

Vermeidung oder Ersatz von Inhaltsstoffen

Eine wichtige Maßnahme zur Verbesserung der Wasserqualität ist die Vermeidung oder der Ersatz von umweltschädlichen Inhaltsstoffen in Produkten wie Pestiziden, Arzneimittelwirkstoffen, Industriechemikalien, Körperpflegemitteln oder Kosmetika. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass die Einschränkung dieser Stoffe wiederum zum Einsatz neuer bzw. leicht modifizierter Stoffe und Stoffgruppen führte [Uhl et al., 2022]. um den , zu verbessern

In diesem Sinne hat die Europäische Union die „REACH-Verordnung“ erlassen, die am 1. Juni 2007 in Kraft getreten ist. Diese soll den „Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt vor den Risiken, die durch Chemikalien entstehen können“ verbessern. REACH steht für „Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals“. Das bedeutet, dass Unternehmen dazu verpflichtet sind, ihre Stoffe zu registrieren sowie die Risiken, die mit diesen Stoffen einhergehen, zu identifizieren und zu beherrschen. Weiters müssen sie darlegen, wie die Stoffe sicher verwendet werden können und Informationen über Risikomanagementmaßnahmen bereitstellen [ECHA, 2024]. Derzeit sind gemäß den Vorgaben der REACH-Verordnung in Europa etwa 23 000 Stoffe registriert [Uhl et al., 2022].

Verhaltensänderungen in der Bevölkerung

Durch die Reduzierung und richtige Anwendung von Produkten, die CEC enthalten, können Anwender:innen dazu beitragen, dass weniger Spurenstoffe in die Gewässer gelangen. Dies soll am Beispiel von Diclofenac verdeutlicht werden.

Diclofenac ist ein häufig verwendetes Schmerzmittel, welches nach oraler Aufnahme über den Urin und bei Salben und Gels über die Körperpflege ins Abwasser und schließlich (zum Teil) in die Gewässer gelangt [Umweltbundesamt (DE), 2024d]. Folgende Punkte können bei der Anwendung beachtet werden, um den Stoffeintrag zu reduzieren:

- Schmerzgel soll nicht prophylaktisch angewendet werden, sondern nur bei Schmerzen. Weiters soll die vorgeschriebene Menge nicht überschritten werden.
- Nach der Anwendung sollen die Hände zuerst mit einem Tuch abgewischt werden (anschließende Entsorgung im Restmüll), bevor diese mit Wasser und Seife gewaschen werden.

- Hautpartien, an denen das Gel aufgetragen wurde, sollen erst nach ausreichender Einwirkzeit gewaschen werden und/oder zuerst mit einem Tuch abgewischt werden,
- Restmengen sowie Verpackungen sollen keinesfalls über das Abwasser entsorgt werden, sondern im Restmüll [Umweltbundesamt (DE), 2024d].

3.2.2 Auswirkungen von Katastrophen (Unterziel 11.5)

Aktuell (Stand 2020) verursachen wetter- und klimabedingte Ereignisse in Österreich jährlich wirtschaftliche Schäden von mindestens zwei Milliarden Euro [GeoSphere Austria , 2024; Steininger et al., 2020]. Unter der Annahme, dass die globale Erwärmung im Durchschnitt zwei Grad nicht überschreitet, werden in Österreich neben einigen wirtschaftlichen Vorteilen (z.B. niedrigere Heizkosten) auch zunehmende Schäden (z.B. durch Dürren oder Hochwasser) erwartet. Für die Abschätzung zukünftiger Nutzen und Schäden ist es wichtig, nicht nur die Klimaänderung, sondern auch sozioökonomische Entwicklungen zu berücksichtigen. Beispielsweise beeinflussen der Anteil der älteren Bevölkerung und deren soziale Situation die Folgen von Hitzewellen, da diese Faktoren bestimmen, ob z.B. klimatisiertes Wohnen für diese Personen leistbar ist [Steininger et al., 2015; 2020].

Zukünftige Entwicklung von wetter- und klimabedingten Schäden in Österreich

In der Periode um das Jahr 2030 sind in Österreich aufgrund der Folgen des Klimawandels höhere Schäden zu erwarten. Es wird von einer Periode gesprochen, da das Schadensausmaß von Einzelereignissen abhängt, weswegen die Werte von Jahr zu Jahr stark schwanken. In Europa waren im Zeitraum 1980-2019 beispielsweise 3 % der Einzelereignisse für 60 % der wirtschaftlichen Schäden verantwortlich. Von den Gesamtschäden in diesem Zeitraum von ca. 446 Milliarden Euro waren etwa 27 % versichert. Der Anteil der versicherten Schäden variiert je nach Land stark: Während in Rumänien und Litauen nur etwa 1 % der Schäden versichert waren, waren es in Belgien und Liechtenstein bis zu 60 % [Umweltbundesamt, 2024].

Folgende Schäden (siehe Abbildung 3.2.3) werden in der Periode um das Jahr 2030 in Österreich erwartet [Steininger et al., 2020]:

- Die höheren Erträge in der **Landwirtschaft**, die durch die längeren Vegetationsperioden entstehen, werden durch Dürreschäden ausgeglichen. Durch Ereignisse wie Spätfröste werden zusätzliche Schäden erwartet, welche jedoch noch nicht quantifizierbar sind.
- In Bereich der **Forstwirtschaft** werden die Schäden auf 300 Mio. Euro geschätzt.
- In der **Energiewirtschaft** erhöht sich der Energieverbrauch aufgrund des erhöhten Kühlbedarfs in den Sommermonaten, während die Energieerzeugung durch stärkere Trockenperioden eingeschränkt wird, was Kosten von ca. 285 Mio. Euro verursacht.
- Die zu erwartenden Schäden durch **Naturkatastrophen** belaufen sich aufgrund von Fluss-Hochwassern mindestens auf 1 700 - 2 000 Mio. Euro. Kosten, die durch andere Extremereignisse wie Sturmschäden entstehen, sind bisher nicht quantifizierbar.
- Bereits quantifizierbare **Gesundheitsschäden** verursachen geschätzte Kosten in Höhe von 270 - 2 300 Mio. Euro.
- Im **Gebäudebereich** führt der, aufgrund der wärmeren Temperaturen, geringere Heizbedarf im Winter, trotz der zusätzlichen Kühlungskosten im Sommer, zu Kosteneinsparungen von 100 - 210 Mio Euro.
- In den Bereichen **Wasserversorgung und -entsorgung, Verkehr, Handel und städtische Grünräume** werden Kosten von ca. 70 Mio. Euro erwartet.
- Im **Tourismus** summieren sich durch einen Rückgang im Wintertourismus und eine Zunahme im Sommertourismus die Netto-Schäden auf 35 - 330 Mio. Euro [Steininger et al., 2020].

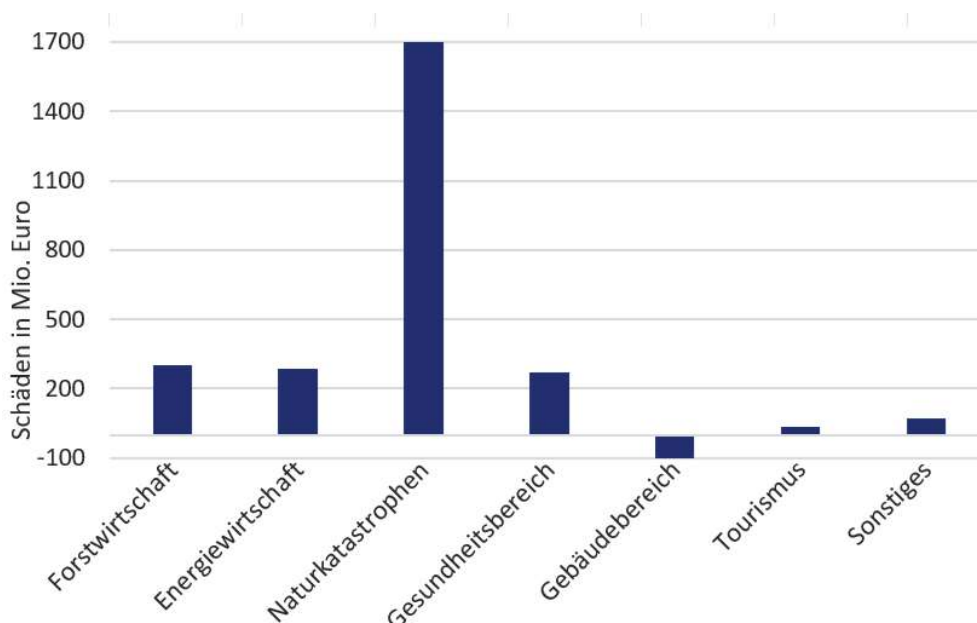


Abbildung 3.2.3: Geschätzte Mindestschadenshöhe in Millionen Euro für unterschiedliche Bereiche in der Periode um das Jahr 2030 [Umweltbundesamt, 2024].

Somit wird in der Periode um das Jahr 2030 die Summe der Schäden der bisher quantifizierbaren Bereiche im Jahresdurchschnitt bei 2,5-5,2 Mrd. Euro liegen. In der Periode um das Jahr 2050 wird die Summe der Schäden, die aufgrund wetter- und klimabedingter Ereignisse verursacht werden, im Jahresdurchschnitt auf 4,3-10,8 Mrd. Euro geschätzt [Steininger et al., 2016; 2020; Unterberger et al., 2018].

Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements in Österreich

In Österreich werden von den wetter- und klimabedingten Schäden, die in der Periode um das Jahr 2030 zu erwarten sind, bis zu 80 % aufgrund von Hochwassern anfallen [Steininger et al., 2020]. Um die Schäden so gering wie möglich zu halten, stellt Österreich im Jahr 2024 ein Budget von 124 Mio. Euro für Hochwasserschutzmaßnahmen bereit [BML, 2024a]. Verschiedene Kosten-Nutzen-Analysen und Auswertungen zeigen nämlich, dass jeder in umfassende Präventionsmaßnahmen investierte Euro Schäden im Wert von fünf bis zehn Euro verhindern kann [Blöschl et al., 2022].

Im Folgenden werden Maßnahmen aufgelistet, die in Österreich bereits unternommen werden, um das Hochwasserrisikomanagement zu verbessern. Diese Maßnahmen lassen sich grundsätzlich in zwei Kategorien - nicht-technische und technische Maßnahmen - einteilen, wobei beide eine genaue Schätzung der Hochwassergefahren erfordern [Blöschl, 2022]. Zwei

dieser Maßnahmen - die *Renaturierung der Fließgewässer* sowie die *Stärkung des Risikobewusstseins in der Bevölkerung* - werden im Abschnitt 3.2.2 näher erläutert, da diese als äußerst wirkungsvoll gelten, jedoch Verbesserungspotenzial bieten.

Nicht-technische Maßnahmen

- **Evakuierung:** Minimiert den Verlust von Menschenleben.
- **Raumplanung:** Stellt sicher, dass hochwassergefährdete Gebiete nicht bebaut oder bestehende Gebäude in weniger gefährdete Gebiete verlegt werden.
- **Hochwasserversicherung:** Gleicht die negativen wirtschaftlichen Auswirkungen von Hochwassern aus [Blöschl, 2022].
- **Frühwarnsysteme und Notfallpläne:** Im Umgang mit Naturgefahren können diese organisatorischen Maßnahmen Schäden um etwa 40 % senken [Blöschl et al., 2022].
- **Risikobewusstsein in der Bevölkerung stärken:** Auf diese Maßnahme wird im Abschnitt 3.2.2 genauer eingegangen.

Technische Maßnahmen

- **Änderungen in der Landnutzung:** Durch das Pflanzen von Bäumen und Grünflächen in hochwassergefährdeten Gebieten kann die Infiltration erhöht werden, wodurch der Oberflächenabfluss abnimmt.
- **Hochwasserrückhaltebecken:** Dienen dazu, Wasser bei Hochwasserereignissen zu speichern und kontrolliert freizusetzen.
- **Dämme oder mobile Mauern:** Die Überflutung von Überschwemmungsgebieten kann durch diese verhindert werden.
- **Ausbaggerung:** Vertiefungen des Flussbettes tragen dazu bei, dass mehr Wasser aufgenommen werden kann [Blöschl, 2022].
- **Lokale Hochwassersicherung:** Wasserdichte und auftriebssichere Wannenfundamente bei Neubauten oder wasserdichte Verschlüsse für Fenster und Türen sind Beispiele, die Gebäudeschäden verringern können [BML, 2024i].
- **Wasserrückhalt in der Landschaft:** Der Rückhalt von Wasser in der Landschaft wird bereits in den Abschnitten 3.1.5 und 3.2.1 erläutert. Während die diskutierten

Maßnahmen, wie bereits beschrieben, den Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Gewässern reduzieren können, kann der Wasserrückhalt auch einen positiven Einfluss auf das Hochwasserrisiko haben [Rieger and Disse, 2008; Zessner and Derx, 2023a]. Maßnahmen wie z.B. die Aufforstung von Flächen können in mesoskaligen Einzugsgebieten bei kleinen und mittleren Ereignissen eine wichtige Rolle spielen. Bei großen Hochwasserereignissen ist der Effekt nahezu vernachlässigbar [Salazar et al., 2012].

- **Renaturierung der Fließgewässer:** Wiederherstellung eines naturnahen Zustandes der Fließgewässer [Umweltbundesamt (DE), 2024c]. Auf diese Maßnahme wird im Abschnitt 3.2.2 genauer eingegangen.

In Österreich wurde im Jahr 2024 das jährliche Budget für Hochwasserschutzmaßnahmen auf 124 Mio. Euro aufgestockt [BML, 2024a]. Damit wurde zum Beispiel das im Mai 2024 eröffnete Rückhaltebecken in Fahrafeld im Triestingtal (Niederösterreich) zur Hälfte mitfinanziert. Das Rückhaltebecken (siehe Abbildung 3.2.4) ist auf ein 100-jährliches Hochwasser ausgelegt und schützt in Summe etwa 30 000 Menschen und ihre Häuser vor Überflutungen [APA, 2024; BML, 2024j].



Abbildung 3.2.4: Rückhaltebecken in Fahrafeld im Triestingtal [Triesting Wasserverband, 2024].

Abbildung 3.2.5 zeigt das Rückhaltebecken während des Hochwasserereignisses im Septem-

ber 2024. Die Niederösterreichischen Nachrichten berichteten am 15. September, dass die Sorge groß war, das Rückhaltebecken könne den Wassermassen nicht standhalten. Diese Bedenken wurden jedoch gemildert, als der Wasserstand 60 cm unter der Überlaufkante stagnierte und schließlich zu fallen begann [NÖN, 2024].



Abbildung 3.2.5: Aufnahme des Rückhaltebeckens in Fahrafeld, veröffentlicht am 16.09.2024 [Zeiler, 2024].

Ein weiteres Beispiel für Hochwasserschutzmaßnahmen sind die Regulierungen am Schleinzbach und an der Schmida (beides in Niederösterreich), deren Kosten zu 40 % vom Bundesministerium übernommen wurden. Die Maßnahmen umfassen Schutzdämme und -mauern sowie ein Rückhaltebecken und das Entfernen von Brücken. Dieses Projekt wurde im Juni 2024 abgeschlossen [BML, 2024h].

Renaturierung der Fließgewässer

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass die Errichtung von Hochwasserschutzanlagen wie Dämmen, nicht nur negative Auswirkungen auf die Ökologie hat, sondern paradoxerweise auch das Hochwasserrisiko erhöhen kann (siehe „Levee-Effekt“ Abschnitt 1.2.2) [Di Baldassarre et al., 2019].

Aus diesem Grund ist die Renaturierung (oft auch Revitalisierung oder Regeneration [Zerbe and Wiegand, 2009]) von Fließgewässern von großer Bedeutung, da diese durch die Wiederher-

stellung natürlicher Funktionen und Dynamiken dem Schutz der Umwelt und des Menschen beitragen kann [Umweltbundesamt (DE), 2024c].

Die EU hat 1992 das LIFE Programm ins Leben gerufen, das Umwelt- und Klimaschutzprojekte unterstützt [EU, 2024]. Der Bereich Umwelt umfasst die beiden Teilprogramme „Natur und Biodiversität“ sowie „Kreislaufwirtschaft und Lebensqualität“, der Bereich Klima die Teilprogramme „Klimaschutz und Klimawandelanpassung“ sowie „Saubere Energiewende“. Für die Periode von 2021 - 2027 stehen dem LIFE Programm insgesamt ein Budget von 5,4 Milliarden Euro zur Verfügung. In Österreich wurden bereits einige Renaturierungsprojekte von Fließgewässern durch das LIFE Programm unterstützt [BML, 2024k].

In den Jahren 2006 - 2010 wurde beispielsweise im Europaschutzgebiet Obere Drau (Kärnten) eines der größten Revitalisierungsprojekte Österreichs umgesetzt. Die Finanzierung des Projektes von 4,6 Mio. Euro übernahm zu etwa 60 % das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, zu etwa 30 % die EU (LIFE Programm) und zu 10 % die Kärntner Landesregierung [BML, 2024l; Sereining, 2011].

Etwa fünf Kilometer des Flusses wurden im Rahmen des LIFE-Projektes „Lebensader Obere Drau“ revitalisiert. Durch die gesetzten Maßnahmen wurde die Ökologie durch z.B. den Erhalt geschützter Tier- und Pflanzenwelten oder die Erreichung des guten ökologischen Zustandes (EU-Wasserrahmenrichtlinie) verbessert. Weiters konnte die Hochwassersicherheit im Drautal durch die Erweiterung des Abflussraums und die Stabilisation der Drausohle erhöht werden. Ein weiterer positiver Aspekt dieses Projektes ist die Schaffung neuer Naturerholungsräume für die Bevölkerung [Sereining, 2011].

Im Bereich Obergottesfeld wurden zwischen Februar 2010 und Mai 2011 auf einer Länge von drei Kilometern Ufersicherungen entfernt und stattdessen verdeckt eingebaute Buhnen erschaffen, die die Ufersicherung im Hochwasserfall übernehmen. Durch die neu gewonnene Bewegungsfreiheit des Flusses sind Nebengerinne, Flussbettaufweitungen und Stillgewässer entstanden [Sereining, 2011]. Abbildung 3.2.6 zeigt die Entwicklung dieses Projektes anhand von Luftbildern.



Abbildung 3.2.6: Drauabschnitt Obergottesfeld vor (2009) und nach der Umsetzung der LIFE Maßnahmen (20.4.2011) [Sereining, 2011].

Ein weiterer großer Schritt im Bereich der Gewässerrenaturierung ist die Verabschiedung des EU-Renaturierungsgesetzes, die im Juni 2024 nach knapper Mehrheit erfolgt ist. Dies ist die erste Rechtsvorschrift, die verbindliche Renaturierungsziele der Natur in Europa festlegt. Das übergeordnete Ziel ist es, 20 % der geschädigten Ökosysteme in der EU bis 2030 wiederherzustellen und bis 2050 alle geschädigten Ökosysteme [IUCN, 2024].

Risikobewusstsein in der Bevölkerung stärken

Trotz intensiver Bemühungen, Hochwasserschutzmaßnahmen flächendeckend umzusetzen, besteht in Österreich weiterhin ein Restrisiko. Etwa 20 % der Bevölkerung und 10 % des Gebäudebestandes sind nach wie vor potenziell von Hochwasserereignissen durch Flüsse und Bäche betroffen [Blöschl et al., 2022].

Zu den effektivsten Maßnahmen des Hochwasserschutzes zählen, neben der Vermeidung von Bebauung in überflutungsgefährdeten Gebieten sowie der Bereitstellung von Prognosen und Notfallplänen, auch die Stärkung des Gefahrenbewusstseins in der Bevölkerung. Dies kann durch Informationsmaterialien wie Broschüren, Internetportale oder Erklärvideos geschehen. Weiters haben speziell auf lokale oder regionale Zielgruppen ausgerichtete Veranstaltungen

wie beispielsweise Flussdialoge eine hohe Wirksamkeit [Blöschl et al., 2022].

Ein Beispiel für ein Internetportal, das Informationen für die Bevölkerung in Bezug auf Hochwasser bereitstellt, ist HORA (Natural Hazard Overview & Risk Assessment Austria). Der Ursprung von HORA liegt in den Jahren 2004 und 2005, als Überflutungsgebiete für Hochwasserabflüsse in Österreich, mit gegebener Jährlichkeit, ausgewiesen wurden und über die HORA-Plattform (www.hora.gv.at) veröffentlicht wurden [Blöschl et al., 2022; Merz et al., 2008]. Mittlerweile bietet die Plattform auch Informationen zu anderen Naturgefahren wie Erdbeben, Schnee, Sturm, Hagel und Blitz. Zusätzlich zu diesen statischen Informationen werden zu den Themen Erdbeben, Sturm und Hochwasser auch aktuelle bzw. laufend aktualisierte Daten bereitgestellt. [Blöschl et al., 2022]. Abbildung 3.2.7 zeigt die Hochwasserrisikozonen Wiens. In der Karte werden die Gebiete angezeigt, die durch ein 30-, 100- und 300-jährliches Hochwasserereignis bedroht sind [BML, 2024g].



Abbildung 3.2.7: Hochwasserrisikozonierung Wien [BML, 2024g].

Abbildung 3.2.8 zeigt eine Grafik aus der Broschüre „Bin ich hochwassergefährdet?“ des Bundesministeriums. Diese Grafik verdeutlicht die Schritte, die unternommen werden sollten, sobald erkannt wird, dass eine potenzielle Hochwassergefahr besteht. Generell soll die Broschüre der Bevölkerung helfen, „Gefahren und Risiken zu (er)kennen und die richtigen Schritte schon vor dem Ereignis zu setzen“. Somit können potenziell von Hochwasser betroffene Personen Eigenverantwortung übernehmen und sich besser schützen [Blöschl et al., 2022; BMLRT, 2020].

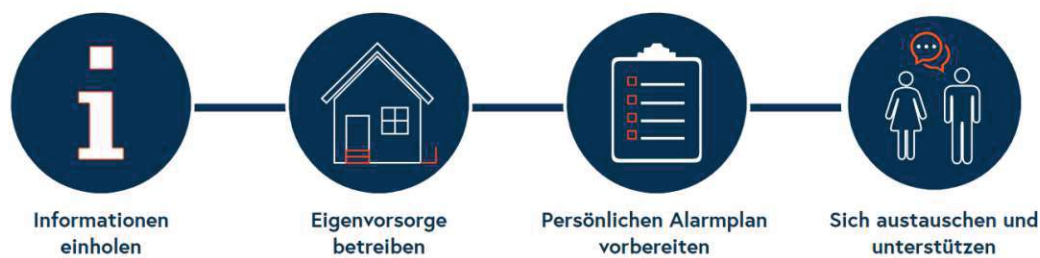


Abbildung 3.2.8: Erste Schritte zur Reduzierung der persönlichen Hochwassergefährdung [BMLRT, 2020].

Nicht nur das Bundesministerium, sondern auch die Länder leisten einen wichtigen Beitrag zur Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung. Die Landesregierung Vorarlberg hat beispielsweise die Broschüre „Hochwasserschutz und Eigenvorsorge - Tipps und Infos zum Gebäudeschutz“ erstellt. In dieser wird unter anderem verdeutlicht, wie wichtig die richtige Standortwahl beim Bau eines neuen Gebäudes im Hinblick auf die Hochwassersicherheit ist. Zudem werden Schutzmaßnahmen vorgestellt, die Privatpersonen an ihren Gebäude vornehmen können, um sich vor Hochwasser zu schützen, siehe Abbildung 3.2.9 [Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2024].

Private Hochwasserschutzmaßnahmen auf einen Blick

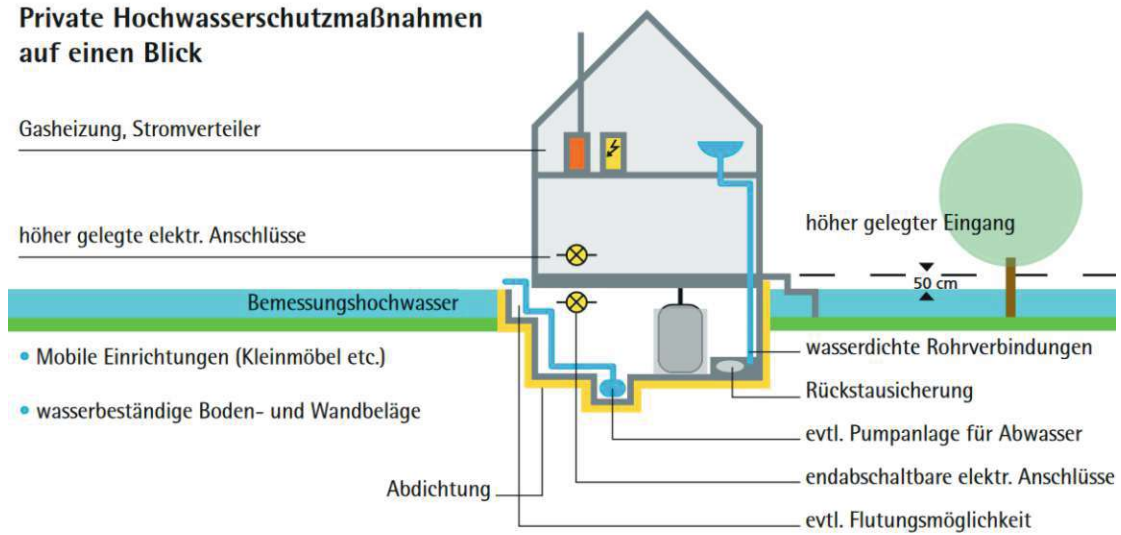


Abbildung 3.2.9: Hochwasserschutzmaßnahmen im privaten Bereich [Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2024].

4 Diskussion

In diesem Kapitel werden die zentralen Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst, interpretiert und mit den Ergebnissen anderer Länder verglichen. Weiters werden die Limitationen dieser Diplomarbeit diskutiert.

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den für Österreich wasserwirtschaftlich relevanten Unterzielen der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen unter Berücksichtigung soziohydrologischer Aspekte. Die behandelten Unterziele werden einem oder mehreren der folgenden sechs Bereiche zugeordnet: Trinkwasser und Grundwasserschutz, Wasser und Landwirtschaft, Gewässerökologie, Hochwasserrisikomanagement, Wasserkraft sowie Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Durch die Analyse der menschlichen Reaktionen auf diese Herausforderungen und den daraus resultierenden Auswirkungen wird sichtbar, wie Mensch und Wasser interagieren und wie sich Bereiche wie Technik, Gesellschaft, Wirtschaft, Politik und Hydrologie gegenseitig beeinflussen.

Im Rahmen dieser Arbeit werden insgesamt 14 wasserwirtschaftlich relevante Unterziele der SDGs behandelt, die anhand von 21 Indikatoren bewertet werden. In Österreich gelten zwei der 21 Indikatoren als *weitgehend erreicht*. Bei vier Indikatoren wird die Trendanalyse mit einem *signifikant positiven Fortschritt* beurteilt und bei drei mit einem *moderat positiven Fortschritt*. Aufgrund der unzureichenden Datenlage ist bei sieben Indikatoren *keine Bewertung möglich*. Außerdem bestehen bei drei Indikatoren *Datenlücken* und zwei Indikatoren werden in den offiziellen Indikatorenberichten Österreichs gar nicht thematisiert [Statistik Austria, 2020; 2021].

Für die beiden Unterziele *Wasserqualität (Unterziel 6.3)* und *Auswirkungen von Katastro-*

phen (*Unterziel 11.5*) wurden Maßnahmenvorschläge entwickelt, da in diesen Bereichen noch Verbesserungspotenzial besteht. Diese Vorschläge wurden unter Berücksichtigung soziohydrologischer Aspekte erstellt. Im Bereich *Wasserqualität* umfassen die diskutierten Maßnahmen die Optimierung der Abwasserbehandlung, nachhaltige Landwirtschaft, die Vermeidung oder den Ersatz von schädlichen Inhaltsstoffen sowie Verhaltensänderungen in der Bevölkerung. Für das Unterziel *Auswirkungen von Katastrophen* liegt der Fokus auf der Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements, beispielsweise durch die Renaturierung von Fließgewässern und die Stärkung des Bewusstseins in der Bevölkerung. Hochwasserschutzmaßnahmen sind besonders relevant, da in der Periode um das Jahr 2030 erwartet wird, dass bis zu 80 % der wetter- und klimabedingten Schäden durch Hochwasser verursacht werden [Steininger et al., 2020].

4.2 Interpretation der Ergebnisse und Vergleich mit anderen europäischen Ländern

Da für die behandelten Indikatoren keine quantitativen Zielwerte festgelegt wurden, wird der Fortschritt anhand der durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate bestimmt. Dieser Wert liegt jedoch nur bei neun der 21 behandelten Indikatoren vor. Bei den zwölf Indikatoren, bei denen keine Bewertung möglich ist, liegt dies daran, dass die Vorgaben – mindestens zehn Jahreswerte sowie ein aktueller Wert aus dem Jahr 2020 oder später – nicht erfüllt sind.

Die Entscheidung, die Bewertung mittels der jährlichen Veränderungsrate vorzunehmen, wurde von den Vereinten Nationen getroffen, weil die SDGs für alle Länder weltweit gelten. Oft wäre es nicht sinnvoll, quantitative Ziele festzulegen, da diese für einige Länder schwer zu erreichen wären, während andere Länder wenig bis gar keine Maßnahmen ergreifen müssten, da sie bereits unterhalb dieser Zielwerte liegen (z.B. bei der Müttersterblichkeit pro 100 000 Lebendgeburten). Daher ist es grundsätzlich sinnvoll, die Veränderungsrate zu messen. Gleichzeitig sind die Ergebnisse dadurch nicht immer aussagekräftig, wodurch eine nähere Betrachtung erforderlich wird. So wird beispielsweise der Indikator „Anschluss an kommunale Kläranlagen mit zumindest sekundärer Behandlung“ für Österreich nur mit einem moderat positiven Fortschritt bewertet, obwohl der Anschlussgrad bei über 99 % liegt.

Da der Ausgangswert im Jahr 2010 bereits bei fast 94 % lag, ergibt sich folglich eine relativ geringe Veränderungsrate [Statistik Austria, 2021].

Werden alle Indikatoren – auch jene, bei denen offiziell keine Bewertung möglich ist – genauer betrachtet, zeigt sich, dass Österreich die Nachhaltigkeitsziele der UN insgesamt ambitioniert verfolgt. Bei den beiden Unterzielen *Wasserqualität (SDG Unterziel 6.3)* und *Auswirkungen von Katastrophen (SDG Unterziel 11.5)* wird jedoch noch Handlungsbedarf gesehen.

Vergleich mit anderen europäischen Ländern

Die Indikatoren, die im Abschnitt 3.2 „Handlungsvorschläge zur Erreichung der Indikatoren mit Verbesserungspotenzial“ näher erläutert werden, werden nun mit Daten aus anderen Ländern verglichen. Dabei handelt es sich um die folgenden drei Indikatoren:

- „Gute Wasserqualität an allen Gewässern“ (Unterziel 6.3-Wasserqualität)
- „Wirtschaftliche Schäden durch Katastrophen“ (Unterziel 11.5- Auswirkungen von Katastrophen)
- „Schäden an Infrastruktur und Dienstleistungen durch Katastrophen“ (Unterziel 11.5-Auswirkungen von Katastrophen)

Wasserqualität

Bezüglich des Indikators „Anteil der Wasserkörper mit guter Wasserqualität“ erreichte Österreich im Jahr 2023 einen Wert von 82 % [Statistik Austria, 2021; UN-Water, 2024].

Abbildung 4.2.1 zeigt die Werte anderer europäischer Länder für diesen Indikator.

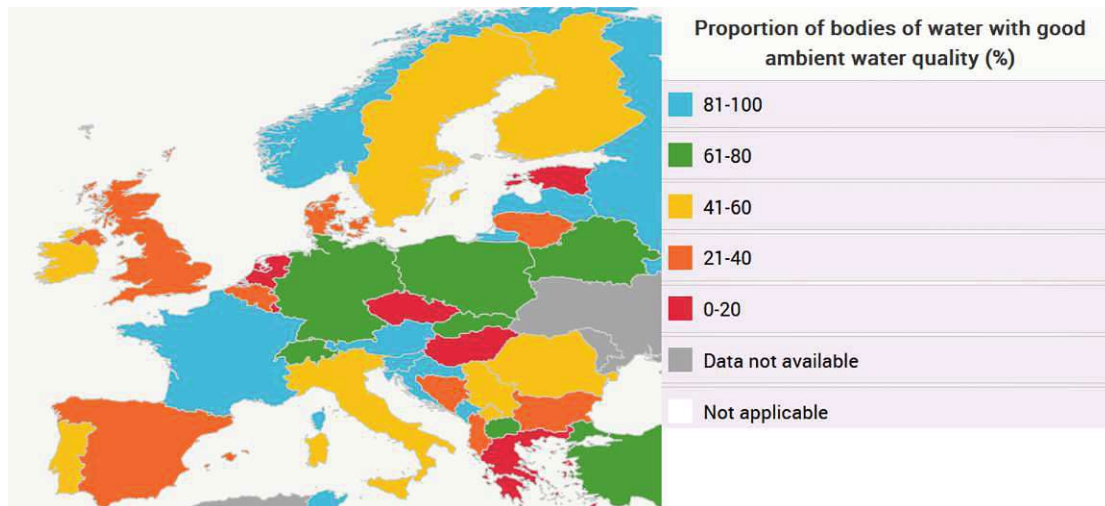


Abbildung 4.2.1: Anteil der Wasserkörper mit guter Wasserqualität in europäischen Ländern (2023) [UN-Water, 2024].

Länder mit einem besonders hohen Anteil an Wasserkörpern mit guter Wasserqualität sind beispielsweise Norwegen mit 100 % und Montenegro mit 95 %. Im Gegensatz dazu verzeichnen Länder wie Ungarn und die Niederlande sehr niedrige Werte, da in diesen Ländern nur 13 % der Wasserkörper eine gute Wasserqualität aufweisen [UN-Water, 2024].

Eine gute Wasserqualität bezieht sich im Rahmen dieses Indikators auf die Analyse physikalisch-chemischer Eigenschaften des Wassers. Die in Tabelle 4.1 fett hervorgehobenen Werte zeigen die von der UN empfohlenen Parameter, die zur Bewertung der Wasserqualität herangezogen werden können. Außerdem wird in der Tabelle gezeigt, für welche Wasserkörpertypen die Parameter relevant sind und weshalb diese inkludiert werden. Zusätzlich zu den empfohlenen Parametern werden je nach Land oder Messstelle auch weitere Werte, wie zum Beispiel der Gehalt an Schwermetallen oder Pestiziden, erfasst. [UN-Water, 2021].

Tabelle 4.1: Von der UN empfohlene Parameter zur Bestimmung der Wasserqualität, die entsprechenden Wasserkörpertypen sowie die Gründe für die Relevanz der einzelnen Parameter [UN-Water, 2021].

Parameter group	Parameter	River	Lake	Groundwater	Reason for inclusion
Oxygen	Dissolved oxygen	•	•		Measures oxygen depletion
	Biological oxygen demand, chemical oxygen demand	•			Measures organic pollution
Salinity	Electrical conductivity	•	•	•	Measures salinization and helps characterize the water body
Nitrogen*	Total oxidized nitrogen				Measures nutrient pollution
	Total nitrogen, nitrite, ammoniacal nitrogen	•	•		
	Nitrate**			•	Consumption threatens human health
Phosphorus*	Orthophosphate	•	•		Measures nutrient pollution
	Total phosphorus				
Acidification	pH	•	•	•	Measures acidification and helps characterize the water body
* Countries should include the fractions of nitrogen and phosphorus which are most relevant in the national context.					
** Nitrate is suggested for groundwater due to the associated human health risks.					

Es ist wichtig zu beachten, dass neben der Auswahl der Parameter auch die Zielwerte, die für eine gute Wasserqualität erreicht werden müssen, von Land zu Land unterschiedlich sein können. Diese Werte können beispielsweise durch nationale Rechtsvorschriften festgelegt werden. Sie können entweder landesweit gelten oder spezifische Richtwerte für bestimmte Gewässer oder Standorte darstellen. Aufgrund der natürlichen Unterschiede zwischen den Wasserkörpern wird die Anwendung eines einheitlichen Ziels für alle Gewässer nicht empfohlen. Weiters kann es herausfordernd sein, geeignete Richtwerte bzw. einen unbeeinflussten Referenzzustand festzulegen, da viele Ökosysteme bereits seit Langem durch menschliche Einflüsse verändert wurden, was die Rekonstruktion des ursprünglichen Zustands erschwert [UN-Water, 2021].

Abbildung 4.2.2 zeigt die Bandbreite der Zielwerte der wichtigsten Parameter, die von den

Ländern im Rahmen der Datenerhebung für 2020 gemeldet wurden. Die grünen Linien markieren die optionalen Zielwerte, die vom Global Environment Monitoring System for Freshwater (GEMS/Water) empfohlen werden [UN-Water, 2021].

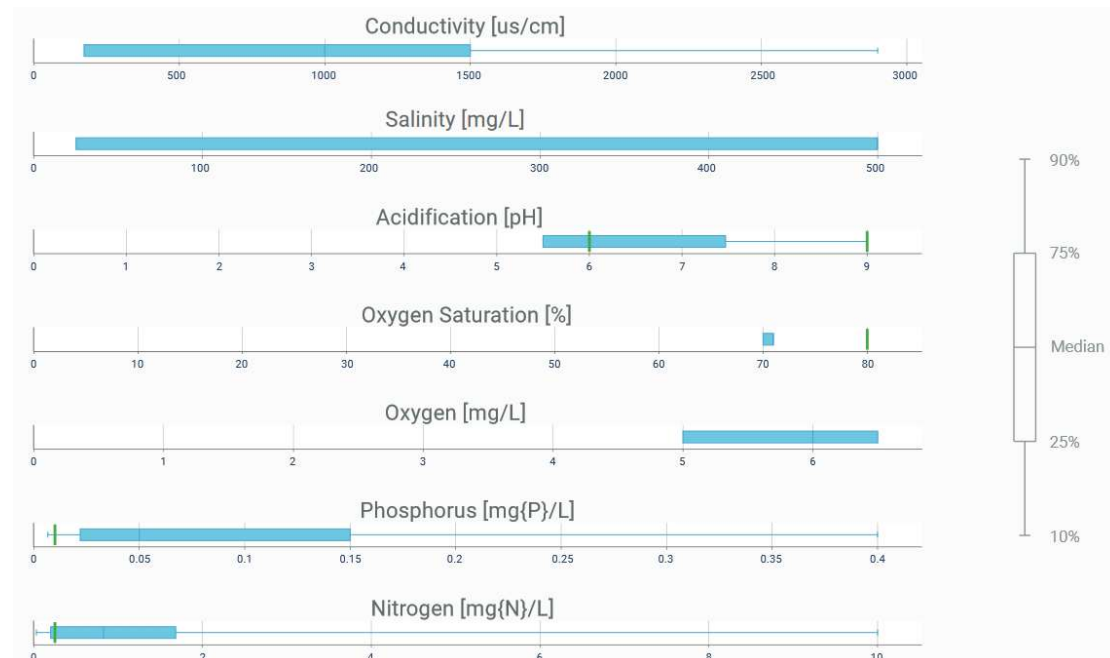


Abbildung 4.2.2: Bandbreite der Zielwerte ausgewählter Parameter, die im Rahmen der Datenerhebung für 2020 ermittelt wurden. Die grünen Linien markieren die von GEMS/Water empfohlenen optionalen Zielwerte [UN-Water, 2021].

Auswirkungen von Katastrophen

Beim Unterziel *Auswirkungen von Katastrophen* (SDG-Unterziel 11.5) bestehen für Österreich bei zwei von drei Indikatoren *Datenlücken* [Statistik Austria, 2024b]. Diese betreffen die Indikatoren „Gute Wasserqualität an allen Gewässern“ sowie „Wirtschaftliche Schäden durch Katastrophen“. Österreich ist jedoch nicht das einzige Land mit fehlenden Daten zu diesen Indikatoren: Auch in den offiziellen Indikatorenberichten anderer Länder wird dieses Unterziel oft nur unzureichend oder gar nicht thematisiert. In Deutschland wird das gesamte Unterziel 11.5 im offiziellen Indikatorenbericht von 2023 nicht behandelt [Statistisches Bundesamt, 2023]. Im schwedischen Bericht wird das Unterziel 11.5 zwar erwähnt, es werden jedoch weder Trendbewertungen noch weitere Informationen bereitgestellt [Government Offices of Sweden, 2021]. Ähnlich verhält es sich im dänischen Indikatorenbericht, wo das Unterziel 11.5 zwar aufgeführt, aber mit N/A (Not applicable/nicht anwendbar) gekennzeichnet ist [Danmarks Statistik, 2020]. Auch im norwegischen Bericht wird das Unterziel

11.5 nicht thematisiert [Statistics Norway, 2021].

Ein Land, das die Auswirkungen von Katastrophen in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus gerückt hat und im „Regional Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2023 Europe and Central Asia“ positiv hervorgehoben wird, ist Kroatien, da erfolgreich Maßnahmen zur Verringerung des Katastrophenrisikos in politische Entscheidungen integriert wurden. Am 22. März 2020 verursachte ein Erdbeben in Zagreb Schäden im Stadtzentrum und an zahlreichen historischen Gebäuden. Zu diesem Zeitpunkt existierten noch keine gut entwickelten Mechanismen zur Schadensbewertung. Dieses Ereignis führte jedoch zu raschen Veränderungen. Die Universität Zagreb initiierte unmittelbar nach dem Erdbeben ein Bewertungsverfahren, das innerhalb von zwei Tagen auf einer Online-Plattform einsatzbereit war. Zudem wurde ein gesetzlicher Rahmen für den Wiederaufbau nach der Katastrophe geschaffen. Zur Ausarbeitung der Gesetze leisteten die Universität Zagreb, die kroatische Kammer der Architektinnen und Architekten sowie die Kammer der Bauingenieurinnen und Bauingenieure einen wesentlichen Beitrag [UNDRR, 2024].

Nach dem Erdbeben im März veröffentlichte die Regierung im Juni außerdem einen Bericht, in dem die Schäden in den verschiedenen Sektoren (Gesundheit, Wohnen, Bildung, Wirtschaft und Kultur) beschrieben werden. Dieser Bericht untersucht nicht nur die Auswirkungen des Erdbebens, sondern auch, wie der Wiederaufbau nach der Katastrophe die Gesellschaft beeinflusst, insbesondere in Bezug auf Armut und Ungleichheit [Government of Croatia, 2020]).

4.3 Limitationen

Aufgrund des breiten Themenspektrums dieser Arbeit und der Vielzahl der betrachteten Indikatoren war eine umfassende Literaturrecherche erforderlich. Da die Bearbeitung im Rahmen einer Diplomarbeit erfolgte, war es jedoch nicht möglich, alle Indikatoren in der gewünschten Ausführlichkeit zu analysieren. Aus diesem Grund wurden einige Themen nur oberflächlich behandelt.

Auch in Bezug auf die Sozio-Hydrologie war eine vollständige, detaillierte Bearbeitung nicht möglich. Deshalb lag der Fokus auf konkreten Beispielen aus sechs wasserwirtschaftlich relevanten Bereichen: Gewässerökologie, Trinkwasser und Grundwasserschutz, Wasserkraft,

Wasser und Landwirtschaft, Hochwasserrisikomanagement sowie Wasserversorgung und Abwasserentsorgung. Diese Beispiele veranschaulichen die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser. Dabei ist wichtig zu beachten, dass die gewonnenen Erkenntnisse nicht uneingeschränkt auf ganz Österreich übertragbar sind. Der Grund dafür liegt darin, dass diese Beispiele spezifische sozio-hydrologische Aspekte von z.B. einzelnen Hochwasserereignissen an bestimmten Gewässerabschnitten betrachten, in der Realität aber jedes Hochwasser und jedes Gewässer individuelle Herausforderungen mit sich bringt. Dies gilt nicht nur für die Beispiele bezüglich des Hochwasserrisikomanagements, sondern auch für die anderen fünf wasserwirtschaftlichen Bereiche, die in dieser Arbeit behandelt werden.

5 Fazit und Ausblick

Diese Arbeit befasst sich mit den nachhaltigen Entwicklungszielen der Vereinten Nationen und gekoppelten Mensch-Wassersystemen. Es werden vier Forschungsfragen untersucht, deren wichtigste Ergebnisse im Folgenden erläutert werden.

1. Welche nachhaltigen Entwicklungsziele der UN sind für Österreichs Wasserwirtschaft relevant?

Die Vereinten Nationen haben 17 Nachhaltigkeitsziele (SDGs) definiert, die eine nachhaltige Entwicklung auf ökologischer, ökonomischer und sozialer Ebene fördern sollen. Diese Ziele werden durch 169 Unterziele weiter präzisiert. Zu jedem dieser Unterziele gibt es konkrete Indikatoren, mit deren Hilfe der Umsetzungsfortschritt gemessen werden kann. Insgesamt gibt es etwa 200 Indikatoren. Für die Wasserwirtschaft Österreichs sind 14 Unterziele der SDGs relevant, deren Umsetzungsstand anhand von 21 Indikatoren bewertet wird [BMK, 2024a; Generalversammlung, 2015; United Nations, 2024g].

Folgende 14 Unterziele sind für die Wasserwirtschaft Österreichs von Bedeutung:

- Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen (SDG Unterziel 1.5)
- Nachhaltige Produktion (SDG Unterziel 2.4)
- Bereitschaft für gesundheitliche Notfälle (SDG Unterziel 3.d)
- Zugang zu Trinkwasser (SDG Unterziel 6.1)
- Wasserqualität (SDG Unterziel 6.3)
- Effizienz der Wassernutzung (SDG Unterziel 6.4)
- Wasserbezogene Ökosystem (SDG Unterziel 6.6)
- Erneuerbare Energie (SDG Unterziel 7.2)

- Auswirkungen von Katastrophen (SDG Unterziel 11.5)
- Chemische und gefährliche Abfälle (SDG Unterziel 12.4)
- Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaereignissen (SDG Unterziel 13.1)
- Schutz der Ökosysteme (SDG Unterziel 15.1)
- Invasive gebietsfremde Arten (SDG Unterziel 15.8)
- Nationale und lokale Planung (SDG Unterziel 15.9)

2. Welche Rolle spielen die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser für die Wasserwirtschaft Österreichs?

Die Wechselwirkungen zwischen Mensch und Wasser spielen in der Betrachtung der österreichischen Wasserwirtschaft eine bedeutende Rolle. In der Vergangenheit wurden in der Wasserwirtschaft häufig technokratische Ansätze verfolgt, die kurzfristig erfolgreich waren, auf lange Sicht aber mitunter zu unerwünschten Folgen führten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die dynamischen Rückkopplungen des Mensch-Wassersystems nicht oder nur unzureichend berücksichtigt wurden [Di Baldassarre et al., 2013; 2019]. Diese Arbeit veranschaulicht dies anhand zahlreicher Beispiele aus der Wasserwirtschaft Österreichs, die zeigen, wie sich Hydrologie, Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und Technik gegenseitig beeinflussen.

3. Werden die wasserwirtschaftlich relevanten nachhaltigen Entwicklungsziele der UN in Österreich eingehalten?

Der Fortschritt bei der Umsetzung der Ziele wird anhand folgender Trendbewertungen beurteilt: *weitgehend erreicht*, *signifikant positiver Fortschritt*, *moderat positiver Fortschritt*, *Stagnation*, *moderat negativer Fortschritt*, *signifikant negativer Fortschritt*, *keine Bewertung möglich* oder *Datenlücke* [Statistik Austria, 2021]. Diese Bewertungen erfolgen für die jeweiligen Indikatoren der Unterziele.

Bei der Betrachtung der wasserwirtschaftlich relevanten Ziele zeigt sich für Österreich, dass von den 14 Zielen bei fünf alle jeweils relevanten Indikatoren mit den Beurteilungen *weitgehend erreicht* oder *signifikant positiver Fortschritt* bewertet wurden.

Bei der Betrachtung der insgesamt 21 behandelten Indikatoren ergibt sich folgendes Bild: Zwei Indikatoren gelten als *weitgehend erreicht*, vier Indikatoren werden mit einem *signifikant positiven Fortschritt* bewertet, drei Indikatoren weisen einen *moderat positiven Fortschritt* auf, während bei sieben Indikatoren *keine Bewertung möglich* ist. Drei Indikatoren weisen *Datenlücken* auf und zwei Indikatoren werden in den österreichischen Indikatorenberichten nicht behandelt [Statistik Austria, 2020; 2021]."

4. Welche Maßnahmen müssen bei Nichteinhaltung der vorgegebenen Ziele ergriffen werden, um diese nachhaltig und unter der Berücksichtigung sozio-hydrologischer Aspekte zu erreichen?

Um zu entscheiden, bei welchen Unterzielen für Österreich noch weiterer Handlungsbedarf besteht, wurden nicht nur die Trendbewertungen der einzelnen Indikatoren berücksichtigt, sondern auch zusätzliche Informationen, die zu den jeweiligen Indikatoren verfügbar waren. Dies ist wichtig, da die Trendbewertung lediglich angibt, wie sich der Fortschritt in den letzten Jahren entwickelt hat, jedoch nicht bewertet, wie gut der tatsächliche Wert ist. Dabei wurde festgestellt, dass beim Indikator „Gute Wasserqualität an allen Gewässern“ (Trendbewertung: *keine Bewertung möglich*), der Teil des „Unterziels 6.3 – Wasserqualität“ ist, sowie bei den Indikatoren „Wirtschaftliche Schäden durch Katastrophen“ und „Schäden an Infrastruktur und Dienstleistungen durch Katastrophen“, die beide Teil des „Unterziels 11.5 – Auswirkungen von Katastrophen“ sind und *Datenlücken* aufweisen, das größte Verbesserungspotenzial besteht [Statistik Austria, 2020; 2021].

Bezüglich der *Wasserqualität* sind mögliche Verbesserungsfelder die nachhaltige Bewirtschaftung von Land, die Optimierung der Abwasserbehandlung, Verhaltensänderungen in der Bevölkerung sowie die Vermeidung oder der Ersatz problematischer Inhaltsstoffe. In Bezug auf die *Auswirkungen von Katastrophen* ist vor allem der Umgang mit Hochwassern entscheidend, da erwartet wird, dass diese in der Periode um das Jahr 2030 bis zu 80 % aller Schäden verursachen werden, die durch Wetter- oder Klimaereignisse entstehen [Steininger et al., 2020]. Das Hochwasserrisikomanagement kann beispielsweise durch die Stärkung der Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung, die verstärkte Renaturierung von Fließgewässern sowie die Verbesserung und Ausweitung von Frühwarnsystemen und Notfallplänen optimiert werden. Generell ist es wichtig zu betonen, dass sich die Kombination verschiedener Maßnahmen als effektiv erweist.

Bei der Ausarbeitung der Maßnahmevorschläge wurden sozio-hydrologische Aspekte berücksichtigt. Das bedeutet, dass Probleme aus der Vergangenheit betrachtet wurden, um zu analysieren, welche Maßnahmen ergriffen wurden, wie die Menschen darauf reagiert haben und ob diese Maßnahmen nicht nur kurzfristig, sondern auch langfristig effektiv waren.

Ausblick

Da weltweit bereits Millionen von Menschen mit Wasserkrisen wie Überschwemmungen, fehlendem Zugang zu sauberem Trinkwasser, dem Rückgang der Grundwasservorkommen oder Dürren konfrontiert sind, ist mit Blick in die Zukunft ein nachhaltiger Umgang mit Wasser unumgänglich [Srinivasan et al., 2012].

Somit ist es wichtig, dass in Österreich weiterhin umfassende Daten zu den wasserwirtschaftlichen Indikatoren der SDGs gesammelt werden, insbesondere für jene Indikatoren, bei denen bislang Datenlücken bestehen. Eine kontinuierliche Datenerhebung kann die Qualität und Aussagekraft der Ergebnisse in Zukunft erhöhen. Dies ist entscheidend, um auf Basis der Datenanalysen bei Bedarf gezielte Maßnahmen ergreifen zu können.

Auch im Hinblick auf die Sozio-Hydrologie ist es erforderlich, zusätzliche Daten zu sammeln. Das Verständnis der komplexen Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft, Hydrologie, Politik, Wirtschaft und Technik ermöglicht es, bei auftretenden Problemen wirksame und nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Diese interdisziplinäre Perspektive fördert nicht nur ein besseres Verständnis der dynamischen Prozesse von Mensch-Wassersystemen, sondern hilft auch dabei, dass verschiedene Sektoren erkennen, dass sie eine Verantwortung für dieses Thema tragen.

Obwohl bereits Anstrengungen unternommen werden, um einen nachhaltigen Umgang mit Wasser zu fördern, bleibt die Herausforderung bestehen, dieses Ziel sowohl in Österreich als auch weltweit zu priorisieren. Um die Wasserwirtschaft nachhaltig zu gestalten, ist es wichtig, gesellschaftliche, ökologische und ökonomische Aspekte zu berücksichtigen und die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Sektoren zu stärken. Nur so kann, neben den anderen Krisen, mit denen unsere Gesellschaft ständig konfrontiert ist, ein nachhaltiger Umgang mit Wasser in Zukunft realisiert werden.

Literaturverzeichnis

- AgrarMarkt Austria (2022). *Merkblatt Cross Compliance 2022, Teil 2*.
- Alcott, B. (2005). Jevons' paradox. *Ecological economics* 54(1), 9–21.
- Alwardt, C. (2011). *Wasser als globale Herausforderung: Die Ressource Wasser*. IFSH-Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik.
- Amt der NÖ Landesregierung (2024a). Düngempfehlungen. <http://www.nid.at/app/r/extern/nid-at/startseite>. (Stand: 03.09.2024).
- Amt der NÖ Landesregierung (2024b). Nitratinformationsdienst. https://www.noe.gv.at/noe/Wasser/Landwirtschaft_NID.html. (Stand: 03.09.2024).
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2016). Mur Hochwasserschutz: Bad Radkersburg - Halbenrain. https://www.bad-radkersburg.gv.at/fileadmin/red_gem/Server-Daten/GEMEINDE/News-Links/Mur-Hochwasserschutz.pdf. (Stand: 25.09.2024).
- Amt der Vorarlberger Landesregierung (2024). *Hochwasserschutz und Eigenvorsorge - Tipps und Infos zum Gebäudeschutz*. Wien.
- Austria Press Agency (APA) (2024). 43 Millionen Euro Hochwasserschutzprojekt im Triestingtal eröffnet. https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20240525_OTS0006/43-millionen-euro-hochwasserschutzprojekt-im-triestingtal-eroeffnet. (Stand: 11.07.2024).
- Becker, G. S. (1962). Irrational behavior and economic theory. *Journal of political economy* 70(1), 1–13.
- Binder, A., O. Langefeld, and M. Hitch (2018). Integration of sustainability in mining engineering education. *Mining Report* 154(5).

- Blöschl, G. (2022). Three hypotheses on changing river flood hazards. *Hydrology and Earth System Sciences* 26(19), 5015–5033.
- Blöschl, G. (2024). Das September-Hochwasser: Was lernen wir daraus? <https://www.tuwien.at/tu-wien/aktuelles/news/news/das-september-hochwasser-was-lernen-wir-daraus>. (Stand: 24.09.2024).
- Blöschl, G., A. P. Blaschke, K. Haslinger, M. Hofstätter, J. Parajka, J. Salinas, and W. Schöner (2018a). Auswirkungen der Klimaänderung auf Österreichs Wasserwirtschaft - ein aktualisierter Statusbericht. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft*.
- Blöschl, G., A. P. Blaschke, K. Haslinger, M. Hofstätter, J. Parajka, J. Salinas, and W. Schöner (2018b). Impact of climate change on austria's water sector — an updated status report. *Österreichische Wasser-Und Abfallwirtschaft* 70, 462–473.
- Blöschl, G. and H. Czerny (2024). Leitfaden zum nachweis der hochwassersicherheit von talsperren.
- Blöschl, G., J. Hall, J. Parajka, R. A. Perdigão, B. Merz, B. Arheimer, G. T. Aronica, A. Bilibashi, O. Bonacci, M. Borga, et al. (2017). Changing climate shifts timing of european floods. *Science* 357(6351), 588–590.
- Blöschl, G., J. Hall, A. Viglione, R. A. Perdigão, J. Parajka, B. Merz, D. Lun, B. Arheimer, G. T. Aronica, A. Bilibashi, et al. (2019). Changing climate both increases and decreases european river floods. *Nature* 573(7772), 108–111.
- Blöschl, G., J. Komma, T. Nester, M. Rogger, J. L. Salinas, and A. Viglione (2018). Die Wirkung des Waldes auf Hochwaesser (The effect of forests on floods). *Wildbach-und Lawinenverbau: Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions-und Steinschlagschutz* 181, 288–296.
- Blöschl, G., T. Nester, J. Komma, J. Parajka, and R. A. Perdigão (2013). Das Juni-Hochwasser 2013–Analyse und Konsequenzen für das Hochwasserrisikomanagement. *Österreichische Ingenieur-und Architekten-Zeitschrift* 158, 141–152.
- Blöschl, G. and M. Sivapalan (1995). Scale issues in hydrological modelling: a review. *Hydrological processes* 9(3-4), 251–290.

- Blöschl, G., H. Stiefelmeyer, T. Hlatky, and J. Waser (2022). HORA - Richtige Naturgefahrenkommunikation schafft Risikobewusstsein. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft* 74(3), 134–143.
- Blöschl, G., A. Viglione, R. Merz, J. Parajka, J. Salinas, and W. Schöner (2011). Auswirkungen des klimawandels auf hochwasser und niederwasser. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft* 63(1), 21–30.
- Blöschl, G., J. Waser, A. Buttinger-Kreuzhuber, D. Cornel, J. Eisl, M. Hofer, M. Hollaus, Z. Horváth, J. Komma, A. Konev, et al. (2022). HOchwasserRisikozonierung Austria 3.0 (HORA 3.0). *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft* 74(5), 212–223.
- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (2024). Gewässerrandstreifen: Mehr als eine Pufferzone für die Natur. <https://www.bund.net/fluesse-gewaesser/wasserrahmenrichtlinie/gewaesserrandstreifen/>. (Stand: 08.07.2024).
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) (2024). Naturgefahr: Hochwasser. https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/Risikomanagement/Baulicher-Bevoelkerungsschutz/Schutz-vor-Naturgefahren/Hochwasser/hochwasser_node.html. (Stand: 10.06.2024).
- Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW) (2022). Die Qualität des Bodenwassers im Marchfeld. https://www.baw.at/wasser-boden/projekte/qualitaet_bodenwasser_marchfeld.html. (Stand: 03.09.2024).
- Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW) (2024a). Grundwasserschutz. <https://www.baw.at/wasser-boden/Abteilungen/gws.html>. (Stand: 20.06.2024).
- Bundesamt für Wasserwirtschaft (BAW) (2024b). Umsetzung der EU-Hochwasserrichtlinie. <https://www.baw.at/wasserbau/projekte/laufende-projekte/umsetzung-eu-hochwasserrichtlinie.html>. (Stand: 17.06.2024).
- Bundeskanzleramt (2024). Nachhaltige Entwicklung – Agenda 2030 / SDGs. <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/nachhaltige-entwicklung-agenda-2030.html>. (Stand: 17.02.2024).
- Bundeskanzleramt Österreich (2024). Gefährliche Abfälle. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_und_wohnen/abfall/gefaehrliche-abfaelle.html. (Stand: 15.08.2024).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2022a). Energie in Österreich - Zahlen, Daten, Fakten.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2022b). Hochwasserschutzstrategie.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2023). *Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2023 für das Referenzjahr 2021*.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2024a). Begriffsdefinition Agenda 2030. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/agenda2030/begriff.html. (Stand: 02.02.2024, <https://archive.is/qlgz1>).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2024b). Biodiversitätsstrategie Österreich 2030+. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/naturschutz/biol_vielfalt/biodiversitaetsstrategie/biodiversitaetsstrategie_2030.html. (Stand: 18.08.2024).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2024c). Chemiewirtschaft und Biozide - Internationale Übereinkommen. https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/chemiewirtschaft/international.html. (Stand: 20.05.2024).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2024d). Elektrizität. <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/elektrizitaet.html>. (Stand: 25.06.2024).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2024e). Gesicherte Altlast N49: Deponie Tulln. <https://www.altlasten.gv.at/atlas/verzeichnis/Niederoesterreich/Niederoesterreich-N49.html>. (Stand: 23.09.2024).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2024f). Hochwasserschutz. <https://www.bmk.gv.at/themen/verkehr/wasser/hochwasserschutz.html>. (Stand: 10.06.2024).

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (2024g). Invasive gebietsfremde Arten. <https://www.bmk.gv.at/themen/natur/biodiversitaet/invasive-arten.html>.

at/themen/klima_umwelt/naturschutz/biol_vielfalt/gebietsfremde/bioinvasive.html#was-sind-invasive-gebietsfremde-arten--0-2. (Stand: 14.05.2024).

Bundesministerium für Kunst, Kultur, öffentlichen Dienst und Sport (BMKÖS) (2024). Bereitstellung von Soldatinnen und Soldaten für Katastrophenhilfeeinsätze im Inland. <https://wirkungsmonitoring.gv.at/kennzahl-detail/bereitstellung-von-soldatinnen-und-soldaten-fuer-katastrophenhilfeeinsaetze-im-inland-6664-525/>. (Stand: 17.08.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2010). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 - NGP 2009.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2012). *Schutz vor Naturgefahren in Österreich 2002-2011*.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2017). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2018). Wasserland Österreich.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2021). Zahlen und Fakten 2021.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2023a). Umsetzung der GLÖZ-Standards (Teil der Konditionalität) im Rahmen des GAP-Strategieplans 2023-2027.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2023b). *Wassergüte in Österreich - Jahresbericht 2018-2020*.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024a). BML investiert 2024 rund 124 Millionen Euro in Hochwasserschutzprojekte. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/124-millionen-fuer-hochwasserschutzprojekte.html>. (Stand: 11.07.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024b). Die Hochwasserereignisse im Jahre 2002 in Österreich. <https://info.bml>.

gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/hydrographie/chronik-besonderer-ereignisse/Hochwasser2002.html. (Stand: 09.09.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024c). Erweiterte Konditionalität. <https://info.bml.gv.at/themen/landwirtschaft/gemeinsame-agrarpolitik-foerderungen/nationaler-strategieplan/direktzahlungen-ab-2023/erweitertekonditionalitaet.html>. (Stand: 14.09.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024d). Flussbau und Ökologie. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/richtlinien-leitfaeden/flussbau-oekologie.html>. (Stand: 29.08.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024e). Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzept (GERM) - Version 2024. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/richtlinien-leitfaeden/leitfaden-germ-version-2024.html>. (Stand: 28.07.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024f). Hochwasserrisiko. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wisa/hochwasserrisiko.html>. (Stand: 17.06.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024g). Hochwasserrisikozonierung. <https://hora.gv.at/#/chwrz:-/bgrau/a-/@47.45078,13.8163,7z>. (Stand: 26.09.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024h). Hochwasserschutz am Schleinzbach und Schmida eröffnet. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/hochwasserschutz-aktuell/hochwasserschutz-schleinzbach-und-schmida-eroeffnet.html>. (Stand: 11.07.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024i). Hochwasserschutz und Eigenvorsorge. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/bewusstsein/eigenvorsorge.html>. (Stand: 11.07.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024j). Hochwasserschutzprojekt Triestingtal fertiggestellt. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/hochwasserschutzprojekt-triestingtal-fertiggestellt.html>. (Stand: 11.07.2024).

[//info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/hochwasserschutz_aktuell/hochwasserschutzprojekt-triestingtal-fertiggestellt.html](https://info.bml.gv.at/themen/wasser/schutz-vor-hochwasser/hochwasserschutz_aktuell/hochwasserschutzprojekt-triestingtal-fertiggestellt.html). (Stand: 11.07.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024k). LIFE-Förderung. <https://info.bml.gv.at/service/foerderungen/publizitaetsmassnahmen/lifefoerderung.html>. (Stand: 12.07.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024l). LIFE-Projekt Lebensader Obere Drau. https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasser-eu-international/eu-foerderprogramme/life-natur/life-projekte_abgeschl/life-obere-drau.html. (Stand: 12.07.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024m). Ngp 2021. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wisa/ngp/ngp-2021.html>. (Stand: 20.06.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024n). Schutz und Überwachung der gewässer. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasserqualitaet/SchutzUeberwachung.html>. (Stand: 11.08.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024o). Trinkwasser und Wasserverbrauch. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/nutzung-wasser/wasserversorgung/Trinkwasser.html>. (Stand: 24.06.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024p). Trinkwassersicherungsplan veröffentlicht . <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/nutzung-wasser/trinkwassersicherungsplan.html>. (Stand: 04.09.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024q). Umweltziele - der gute Zustand für unsere Gewässer. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/gewaesserbewirtschaftung/umweltziele.html>. (Stand: 26.06.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024r). Waldinventur des BFW. <https://info.bml.gv.at/themen/wald/wald-in-oesterreich/wald-und-zahlen/waldinventur2019.html>. (Stand: 17.08.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024s). Was bedeutet Gewässerökologie und wo kann ich mich zu diesem The-

ma informieren? . <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/gewaesserbewirtschaftung/umsetzungsprojekte/gewaesseroekologie.html>. (Stand: 25.06.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024t). Wassergüte jahresbericht 2018-2020. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasserqualitaet/jahresbericht-2018-2020.html>. (Stand: 11.08.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024u). Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/eg). <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasser-eu-international/rechtliche-aspekte/eu-wasserrecht/Wasserrahmen-RL.html>. (Stand: 20.06.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024v). Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG 1959). <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/wasser-oesterreich/wasserrecht-national/wasserrechtsgesetz/WRG1959.html>. (Stand: 20.06.2024).

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft (BML) (2024w). Wasserversorgung und Wasserverbrauch in Österreich. <https://info.bml.gv.at/themen/wasser/nutzung-wasser/wasserversorgung/versorgung.html>. (Stand: 03.08.2024).

Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) (2020). *Bin ich hochwassergefährdet?*

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) (2018). *Wassergüte in Österreich - Jahresbericht 2013–2015*. Wien.

Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (Sozialministerium) (2023). Das Anbieten von Strom aus Wasserkraft muss sich auch beim Preis widerspiegeln. https://www.konsumentenfragen.at/konsumentenfragen/Bauen_Wohnen_und_Versorgungsleistungen/News/Verbund-Urteil-_Was_bedeutet_das_fuer_Stromkund-innen_.html#. (Stand: 25.08.2024).

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2024). 17 Nachhaltigkeitsziele – SDGs. <https://www.bmu.de/themen/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsziele-sdgs>. (Stand: 16.02.2024,).

- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) (2024). AGENDA 2030 - Die globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung. <https://www.bmz.de/de/agenda-2030>. (Stand: 17.02.2024).
- Caldas, M. M., M. R. Sanderson, M. Mather, M. D. Daniels, J. S. Bergtold, J. Aistrup, J. L. Heier Stamm, D. Haukos, K. Douglas-Mankin, A. Y. Sheshukov, et al. (2015). Endogenizing culture in sustainability science research and policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(27), 8157–8159.
- Cepal, N. (2016). The 2030 agenda and the sustainable development goals: An opportunity for latin america and the caribbean.
- Danmarks Statistik (2020). *Make global goals our goals*.
- Deutsche UNESCO-Kommission (2024). UN-Weltwasserbericht 2019: Daten und Fakten. <https://www.unesco.de/presse/pressematerial/un-weltwasserbericht-2019-daten-und-fakten>. (Stand: 18.08.2024).
- Deutscher Akademischer Austauschdienst (2024). Die Agenda 2030 und die SDGs. <https://www.daad.de/de/der-daad/was-wir-tun/nachhaltigkeit/die-agenda-2030-und-die-sdgs/>. (Stand: 13.02.2024).
- Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH (2022). Wo es im Trinkwasser hakt . <https://www.wochenblatt-dlv.de/impressum>. (Stand: 04.09.2024).
- Devátý, J., T. Dostál, R. Hösl, J. Krása, and P. Strauss (2019). Effects of historical land use and land pattern changes on soil erosion—case studies from lower austria and central bohemia. *Land Use Policy* 82, 674–685.
- Di Baldassarre, G., M. Kooy, J. Kemerink, and L. Brandimarte (2013). Towards understanding the dynamic behaviour of floodplains as human-water systems. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(8), 3235–3244.
- Di Baldassarre, G., F. Martinez, Z. Kalantari, and A. Viglione (2017). Drought and flood in the anthropocene: feedback mechanisms in reservoir operation. *Earth System Dynamics* 8(1), 225–233.

- Di Baldassarre, G., A. Montanari, H. Lins, D. Koutsoyiannis, L. Brandimarte, and G. Blöschl (2010). Flood fatalities in africa: from diagnosis to mitigation. *Geophysical research letters* 37(22).
- Di Baldassarre, G., M. Sivapalan, M. Rusca, C. Cudennec, M. Garcia, H. Kreibich, M. Konar, E. Mondino, J. Mård, S. Pande, et al. (2019). Sociohydrology: scientific challenges in addressing the sustainable development goals. *Water Resources Research* 55(8), 6327–6355.
- Di Baldassarre, G., A. Viglione, G. Carr, L. Kuil, J. Salinas, and G. Blöschl (2013). Socio-hydrology: conceptualising human-flood interactions. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(8), 3295–3303.
- Di Baldassarre, G., N. Wanders, A. AghaKouchak, L. Kuil, S. Rangelcroft, T. I. Veldkamp, M. Garcia, P. R. van Oel, K. Breinl, and A. F. Van Loon (2018). Water shortages worsened by reservoir effects. *Nature Sustainability* 1(11), 617–622.
- Duden (2024). Multilateralismus. <https://www.duden.de/rechtschreibung/Multilateralismus>. (Stand: 17.02.2024).
- Dumont, A., B. Mayor, and E. López-Gunn (2013). Is the rebound effect or jevons paradox a useful concept for better management of water resources? insights from the irrigation modernisation process in spain. *Aquatic procedia* 1, 64–76.
- D’Angelo, C., A. Fiori, and E. Volpi (2020). Structural, dynamic and anthropic conditions that trigger the emergence of the levee effect: insight from a simplified risk-based framework. *Hydrological Sciences Journal* 65(6), 914–927.
- Eberstaller-Fleischanderl, D. and J. Eberstaller (2014). Flussbau und ökologie, flussbauliche maßnahmen zur erreichung des gewässerökologischen zielzustandes. *Wien, Austria*.
- ECHA (2024). REACH verstehen. <https://echa.europa.eu/de/regulations/reach/understanding-reach>. (Stand: 08.07.2024).
- Economist, T. (2011). Welcome to the anthropocene. *The Economist*.
- Eder, M. (2006). Der biologische Landbau in Österreich: Eine Erfolgsgeschichte. *Alternative Strategien für die Landwirtschaft*.

- Ehrlich, P. R. and P. H. Raven (1964). Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution*, 586–608.
- Eis, D., D. Helm, D. Laußmann, and K. Stark (2010). Klimawandel und Gesundheit. Ein Sachstandsbericht. Robert Koch-Institut, Berlin.
- European Environment Agency (EEA) (2024a). Development of the water exploitation index plus (wei+). https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/water-exploitation-index-plus/#tab-chart_1_filters=%7B%22rowFilters%22%3A%7B%7D%3B%22columnFilters%22%3A%7B%22pre_config_year%22%3A%5B%222011%22%5D%7D%3B%22sortFilter%22%3A%5B%22__default__%22%5D%7D. (Stand: 18.08.2024).
- European Environment Agency (EEA) (2024b). Oxygen consuming substances in european rivers. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/oxygen-consuming-substances-in-european-rivers?activeAccordion=546a7c35-9188-4d23-94ee-005d97c26f2b>. (Stand: 03.08.2024).
- European Union (EU) (2024). LIFE Programme. https://cinea.ec.europa.eu/programmes/life_en. (Stand: 12.07.2024).
- Eurostat (2017). *Sustainable development in the European Union: monitoring report on progress towards the SDGS in an EU context*. Publications office of the European Union.
- Eurostat (2024a). Indikatoren für nachhaltige Entwicklung. <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/sdi/information-data>. (Stand: 16.02.2024).
- Eurostat (2024b). Wassernutzungsindex, plus (WEI+). <https://data.europa.eu/data/datasets/byobiw86oozdduikcwmlxg?locale=de>. (Stand: 18.08.2024).
- Falkenmark, M. and J. Rockström (2008). Building resilience to drought in desertification-prone savannas in sub-saharan africa: The water perspective. In *Natural resources forum*, Volume 32, pp. 93–102. Wiley Online Library.
- Federal Office for Spatial Development ARE (2024). 1987: Brundtland Report. <https://www.are.admin.ch/are/en/home/media/publications/sustainable-development/brundtland-report.html>. (Stand: 17.02.2024).

- Ferdous, M. R., A. Wesselink, L. Brandimarte, G. Di Baldassarre, and M. M. Rahman (2019). The levee effect along the jamuna river in bangladesh. *Water international* 44(5), 496–519.
- Fiener, P. and K. Auerswald (2003). Effectiveness of grassed waterways in reducing runoff and sediment delivery from agricultural watersheds. *Journal of Environmental Quality* 32(3), 927–936.
- Fränkische (2024). Landwirtschaftliche Dränung. <https://www.fraenkische.com/de-AT/competence/agricultural-drainage>. (Stand: 13.09.2024).
- Gaál, L., J. Szolgay, S. Kohnová, J. Parajka, R. Merz, A. Viglione, and G. Blöschl (2012). Flood timescales: Understanding the interplay of climate and catchment processes through comparative hydrology. *Water Resources Research* 48(4).
- General Assembly (2015). Resolution adopted by the general assembly on 1st september 2015. *New York: United Nations*.
- Generalversammlung (2015). Resolution verabschiedet von der Generalversammlung am 1. September 2015. *New York: United Nations*.
- GeoSphere Austria (2024). Potenzielle Schäden. <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimafolgen/potenzielle-schaeden>. (Stand: 10.07.2024).
- GeoSphere Austria (2024a). ASDR Platform. <https://www.cesare.at/en/about.html>. (Stand: 20.05.2024).
- GeoSphere Austria (2024b). Einer der wärmsten Sommer der Messgeschichte . <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/einer-der-waermsten-sommer-der-messgeschichte-1>. (Stand: 23.09.2024).
- Gleick, P. H. and M. Palaniappan (2010). Peak water limits to freshwater withdrawal and use. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(25), 11155–11162.
- goMURra (2020). Landschaftsbauliche Maßnahmen am Hochwasserschutzdamm im urbanen Bereich von Bad Radkersburg. <https://www.gomurra.eu/investitionen/landschaftsbauliche-massnahmen-in-bad-radkersburg/>. (Stand: 25.09.2024).

- Government of Croatia (2020). *Croatia Earthquake - Rapid Damage and Needs Assessment 2020*.
- Government Offices of Sweden (2021). *Report on the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- Gunderson, L. H., C. S. Holling, et al. (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Island press.
- Gutknecht, D., H. Drobir, G. Blöschl, C. Reszler, R. Merz, H. Heindl, J. Komma, R. Melbinger, P. Hochmair, H. Czerny, et al. (2009). Leitfaden zum nachweis der hochwassersicherheit von talsperren.
- Hajian, M. and S. J. Kashani (2021). Evolution of the concept of sustainability. from brundtland report to sustainable development goals. In *Sustainable resource management*, pp. 1–24. Elsevier.
- Halbac-Cotoara-Zamfir, R. (2015). A history of agricultural land drainage. *CABI Databases*.
- Heigl, Andrea (2013). Kaum Hochwasser in Wien dank des Milliarden-Dings. <https://www.derstandard.at/story/1369362618079/kaum-hochwasser-in-wien-dank-des-milliarden-dings>. (Stand: 05.09.2024).
- Higgs, K. (2022). A brief history of the limits to growth debate. *Sustainability and the New Economics: Synthesising Ecological Economics and Modern Monetary Theory*, 123–136.
- Hinkel, R. and K. Landsmann (1997). *Floridsdorf von A-Z: der 21. Bezirk in 1.000 Stichworten*. Brandstätter.
- Hohensinner, S., B. Lager, V. Schuller, and A. Hahmann (2016). Wiener Donau 1529 - 2010. Flussmorphologische Rekonstruktion im Rahmen des FWF-Projekts ENVIEDAN.
- Hösl, R. and P. Strauss (2016). Conservation tillage practices in the alpine forelands of austria—are they effective? *Catena* 137, 44–51.
- Hösl, R., P. Strauss, and T. Glade (2012). Man-made linear flow paths at catchment scale: Identification, factors and consequences for the efficiency of vegetated filter strips. *Landscape and Urban Planning* 104(2), 245–252.

- Illwerke VKW AG (2024). Kopswerk II. <https://www.illwerkekw.at/kopswerk-ii>. (Stand: 26.08.2024).
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) (2024). The EU adopts its new Nature Restoration Law . <https://www.iucn.org/news/202406/eu-adopts-its-new-nature-restoration-law>. (Stand: 12.07.2024).
- Jing-yi, D., Z. Wen-wu, and F. Xue-ning (2015). Socio-hydrology: A review. *Yingyong Shengtai Xuebao* 26(4).
- Kaika, M. (2017). 'Don't call me resilient again!': the new urban agenda as immunology. . . or. . . what happens when communities refuse to be vaccinated with 'smart cities' and indicators. *Environment and urbanization* 29(1), 89–102.
- Kandasamy, J., D. Sounthararajah, P. Sivabalan, A. Chanan, S. Vigneswaran, and M. Sivapalan (2014). Socio-hydrologic drivers of the pendulum swing between agricultural development and environmental health: a case study from murrumbidgee river basin, australia. *Hydrology and Earth System Sciences* 18(3), 1027–1041.
- Kates, R. W., C. E. Colten, S. Laska, and S. P. Leatherman (2006). Reconstruction of new orleans after hurricane katrina: a research perspective. *Proceedings of the national Academy of Sciences* 103(40), 14653–14660.
- Kern, T. (2022). Josef Popper - oder: Als vor 140 Jahren eine Vision zur Realität wurde. e & i *Elektrotechnik und Informationstechnik* 139(7), 608–611.
- Kidd, C. V. (1992). The evolution of sustainability. *Journal of agricultural and environmental ethics* 5, 1–26.
- Kirche bunt (2023). Ein Land vereint in der Katastrophe. https://www.meinekirchenzeitung.at/niederoesterreich-kirche-bunt/c-gesellschaft-soziales/ein-land-vereint-in-der-katastrophe_a59131. (Stand: 24.09.2024).
- Kline, B. (2022). *First along the river: A brief history of the US environmental movement*. Rowman & Littlefield.
- Koch, F. and K. Krellenberg (2021). *Nachhaltige Stadtentwicklung: Die Umsetzung der Sustainable Development Goals auf kommunaler Ebene*. Springer Nature.

- Konar, M., M. Garcia, M. R. Sanderson, D. J. Yu, and M. Sivapalan (2019). Expanding the scope and foundation of sociohydrology as the science of coupled human-water systems. *Water Resources Research* 55(2), 874–887.
- Kopnina, H. (2016). The victims of unsustainability: A challenge to sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 23(2), 113–121.
- Kreuzinger, N., J. Haslinger, L. Kornfeind, H. Schaar, E. Saracevic, A. Winkelbauer, F. Hell, C. Walder, M. Müller, A. Wagner, et al. (2015). KomOzAk-Weitergehende Reinigung kommunaler Abwässer mit Ozon sowie Aktivkohle für die Entfernung organischer Spurenstoffe, Endbericht.
- Kuhlman, T. and J. Farrington (2010). What is sustainability? *Sustainability* 2(11), 3436–3448.
- KURIER (2014a). Mödlinger Trinkwasser wieder in Ordnung. <https://kurier.at/chronik/niederoesterreich/moedlinger-trinkwasser-wieder-in-ordnung/102.428.945>. (Stand: 23.09.2024).
- KURIER (2014b). Pestizid ins Mödlinger Trinkwasser geflossen. <https://kurier.at/chronik/niederoesterreich/pestizid-ins-moedlinger-trinkwasser-geflossen/101.727.603>. (Stand: 23.09.2024).
- LAG 21 NRW (2024). Nachhaltige Entwicklung auf Ebene der Vereinten Nationen. <https://www.lag21.de/portal-nachhaltigkeit/internationale-ebene/>. (Stand: 10.02.2024).
- Land Steiermark (2024a). Hochwasserberichte Steiermark. <https://www.hydrografie.steiermark.at/cms/ziel/159805878/DE/>. (Stand: 24.09.2024).
- Land Steiermark (2024b). Riesenbärenklau. <https://www.verwaltung.steiermark.at/cms/beitrag/10743723/74837516/>. (Stand: 24.09.2024).
- Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU) (2024). Ökologie der Fließgewässer. <https://wasserportal.rlp-umwelt.de/auskunftssysteme/oekologie-der-fluessgewaesser>. (Stand: 17.07.2024).

- Landwirtschaftskammer Österreich (2024). Vor-Ort-Kontrolle II: In neuer GAP ersetzt Konditionalität Cross Compliance. <https://www.lko.at/vor-ort-kontrolle-ii-in-neuer-gap-ersetzt-konditionalit%C3%A4t-cross-compliance+2400+3842995>. (Stand: 13.07.2024).
- Lindinger, H., J. Grath, H. Brielmann, A. Schönbauer, I. Gattringer, C. Formanek, M. Broer, T. Rosmann, C. Holler, M. Szerencsits, et al. (2021). *Wasserschatz Österreichs: Grundlagen für Nachhaltige Nutzungen des Grundwassers*.
- Liu, Y. (2016). *Co-evolution and driving mechanism of coupled socio-hydrological system in arid areas*. Ph. D. thesis, PhD dissertation. Beijing, China: Department of Hydraulic Engineering
- Loucks, D. P. and E. Van Beek (2017). *Water resource systems planning and management: An introduction to methods, models, and applications*. Springer.
- Malthus, T. R. (1878). *An essay on the principle of population: Or, a view of its past and present effects on human happiness, with an inquiry into our prospects respecting the future removal or mitigation of the evils which it occasions*. London, Reeves and Turner.
- Manfredo, M. J., J. J. Vaske, A. Rechkemmer, and E. A. Duke (2014). *Understanding society and natural resources: Forging new strands of integration across the social sciences*. Springer Nature.
- Martens, J. and B. Ellmers (2021). *Agenda 2030: wo steht die Welt?: 5 Jahre SDGs-eine Zwischenbilanz*. Bonn: Global Policy Forum.
- Mauruszat, A. (2011). Kraftwerk Mayrhofen. https://www.wikidata.org/wiki/Q11988792#/media/File:Kraftwerk_Mayrhofen.jpg. (Stand: 21.09.2024).
- MDG Monitor (2024). Category: Millennium Development Goals. <https://www.mdgmonitor.org/millennium-development-goals>. (Stand: 10.02.2024).
- Meadows, D. H., D. L. Meadows, J. Randers, and W. W. Behrens (2018). The limits to growth. In *Green planet blues*, pp. 25–29. Routledge.
- MeinBezirk (2016). Die Arbeiten an der Mur starten. https://www.meinbezirk.at/suedoststeiermark/c-lokales/die-arbeiten-an-der-mur-starten_a1792345. (Stand: 25.09.2024).

- MeinBezirk (2017). Nitrat im Grundwasser: Projekt sucht Lösungen. https://www.meinbezirk.at/gaenserndorf/c-lokales/nitrat-im-grundwasser-projekt-sucht-loesungen_a2166228. (Stand: 04.09.2024).
- MeinBezirk (2020). Barrierefreiheit für die Fische. https://www.meinbezirk.at/klagenfurt-land/c-lokales/barrierefreiheit-fuer-die-fische_a4264782. (Stand: 24.09.2024).
- MeinBezirk (2023). Schmutzwasser wurde in Liesingbach geleitet. https://www.meinbezirk.at/liesing/c-lokales/schmutzwasser-wurde-in-liesingbach-geleitet_a6202429. (Stand: 24.09.2024).
- MeinBezirk (2024a). 70 Jahre nach der Überschwemmungskatastrophe in Wien. https://www.meinbezirk.at/wien/c-lokales/70-jahre-nach-der-ueberschwemmungskatastrophe-in-wien_a6785214. (Stand: 05.09.2024).
- MeinBezirk (2024b). Immer noch Orte überflutet und unzugänglich. https://www.meinbezirk.at/tulln/c-lokales/immer-noch-orte-ueberflutet-und-unzugaenglich_a6905145. (Stand: 24.09.2024).
- MeinBezirk (2024c). Trinkwasserversorgung auf sicheren Beinen. https://www.meinbezirk.at/graz/c-lokales/trinkwasserversorgung-auf-sicheren-beinen_a6769290. (Stand: 24.09.2024).
- Merz, R., G. Blöschl, and G. Humer (2008). Hochwasserabflüsse in Österreich - das HORA-Projekt. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft* 9(60), 129–138.
- Michlmayr, F. (1997). *Vom Römerlager Vindobona zur Donauinsel: Donauregulierungen im Wiener Stadtgebiet*. na.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) (2024). Selbstreinigung. <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt-natur/wasser/gewaesseroekologie/selbstreinigung>. (Stand: 26.06.2024).
- Morin, J.-F., A. Orsini, et al. (2021). *Essential concepts of global environmental governance*. Routledge.

- Mühlmann, H. and M. Wenk (2024). *Leitfaden Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzept (GE-RM) - Fassung 2024*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft.
- Müller-Rechberger, H., K. Lenz, C. Steidl, and I. Zieritz (2022). Kommunales Abwasser - Lagebericht 2022.
- Nationen, V. (2015). *Sendai Rahmenwerk für Katastrophenvorsorge 2015-2030*.
- Naturschutzbund Österreich (2024a). Japanischer Staudenknöterich (*Fallopia japonica*). <https://naturschutzbund.at/alien-leser/items/2024-japanischer-staudenknöterich.html>. (Stand: 21.09.2024).
- Naturschutzbund Österreich (2024b). Signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*). <https://naturschutzbund.at/signalkrebs.html>. (Stand: 10.09.2024).
- Neubäumer, R. (2021). Ist das Pariser Abkommen der Durchbruch zu einem weltweiten Klimaabkommen? *Wirtschaftsdienst* 101(10), 781–788.
- Niederösterreichische Nachrichten (NÖN) (2024). Rückhaltebecken Fahrafeld hat bis jetzt gehalten. <https://www.noen.at/baden/hochwasser-im-bezirk-rueckhaltebecken-fahrafeld-hat-bis-jetzt-gehalten-439638956>. (Stand: 23.09.2024).
- Norton, B., R. Costanza, and R. C. Bishop (1998). The evolution of preferences: why sovereign preferences may not lead to sustainable policies and what to do about it. *Ecological economics* 24(2-3), 193–211.
- Österreich, R. (2020). Österreich und die Agenda 2030: Freiwilliger Nationaler Bericht zur Umsetzung der Nachhaltigen Entwicklungsziele/SDGs (FNU). Online: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:7365a677-6028-41d7-8cdf-1911d2353ac4/Austrias_Voluntary_National_20200608.pdf [2023-04-28].
- Oyama, M. D. and C. A. Nobre (2003). A new climate-vegetation equilibrium state for tropical south america. *Geophysical research letters* 30(23).
- Page, M. J., J. E. McKenzie, P. M. Bossuyt, I. Boutron, T. C. Hoffmann, C. D. Mulrow, L. Shamseer, J. M. Tetzlaff, E. A. Akl, S. E. Brennan, et al. (2021). The prisma 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj* 372.

- Pahl-Wostl, C., G. Becker, C. Knieper, and J. Sendzimir (2013). How multilevel societal learning processes facilitate transformative change: a comparative case study analysis on flood management. *Ecology and Society* 18(4).
- Peduzzi, P., A. De Bono, and C. Herold (2015). Making development sustainable: The future of disaster risk management. *Global assessment report on disaster risk reduction*.
- Peel, M. C. and G. Blöschl (2011). Hydrological modelling in a changing world. *Progress in Physical Geography* 35(2), 249–261.
- Pepper, M., C. Roche, and G. Mudd (2014). Mining legacies—understanding life-of-mine across time and space. In *Proceedings of the Life-of-Mine Conference*, pp. 1449–1466.
- Picolotti, R. (1999). Agenda 21 and human rights: the right to participate. In *Second International Conference on Agenda*, Volume 21.
- Pielke, R. A. (1999). Nine fallacies of floods. *Climatic Change* 42, 413–438.
- Pringle, C. (2003). What is hydrologic connectivity and why is it ecologically important?
- Rieger, W. and M. Disse (2008). Dezentraler Hochwasserschutz am Beispiel der Windach. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 11(2008), 623–627.
- Rohrhofer, Markus (2023). Der Quälgeist mit den scharfen Scheren. <https://www.derstandard.at/story/2000145306197/der-quaelgeist-mit-den-scharfen-scheren>. (Stand: 10.09.2024).
- Rück, M. (2007). Naturkatastrophen 2006: Analysen, Bewertungen, Positionen. *Topics Geo* 3.
- Russell, M. (2000). *Reducing the nuclear legacy burden: DOE environmental management strategy and implementation*. Joint Institute for Energy and Environment.
- Salazar, S., F. Francés, J. Komma, T. Blume, T. Francke, A. Bronstert, and G. Blöschl (2012). A comparative analysis of the effectiveness of flood management measures based on the concept of retaining water in the landscape in different european hydro-climatic regions. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 12(11), 3287–3306.
- Savenije, H. H., A. Y. Hoekstra, and P. van der Zaag (2014). Evolving water science in the anthropocene. *Hydrology and Earth System Sciences* 18(1), 319–332.

- Savio, D., L. Sinclair, U. Z. Ijaz, J. Parajka, G. H. Reischer, P. Stadler, A. P. Blaschke, G. Blöschl, R. L. Mach, A. K. Kirschner, et al. (2015). Bacterial diversity along a 2600 km river continuum. *Environmental microbiology* 17(12), 4994–5007.
- Sereining, N. (2011). *LIFE Projekt - Lebensader Obere Drau*. Amt der Kärnter Landesregierung.
- Simonis, G. (2019). *Politikwissenschaft im Anthropozän*. Denkströme.
- Sinabell, F., M. Schönhart, and E. Schmid (2018). Austrian agriculture 2020-2050. scenarios and sensitivity analyses on land use, production, livestock and production systems. *WIFO Studies*.
- Sivapalan, M. and G. Blöschl (2015). Time scale interactions and the coevolution of humans and water. *Water Resources Research* 51(9), 6988–7022.
- Sivapalan, M., M. Konar, V. Srinivasan, A. Chhatre, A. Wutich, C. Scott, J. Wescoat, and I. Rodríguez-Iturbe (2014). Socio-hydrology: Use-inspired water sustainability science for the anthropocene. *Earth's Future* 2(4), 225–230.
- Sivapalan, M., H. H. Savenije, G. Blöschl, et al. (2012). Socio-hydrology: A new science of people and water. *Hydrol. Process* 26(8), 1270–1276.
- Srinivasan, V., E. F. Lambin, S. M. Gorelick, B. H. Thompson, and S. Rozelle (2012). The nature and causes of the global water crisis: Syndromes from a meta-analysis of coupled human-water studies. *Water resources research* 48(10).
- Stadt Wien (2020). *Geschichte der Wiener Wasserversorgung*.
- Stadt Wien (2023a). *Wasserleitungen*. <https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Wasserleitungen>. (Stand: 21.06.2024).
- Stadt Wien (2023b). *Wiener Gewässer-Daten zeigen: 1000-jährliches Hochwasser am Wienfluss*. <https://presse.wien.gv.at/presse/2024/09/18/wiener-gewaesser-daten-zeigen-1000-jaehrliches-hochwasser-am-wienfluss>. (Stand: 24.09.2024).
- Stadt Wien (2024a). *Entlastungsgerinne Neue Donau*. <https://www.wien.gv.at/umwelt/gewaesser/hochwasserschutz/donau/entlastungsgerinne.html>. (Stand: 06.09.2024).

- Stadt Wien (2024b). Erste Hochquellenleitung. https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Erste_Hochquellenleitung. (Stand: 21.06.2024).
- Stadt Wien (2024c). Katastrophenhochwässer. <https://www.wien.gv.at/umwelt/gewaesser/hochwasserschutz/donau/katastrophenhochwaesser.html>. (Stand: 05.09.2024).
- Stadt Wien (2024d). Klimatologische Kenntage in Wien 1955 bis 2023. <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/tabellen/eis-hitze-tage-zr.html>. (Stand: 26.08.2024).
- Stadt Wien (2024e). System von Begleitdämmen zum Donau-Hochwasserschutz. <https://www.wien.gv.at/umwelt/gewaesser/hochwasserschutz/donau/begleitdaemme.html>. (Stand: 09.09.2024).
- Stadt Wien (2024f). Zweite Hochquellenleitung. https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Zweite_Hochquellenleitung. (Stand: 17.07.2024).
- Stadtgemeinde Bad Radkersburg (2024). Denkmal Hochwasserschutz. <https://www.bad-radkersburg.gv.at/die-stadt/denkmal/hochwasser/>. (Stand: 25.09.2024).
- Statista (2024). Ökologischer Zustand bzw. Potenzial der Fließgewässer in Österreich im Jahr 2021. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1261973/umfrage/oekologischer-zustand-der-fließgewaesser-in-oesterreich/>. (Stand: 17.07.2024).
- Statistics Norway (2021). *Sustainable Development Goals Indicators for Norway - Statistical Annex to the Norwegian Voluntary National Review 2021*.
- Statistik Austria (2020). Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung in Österreich - SDG-Indikatorbericht. 24.
- Statistik Austria (2021). *Agenda 2030 SDG-Indikatorenbericht 2021*. Wien.
- Statistik Austria (2024a). Ziel 1: Keine Armut. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-1-keine-armut>. (Stand: 03.05.2024).
- Statistik Austria (2024b). Ziel 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-11-nachhaltige-staedte-und-gemeinden>. (Stand: 08.05.2024).

- Statistik Austria (2024c). Ziel 12: Verantwortungsvolle Konsum- und Produktionsmuster. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-12-verantwortungsvolle-konsum-und-produktionsmuster>. (Stand: 22.04.2024).
- Statistik Austria (2024d). Ziel 13: Maßnahmen zum Klimaschutz. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-13-massnahmen-zum-klimaschutz>. (Stand: 08.05.2024).
- Statistik Austria (2024e). Ziel 15: Leben an Land. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-15-leben-an-land>. (Stand: 13.05.2024).
- Statistik Austria (2024f). Ziel 2: Kein Hunger. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-2-kein-hunger>. (Stand: 03.05.2024).
- Statistik Austria (2024g). Ziel 6: Sauberes Wasser und Sanitärversorgung. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-6-sauberes-wasser-und-sanitaerversorgung>. (Stand: 04.08.2024).
- Statistik Austria (2024h). Ziel 7: Bezahlbare und saubere Energie. <https://www.statistik.at/services/tools/services/indikatorensysteme/sdgs/ziel-7-bezahlbare-und-saubere-energie>. (Stand: 14.05.2024).
- Statistisches Bundesamt (2023). *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland - Indikatorenbericht 2022*.
- Statistisches Bundesamt (2024). Sustainable development indicators - Indicators of the EU Commission. <https://www.destatis.de/EN/Themes/Society-Environment/Sustainable-Development-Indicators/European/eu-sdg-indicator-set.html>. (Stand: 16.02.2024).
- Steiner, T. (2024). Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten LW-Fläche (ohne Almen) - Amt der NÖ Landesregierung. <https://umweltbericht.at/anteil-der-biologisch-bewirtschafteten-flaeche-an-der-gesamten-lw-flaeche-ohne-almen/>. (Stand: 15.08.2024).
- Steininger, K. W., B. Bednar-Friedl, H. Formayer, and M. König (2016). Consistent economic cross-sectoral climate change impact scenario analysis: Method and application to austria. *Climate Services* 1, 39–52.

- Steininger, K. W., B. Bednar-Friedl, N. Knittel, G. Kirchengast, S. Nabernegg, K. Williges, R. Mestel, H.-P. Hutter, and L. Kenner (2020). Klimapolitik in Österreich: Innovationschance Coronakrise und die Kosten des Nicht-Handelns. *Wegener Center Research Briefs* 1.
- Steininger, K. W., M. König, B. Bednar-Friedl, L. Kranzl, W. Loibl, and F. Prettenhaler (2015). Economic evaluation of climate change impacts. *Springer* 10, 978–3.
- Stejskal-Tiefenbach, M., I. Oberleitner, and M. Paar (2018). *Umsetzung der Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+*. Umweltbundesamt.
- Stolte, J. (2024). Was ist Wasserretention? <https://www.teamwasserretention.de/wasserretention/was-ist-wasserretention/>. (Stand: 13.09.2024).
- Strategic Imperatives (1987). Report of the world commission on environment and development: Our common future. Accessed Feb 10(42,427).
- Tiroler Wasserkraft AG (2024). Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz. <https://www.tiwaag.at/unternehmen/unsere-kraftwerke/kraftwerk/kraftwerksgruppe-sellrain-silz/>. (Stand: 26.08.2024).
- Tobin, G. A. (1995). The levee love affair: a stormy relationship? 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 31(3), 359–367.
- Triesting Wasserverband (2024). Rückhaltebecken Fahrafeld. https://www.leobersdorf.at/Schutzwirkung_der_Rueckhaltebecken_im_Triestingtal. (Stand: 13.07.2024).
- Troy, T., M. Konar, V. Srinivasan, and S. Thompson (2015). Moving sociohydrology forward: a synthesis across studies. *Hydrology and Earth System Sciences* 19(8), 3667–3679.
- TU Graz (2024). Neue Donau. https://austria-forum.org/af/AustriaWiki/Neue_Donau#cite_note-Flor-1. (Stand: 06.09.2024).
- TU Wien (2023). Greened flowpath. [https://hoal.hydrology.at/news-1?tx_news_pi1\[action\]=detail&tx_news_pi1\[controller\]=News&tx_news_pi1\[news\]=24&cHash=9b948688f60761b5239ae5095ffdba6c](https://hoal.hydrology.at/news-1?tx_news_pi1[action]=detail&tx_news_pi1[controller]=News&tx_news_pi1[news]=24&cHash=9b948688f60761b5239ae5095ffdba6c). (Stand: 13.09.2024).

- Uhl, M., C. Hartmann, R. Hornek-Gausterer, K. Kratz, and S. Scharf (2022). Eine Geschichte der Emerging Substances in Österreich. *Österreichische Wasser-und Abfallwirtschaft* 74(7), 279–285.
- Umweltbundesamt (2004). Qualität und Quantität von Grundwasser in Europa–Deutsche Übersetzung.
- Umweltbundesamt (2023). Alien des Jahres 2023: Signalkrebs. <https://www.neobiota-austria.at/news-ueber-neobiota/2023/alien-signalkrebs>. (Stand: 10.09.2024).
- Umweltbundesamt (2024a). Abwasser. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/wasser/abwasser>. (Stand: 27.05.2024).
- Umweltbundesamt (2024b). Erreger (Krebspest) und Überträger (Signalkrebs) als weitere Bedrohung von Flusskrebsen. <https://www.neobiota-austria.at/neobiota-national/neobiota-auswahl/signalkrebs>. (Stand: 10.09.2024).
- Umweltbundesamt (2024c). GAP-Strategieplan für Österreich. <https://www.klimawandelanpassung.at/newsletter/nl52/gap-strategieplan-fuer-oesterreich>. (Stand: 14.09.2024).
- Umweltbundesamt (2024d). Gewässerökologie. <https://www.umweltbundesamt.at/wasser/informationen/oberflaechengewaesser/gewaesseroekologie>. (Stand: 26.05.2024).
- Umweltbundesamt (2024e). *Heracleum mantegazzianum* - Riesen-Bärenklau . <https://www.neobiota-austria.at/heracleum-mantegazzianum>. (Stand: 24.09.2024).
- Umweltbundesamt (2024f). Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/wasser/wrrl/ngp>. (Stand: 20.06.2024).
- Umweltbundesamt (2024g). Natura 2000. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/naturschutz/schutzgebiete/natura2000>. (Stand: 20.05.2024).
- Umweltbundesamt (2024h). Natürliche Wasserrückhaltemaßnahmen. <https://www.klimawandelanpassung.at/newsletter/kwa-nl48/kwa-wasserrueckhaltetmanahmen>. (Stand: 13.09.2024).
- Umweltbundesamt (2024i). *Pacifastacus leniusculus* - Signalkrebs. <https://www.neobiota-austria.at/pacifastacus-leniusculus>. (Stand: 10.09.2024).

- Umweltbundesamt (2024j). Trinkwasser. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/wasser/trinkwasser>. (Stand: 19.06.2024).
- Umweltbundesamt (2024k). Wie beeinflusst der Klimawandel Hochwasser? <https://www.klimawandelanpassung.at/newsletter/nl27/kwa-hochwasser-europa>. (Stand: 23.09.2024).
- Umweltbundesamt (2024l). Wirtschaftliche Verluste durch klimabedingte Extremereignisse in Europa. <https://www.klimawandelanpassung.at/newsletter/kwa-nl48/kwa-extremereignisse-europa>. (Stand: 10.07.2024).
- Umweltbundesamt (DE) (2024a). Hochwasser – wie sie entstehen und wie der Mensch sie beeinflusst. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/extremereignisse/hochwasser#hochwasser-sind-naturliche-ereignisse>. (Stand: 10.06.2024).
- Umweltbundesamt (DE) (2024b). Nutzung der Wasserkraft. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/nutzung-der-wasserkraft#Strom>. (Stand: 26.08.2024).
- Umweltbundesamt (DE) (2024c). Renaturierung von Fließgewässern. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/fluesse/verbesserungsmassnahmen/gewaesserrenaturierung-start#informationsplattform-unterstutzt-potenzielle-massnahmentrager>. (Stand: 12.07.2024).
- Umweltbundesamt (DE) (2024d). Schmerzgel – Fragen und Antworten. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel/humanarzneimittel/schmerzgel-fragen-antworten#undefined>. (Stand: 08.07.2024).
- UN-Water (2021). *Progress on Ambient Water Quality: Global indicator 6.3.2 updates and acceleration needs*.
- UN-Water (2024). Progress on Ambient Water Quality (SDG target 6.3). <https://sdg6data.org/en/indicator/6.3.2>. (Stand: 29.09.2024).
- UNICEF (2024). Water scarcity - Addressing the growing lack of available water to meet children's needs. <https://www.unicef.org/wash/water-scarcity>. (Stand: 18.08.2024).
- United Nations (2015). Addis ababa action agenda of the third international conference on financing for development. *UN. development* 2, 37.

- United Nations (2018). *The Sustainable Development Goals Report: Special edition*. New York.
- United Nations (2021a). The Global Goals. <https://www.globalgoals.org/>. (Stand: 14.02.2024, <https://archive.is/U3Js9>).
- United Nations (2021b). Universal Values. Principle Two: Leave No One Behind. <https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind>. (Stand: 14.02.2024, <https://archive.is/h5IW5>).
- United Nations (2024a). Goal 3 - Ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages. https://sdgs.un.org/goals/goal3#targets_and_indicators. (Stand: 14.07.2024, <https://archive.is/Wy0zh>).
- United Nations (2024b). High-Level Political Forum. <https://hlpf.un.org/>. (Stand: 17.02.2024).
- United Nations (2024c). IAEG-SDGs, Tier Classification for Global SDG Indicators. <https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/tier-classification/>. (Stand: 16.02.2024, <https://archive.is/omTxN>).
- United Nations (2024d). Open Working Group on Sustainable Development Goals. <https://sustainabledevelopment.un.org/owg.html>. (Stand: 17.02.2024).
- United Nations (2024e). SDG Indicators - Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list>. (Stand: 17.02.2024).
- United Nations (2024f). Sustainable Development Goals. https://unis.unvienna.org/unis/en/topics/sustainable_development_goals.html. (Stand: 17.02.2024).
- United Nations (2024g). The 17 goals. <https://sdgs.un.org/goals>. (Stand: 17.02.2024, <https://archive.is/x0z7U>).
- United Nations (2024h). The Paris Agreement. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. (Stand: 17.02.2024, <https://archive.is/SCdFV>).

- United Nations (2024i). The Sustainable Development Agenda. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>. (Stand: 16.02.2024, <https://archive.is/JulXC>).
- United Nations (2024j). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/2030agenda>. (Stand: 13.02.2024, <https://archive.is/SYn20>).
- United Nations (2024k). United Nations Conference on the Environment. <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>. (Stand: 17.02.2024, <https://archive.is/hEnQV>).
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) (2024). Regional Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2023 for Europe and Central Asia. <https://www.undrr.org/report/rar-2023-europe-and-central-asia#challenges>. (Stand: 29.09.2024).
- Unnerstall, T. and T. Unnerstall (2021). Weltbevölkerung. *Faktencheck Nachhaltigkeit: Ökologische Krisen und Ressourcenverbrauch unter der Lupe*, 53–64.
- Unterberger, C., L. Brunner, S. Nabernegg, K. W. Steininger, A. K. Steiner, E. Stabentheiner, S. Monschein, and H. Truhetz (2018). Spring frost risk for regional apple production under a warmer climate. *PloS one* 13(7), e0200201.
- U.S. Department of Energy (2024). History of hydropower. <https://www.energy.gov/eere/water/history-hydropower>. (Stand: 25.06.2024).
- Valipour, M., J. Krasilnikof, S. Yannopoulos, R. Kumar, J. Deng, P. Roccaro, L. Mays, M. E. Grismer, and A. N. Angelakis (2020). The evolution of agricultural drainage from the earliest times to the present. *Sustainability* 12(1), 416.
- Van der Ent, R. J., H. H. Savenije, B. Schaefli, and S. C. Steele-Dunne (2010). Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research* 46(9).
- Vennix, J. A. (1999). Group model-building: tackling messy problems. *System Dynamics Review: The Journal of the System Dynamics Society* 15(4), 379–401.
- VERBUND (2020). VERBUND nimmt Europas höchste Fischtreppe in Betrieb. <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/news-presse/presse/2020/09/28/fischwanderhilfe-annabruecke?> (Stand: 24.09.2024).

- VERBUND (2024a). Donaukraftwerk Altenwörth. <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/altenwoerth>. (Stand: 26.08.2024).
- VERBUND (2024b). Erlebnis Malta Hochalmstraße-Kölnbreinsperre. <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/besucherzentren/malta>. (Stand: 26.08.2024).
- VERBUND (2024c). Laufkraftwerk Aschach. <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/aschach>. (Stand: 21.09.2024).
- VERBUND (2024d). Laufkraftwerk Wallsee-Mitterkirchen. <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/kraftwerke/unsere-kraftwerke/wallsee-mitterkirchen>. (Stand: 21.09.2024).
- VERBUND (2024e). LIFE Network Danube Plus: mehr Lebensraum für die Donau. <https://www.life-network-danube-plus.at/de>. (Stand: 26.08.2024).
- VERBUND (2024f). Unternehmensgeschichte. <https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/unternehmen/unternehmensgeschichte?srltid=AfmBOorGJlmk4QTbmAeoVD40cCtj8-fBnfelqQgbU0WfCtjqsEYGqhgz>. (Stand: 26.08.2024).
- Vienna Online (2023). Abwasser von Wohnhaus in Wien-Liesing floss jahrelang in Liesingbach. <https://www.vienna.at/abwasser-von-wohnhaus-in-wien-liesing-floss-jahrelang-in-liesingbach/8231401>. (Stand: 24.09.2024).
- VK24 (2020). Verbund: Eröffnung der höchsten Fischtreppe Europas. <https://vk24.at/20200917819/verbund-eroeffnung-der-hoechsten-fischtreppe-europas/>. (Stand: 24.09.2024).
- Vogl, B. (2024). Hochwasser Wien August 2002. <http://dativ.at/fotos/hochwasser/>. (Stand: 09.09.2024).
- Vörösmarty, C. J., C. Pahl-Wostl, S. E. Bunn, and R. Lawford (2013). Global water, the anthropocene and the transformation of a science. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 5(6), 539–550.

- Wagener, T., M. Sivapalan, P. A. Troch, B. L. McGlynn, C. J. Harman, H. V. Gupta, P. Kumar, P. S. C. Rao, N. B. Basu, and J. S. Wilson (2010). The future of hydrology: An evolving science for a changing world. *Water Resources Research* 46(5).
- Wagner Umwelttechnik (2024). Kleinkläranlagen. <https://kleinklaeranlagen-wagner.at/kleinklaeranlagen>. (Stand: 23.09.2024).
- Warren, C., A. P. McGraw, and L. Van Boven (2011). Values and preferences: defining preference construction. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science* 2(2), 193–205.
- Wei, J., Y. Wei, and A. Western (2017). Evolution of the societal value of water resources for economic development versus environmental sustainability in australia from 1843 to 2011. *Global Environmental Change* 42, 82–92.
- Wescoat, J. (2013). Reconstructing the duty of water: a study of emergent norms in socio-hydrology. *Hydrology and Earth System Sciences* 17(12), 4759–4768.
- Western, A. W., G. Blöschl, and R. B. Grayson (1998). How well do indicator variograms capture the spatial connectivity of soil moisture? *Hydrological processes* 12(12), 1851–1868.
- White, G. F. (1945). Human adjustment to floods: Department of geography research paper no. 29. *Chicago, IL: University of Chicago*.
- Wiersum, K. F. (1995). 200 years of sustainability in forestry: lessons from history. *Environmental management* 19, 321–329.
- Wilderer, P. A. (2007). Sustainable water resource management: the science behind the scene. *Sustainability Science* 2(1), 1–4.
- Winder, N., B. S. McIntosh, and P. Jeffrey (2005). The origin, diagnostic attributes and practical application of co-evolutionary theory. *Ecological Economics* 54(4), 347–361.
- Winiwarter, V., M. Schmid, H. Haberl, and S. J. Singh (2016). Why legacies matter: Merits of a long-term perspective. *Social Ecology: Society-Nature Relations across Time and Space*, 149–168.

- Winsemius, H. C., J. C. Aerts, L. P. Van Beek, M. F. Bierkens, A. Bouwman, B. Jongman, J. C. Kwadijk, W. Ligtoet, P. L. Lucas, D. P. Van Vuuren, et al. (2016). Global drivers of future river flood risk. *Nature Climate Change* 6(4), 381–385.
- Woodbridge, M. (2015). From MDGs to SDGs: what are the sustainable development goals. *Bonn: ICLEI—Local Governments for Sustainability*.
- World Bank Group (2024). Annual freshwater withdrawals, agriculture (https://data.worldbank.org/indicator/er.h2o.fwag.zs?name_desc=false. (Stand: 24.06.2024).
- World Resources Institute (2024). 25 Countries, Housing One-quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress. <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries>. (Stand: 20.05.2024).
- World Health Organization (WHO) (2022). Electronic IHR States Parties Self-Assessment Annual Reporting Tool. <https://extranet.who.int/e-spar#capacity-score>. (Stand: 15.07.2024).
- World Health Organization (WHO) (2024a). Bloodstream infections due to selected antimicrobial-resistant organisms - Data by UN region. <https://apps.who.int/gho/data/view.main.SDG3D2UNREGv?lang=en>. (Stand: 15.07.2024).
- World Health Organization (WHO) (2024b). Indicator 3.d.2: Proportion of bloodstream infections due to selected antimicrobial-resistant organisms. <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/5751>. (Stand: 15.07.2024).
- World Health Organization (WHO) (2024c). International Health Regulations (2005) SPAR second edition (IHR SPAR 2021-). <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/7027>. (Stand: 15.07.2024).
- WPA Beratende Ingenieure (WPA) (2018). Nitratinformationsdienst NID. <https://www.wpa.at/wpa/referenzen/nid/>. (Stand: 03.09.2024).
- Zeiler, F. (2024). Das Retentionsbecken in Fahrafeld hat die Bewährungsprobe bestanden. <https://www.wettereck-triestingtal.at/2024/09/16/rtenionsbecken-in-fahrafeld-hat-die-bewaehrungsprobe-bestanden/>. (Stand: 23.09.2024).

- Zeng, N. and J. D. Neelin (2000). The role of vegetation–climate interaction and interannual variability in shaping the african savanna. *Journal of Climate* 13(15), 2665–2670.
- Zerbe, S. and G. Wiegler (2009). *Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa*, Volume 6. Springer.
- Zessner, M. and J. Derx (2023a). Vorlesung Wasserwirtschaft und Flussgebietsmanagement WS2023 - Erosion: Arten, Bodenabtragsgleichung , Gewässerbelastung durch Erosion und deren Quantifizierung.
- Zessner, M. and J. Derx (2023b). Vorlesung Wasserwirtschaft und Flussgebietsmanagement WS2023 - Stoffliche Gewässerbelastung im Lichte gesellschaftlicher Entwicklungen, Quellen und Pfade von Gewässerbelastungen.
- Zhang, Z., H. Hu, F. Tian, X. Yao, and M. Sivapalan (2014). Groundwater dynamics under water-saving irrigation and implications for sustainable water management in an oasis: Tarim river basin of western china. *Hydrology and Earth System Sciences* 18(10), 3951–3967.
- Zimmermann, F. M. (2016). *Nachhaltigkeit wofür?* Springer.
- Zimmermann, Nikolas (2024). Rekord in Wien: Mehr als 50 Tropennächte. <https://uwz.at/de/a/rekord-an-tropennaechten-sommer-2024-endet-mit-hitze>. (Stand: 23.09.2024).
- Zwarteveen, M., J. S. Kemerink-Seyoum, M. Kooy, J. Evers, T. A. Guerrero, B. Batubara, A. Biza, A. Boakye-Ansah, S. Faber, A. Cabrera Flamini, et al. (2017). Engaging with the politics of water governance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 4(6), e1245.
- Zwarteveen, M. Z. and R. Boelens (2014). Defining, researching and struggling for water justice: some conceptual building blocks for research and action. *Water international* 39(2), 143–158.
- Öffentliches Gesundheitsportal Österreichs (2024). Altersstandardisierte Rate . <https://www.gesundheit.gv.at/lexikon/A/altersstandardisierte-rate.html>. (Stand: 07.05.2024).
- ÖROK (2024). Flächeninanspruchnahme und Versiegelung in Österreich (2022). <https://www.oerok.gv.at/raum/daten-und-grundlagen/ergebnisse-oesterreich-2022>. (Stand: 10.06.2024).

- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) (2024a). Hitze-Mortalitätsmonitoring. <https://www.ages.at/umwelt/klima/klimawandelanpassung/hitze>. (Stand: 12.05.2024).
- Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) (2024b). Riesenbärenklau. <https://www.ages.at/pflanze/pflanzengesundheit/schaderreger-von-a-bis-z/riesenbaerenklau>. (Stand: 24.09.2024).
- Österreichischer Rundfunk (ORF) (2024a). Chemikalien in Mödlinger Trinkwasser. <https://noe.orf.at/v2/news/stories/2683652/index.html>. (Stand: 23.09.2024).
- Österreichischer Rundfunk (ORF) (2024b). Deponie Tulln: Sanierung kostet Millionen. <https://noe.orf.at/v2/news/stories/2616315/>. (Stand: 23.09.2024).
- Österreichischer Rundfunk (ORF) (2024c). Historische Fotos zeigen Bau der Donauinsel. <https://wien.orf.at/v2/news/stories/2849664/>. (Stand: 09.09.2024).
- Österreichischer Rundfunk (ORF) (2024d). Niederösterreich zu Katastrophengebiet erklärt. <https://orf.at/stories/3369596/>. (Stand: 24.09.2024).
- Österreichischer Rundfunk (ORF) (2024e). Probleme mit Trinkwasser durch Unwetter. <https://steiermark.orf.at/stories/3260594/>. (Stand: 24.09.2024).
- Österreichischer Rundfunk (ORF) (2024f). So schützt sich Wien vor Hochwasser. <https://wien.orf.at/v2/news/stories/2545682/>. (Stand: 09.09.2024).

Abbildungsverzeichnis

1.1.1	Die Millenniums-Entwicklungsziele [LAG 21 NRW, 2024].	4
1.1.2	Die 17 Sustainable Development Goals [United Nations, 2024g].	9
1.1.3	Die drei Indikatorensets [Statistik Austria, 2020].	12
1.1.4	Klassifizierungen bei der Bewertung der Indikatoren [Statistik Austria, 2021].	15
1.1.5	Trendbewertung - gewünscht steigende Entwicklung [Statistik Austria, 2021].	16
1.1.6	Trendbewertung - gewünscht fallende Entwicklung [Statistik Austria, 2021].	16
1.2.1	Die zeitlichen und räumlichen Skalen von a) hydrologischen Prozessen [Blöschl and Sivapalan, 1995] und b) Institutionen [Gunderson et al., 2002].	25
3.1.1	Wasserbilanz Österreich (mittlere jährliche Werte des Zeitraums 1986 - 2015) [BML, 2018].	37
3.1.2	Wasserspeicher und Wasserreserven Österreichs [BML, 2018].	38
3.1.3	Übersichtskarte der Altablagerung Tulln [BMK, 2024e].	42
3.1.4	Installation einer Kleinkläranlage der Firma Wagner Umwelttechnik aus Niederösterreich [Wagner Umwelttechnik, 2024].	47
3.1.5	Anteil der Bevölkerung, der an eine kommunale Kläranlage mit zumindest sekundärer Behandlung angeschlossen ist [Statistik Austria, 2024g]. . . .	47
3.1.6	Biochemischer Sauerstoffbedarf in Flüssen Österreichs (Durchschnittswerte) [Statistik Austria, 2024g].	48
3.1.7	Aufkommen gefährlicher Abfälle pro Kopf und Jahr [Statistik Austria, 2024c].	52
3.1.8	Flussmorphologische Rekonstruktion der Wiener Donau für die Jahre 1825 und 2010 [Hohensinner et al., 2016].	54

3.1.9	Beobachtete Trends bei Hochwasserabflüssen in Europa (1960-2010), wobei blau eine Zunahme signalisiert und rot eine Abnahme. Größere Punkte kennzeichnen statistisch signifikante Trends, die Hintergrundfarbe zeigt regionale Trends. Die Rechtecke zeigen Hotspot-Bereiche an [Blöschl et al., 2019].	56
3.1.10	Trends der Jahresmaxima der Hochwasser (1976-2014). Blaue Kreise kennzeichnen Gebiete, in denen das mittlere jährliche Hochwasser (MHQ) zugenommen hat, rote Kreise kennzeichnen Gebiete, in denen es abgenommen hat. Große Kreise zeigen statistisch signifikante Trends an [Blöschl et al., 2018b].	57
3.1.11	Überfluteter Handelskai bei der DDSG-Station an der Reichsbrücke im Juli 1954 [MeinBezirk, 2024a].	61
3.1.12	Bau der Donauinsel Ende der 1970er-Jahre bzw. Anfang der 1980er-Jahre (Franz Meneder / Privatsammlung Werner Neuwirth) [ORF, 2024c]. . .	62
3.1.13	Überschwemmungen an der Neuen Donau (Copa Cagrana) im August 2002 [Vogl, 2024].	63
3.1.14	Beispiel für eine Kausalschleife [Di Baldassarre et al., 2013].	65
3.1.15	Kausalschleife der Hochwasserereignisse 1954 und 2002 in Wien in Anlehnung an <i>Di Baldassarre et al., 2013</i>	66
3.1.16	Hochwasser in Bad Radkersburg im Jahr 1965 [Stadtgemeinde Bad Radkersburg, 2024].	67
3.1.17	Stillwasserzone in Bad Radkersburg [goMURra, 2020].	68
3.1.18	Todesfälle durch Katastrophen (altersstandardisierte Rate je 100 000 Einwohner:innen) [Statistik Austria, 2024a].	70
3.1.19	Prozentueller Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche an der gesamten LW-Fläche (ohne Almen) [Statistik Austria, 2024f].	72
3.1.20	Hitze-assoziierte Übersterblichkeit - Anzahl der Todesfälle [AGES, 2024a].	75
3.1.21	Bereitgestellte Soldat:innen für Katastrophenhilfeinsätze im Inland [Statistik Austria, 2024d].	76
3.1.22	Ökologischer Zustand bzw. Potenzial Österreichs Fließgewässer im Jahr 2021 [Statista, 2024].	78
3.1.23	Baustelle der Fischwanderhilfe Annabrücke [VERBUND, 2020]	80

3.1.24	Riesen-Bärenklau [AGES, 2024b]	81
3.1.25	Umfang der Gewässer [Statistik Austria, 2024g].	82
3.1.26	Waldfläche als Anteil an der gesamten Landfläche [Statistik Austria, 2024e].	84
3.1.27	Waldfläche als Anteil der gesamten Landfläche pro Bundesland [BML, 2024r].	84
3.1.28	Natura 2000 Landflächen als Anteil an der gesamten Landfläche [Statistik Austria, 2024e].	85
3.1.29	Japanischer Staudenknöterich [Naturschutzbund Österreich, 2024a].	87
3.1.30	Baustelle der II. Hochquellenleitung beim Aquädukt über das Brentenmais in Niederösterreich (vor 1910) [Stadt Wien, 2024f].	92
3.1.31	Wasserverbrauch in Österreich nach Sektoren [BML, 2024o].	97
3.1.32	Primärenergieerzeugung in Österreich [BMK, 2022a].	99
3.1.33	Donaukraftwerke in Aschach (links) und Wallsee-Mitterkirchen (rechts) [VERBUND, 2024c;d].	101
3.1.34	Speicherkraftwerk Mayrhofen [Mauruszat, 2011].	101
3.1.35	Donaukraftwerk Altenwörth [VERBUND, 2024a].	102
3.1.36	Malta Hochalmstraße - Kölnbreinsperre [VERBUND, 2024b].	102
3.1.37	Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch [Statistik Austria, 2024h].	104
3.2.1	Begrünte Abflusswege HOAL [TU Wien, 2023].	110
3.2.2	Gewässerrandstreifen Wartberg [Landwirtschaftskammer Österreich, 2024].	111
3.2.3	Geschätzte Mindestschadenshöhe in Millionen Euro für unterschiedliche Bereiche in der Periode um das Jahr 2030 [Umweltbundesamt, 2024].	115
3.2.4	Rückhaltebecken in Fahrafeld im Triestingtal [Triesting Wasserverband, 2024].	117
3.2.5	Aufnahme des Rückhaltebeckens in Fahrafeld, veröffentlicht am 16.09.2024 [Zeiler, 2024].	118
3.2.6	Drauabschnitt Obergottesfeld vor (2009) und nach der Umsetzung der LIFE Maßnahmen (20.4.2011) [Sereining, 2011].	120
3.2.7	Hochwasserrisikozonierung Wien [BML, 2024g].	121
3.2.8	Erste Schritte zur Reduzierung der persönlichen Hochwassergefährdung [BMLRT, 2020].	122

3.2.9	Hochwasserschutzmaßnahmen im privaten Bereich [Amt der Vorarlberger Landesregierung, 2024].	123
4.2.1	Anteil der Wasserkörper mit guter Wasserqualität in europäischen Ländern (2023) [UN-Water, 2024].	127
4.2.2	Bandbreite der Zielwerte ausgewählter Parameter, die im Rahmen der Datenerhebung für 2020 ermittelt wurden. Die grünen Linien markieren die von GEMS/Water empfohlenen optionalen Zielwerte [UN-Water, 2021]. .	129

Tabellenverzeichnis

1.1	Beispiele für sozio-hydrologische Phänomene, wobei WW für Wasserwirtschaft steht [Di Baldassarre et al., 2019]	21
3.1	Wasserrelevante Unterziele der SDGs für Österreich [Generalversammlung, 2015].	35
3.2	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 3.d - Bereitschaft für gesundheitliche Notfälle [United Nations, 2024a].	43
3.3	Indikator und Umsetzung des Unterziels 6.1 - Zugang zu Trinkwasser [Statistik Austria, 2024g].	45
3.4	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 6.3 - Wasserqualität [Statistik Austria, 2021].	46
3.5	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 12.4 - Chemische und gefährliche Abfälle [Statistik Austria, 2024c].	50
3.6	Übersicht über Wiens Hochwasser-Großereignisse [Blöschl et al., 2013; Stadt Wien, 2023b; 2024c])	60
3.7	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 1.5 - Widerstandsfähigkeit gegenüber Katastrophen [Statistik Austria, 2024a].	69
3.8	Indikator und Umsetzung des Unterziels 2.4 - Nachhaltige Produktion [Statistik Austria, 2024f].	71
3.9	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 11.5 - Auswirkungen von Katastrophen [Statistik Austria, 2024b].	73
3.10	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 13.1 - Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimaereignissen [Statistik Austria, 2024d].	74
3.11	Indikator und Umsetzung des Unterziels 6.6 - Wasserbezogene Ökosysteme [Statistik Austria, 2024g].	82

3.12	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 15.1 - Schutz der Ökosysteme [Statistik Austria, 2024e].	83
3.13	Indikator und Umsetzung des Unterziels 15.8 - Invasive gebietsfremde Arten [Statistik Austria, 2024e].	86
3.14	Indikator und Umsetzung des Unterziels 15.9 - Nationale und lokale Planung [Statistik Austria, 2024e].	88
3.15	Indikatoren und Umsetzung des Unterziels 6.4 - Effizienz der Wassernutzung [Statistik Austria, 2021].	94
3.16	Indikator und Umsetzung des Unterziels 7.2 - Erneuerbare Energie [Statistik Austria, 2024h].	104
3.17	Umsetzungsstand aller wasserrelevanten Indikatoren für Österreich [Statistik Austria, 2021].	106
3.18	Indikatoren mit Verbesserungspotenzial [Statistik Austria, 2021].	108
4.1	Von der UN empfohlene Parameter zur Bestimmung der Wasserqualität, die entsprechenden Wasserkörpertypen sowie die Gründe für die Relevanz der einzelnen Parameter [UN-Water, 2021].	128

Abkürzungsverzeichnis

ADA	Austrian Development Agency
AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
AMR	Antimikrobielle Resistenz
ASDR	Austrian Strategy for Disaster Risk Reduction
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BML	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
B-VG	Bundes-Verfassungsgesetz
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CEC	Contaminants of Emerging Concern
DHK	Donauhochwasserschutzkonkurrenz
DSDG	Division for Sustainable Development Goals
ESS	Europäisches Statistische System
EU	Europäische Union

FFH-Richtlinie	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie
GEMS/Water	Global Environment Monitoring System for freshwater
GE-RM	Gewässerentwicklungs- und Risikomanagementkonzept
HFKW	Teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe
HLPF	High-Level Political Forum on Sustainable Development
HOAL	Hydrological Open Air Laboratory
HORA	Natural Hazard Overview & Risk Assessment Austria
IAEG-SDGs	Inter-Agency and Expert Group on SDG Indicators
IHR	Internationale Gesundheitsvorschriften
MDG	Millennium Development Goals
NGP	Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan
ÖPUL	Österreichisches Programm für umweltgerechte Landwirtschaft
OWG	Open Working Group
POP	Persistent Organic Pollutant
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
SAICM	Strategic Approach to International Chemicals Management
SDGs	Sustainable Development Goals
UN	United Nations
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UNEP	United Nations Environment Programme
WCED	World Commission on Environment and Development

WEI+	Water Exploitation Index Plus
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WRG	Wasserrechtsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WW	Wasserwirtschaft