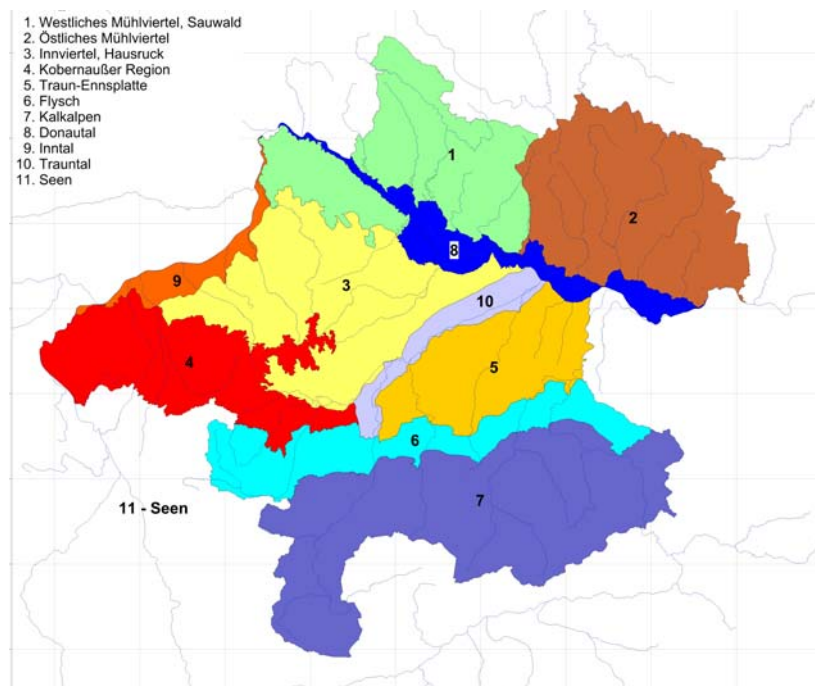


Studie über die Analyse des Klimawandels mit Zonierung Oberösterreichs in unterschiedliche Regionen für strategische Planungen zur Klimawandelanpassung im Bereich der Wasserwirtschaft



Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Anlagen-, Umwelt- und Wasserrecht

Wasserwirtschaftliches Planungsorgan

Erstellt von

Technische Universität Wien

und

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

November 2012

IMPRESSUM

Auftraggeber:

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Anlagen-, Umwelt- und Wasserrecht

Wasserwirtschaftliches Planungsorgan

Auftragnehmer:

Arbeitsgemeinschaft:

Technische Universität Wien
Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie

Univ.Prof.Dr. Günter Blöschl

Ao.Univ.Prof. Alfred Paul Blaschke



Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft

Ass.Prof.Dr. Norbert Kreuzinger

Univ.Ass.Dr. Birgit Strenn

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Abteilung Klimatologie

Dr. Wolfgang Schöner



Inhalt

1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	6
2. VORGEHENSWEISE	7
3. ZONIERUNG OBERÖSTERREICHS IN REGIONEN	8
4. KLIMAÄNDERUNG IN ÖSTERREICH – FOKUS OBERÖSTERREICH	10
GLOBALE KLIMASZENARIEN	13
REGIONALE KLIMASZENARIEN	15
5. AUSSAGEN IN DEN VORHANDENEN STUDIEN UND PROBLEMFELDER IN DEN REGIONEN	18
5.1. WESTLICHES MÜHLVIERTEL, SAUWALD	20
HOCHWASSER	20
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	20
NIEDERWASSER	21
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	21
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	23
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	23
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	24
5.2. ÖSTLICHES MÜHLVIERTEL	25
HOCHWASSER	25
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	25
NIEDERWASSER	26
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	27
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	28
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	28
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	29
5.3. INNVIERTTEL, HAUSRUCK	30
HOCHWASSER	30
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	30
NIEDERWASSER	31
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	32
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	34
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	34
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	35
5.4. KOBERNAUßER REGION	38
HOCHWASSER	38
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	38
NIEDERWASSER	39
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	39
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	41
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	41

OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	42
5.5. TRAUN-ENNSPLATTE	43
HOCHWASSER	43
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	43
NIEDERWASSER	44
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	44
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	45
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	45
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	46
5.6. FLYSCH	47
HOCHWASSER	47
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	47
NIEDERWASSER	48
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	48
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	49
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	50
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	50
5.7. KALKALPEN	51
HOCHWASSER	51
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	51
NIEDERWASSER	52
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	52
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	53
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	54
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	54
5.8. DONAUTAL	55
HOCHWASSER	55
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	55
NIEDERWASSER	56
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	56
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	57
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	57
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	59
5.9. SALZACH- UND INNTAL	61
HOCHWASSER	61
WASSERDARGEBOT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	61
NIEDERWASSER	62
WASSTERPERATUREN IN FLÜSSEN	62
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	64
WASSERDARGEBOT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTERTEMPERATUR	64

OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	65
5.10. TRAUNTAL	66
HOCHWASSER	66
WASSERDARBEIT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	66
NIEDERWASSER	67
WASSTEMPORATUREN IN FLÜSSEN	68
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	69
WASSERDARBEIT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTEMPORATUR	70
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	71
5.11. SEEN	73
HOCHWASSER	73
WASSERDARBEIT OBERFLÄCHENWASSER, WASSERKRAFT	73
NIEDERWASSER	73
WASSTEMPORATUREN IN SEEN	74
GESCHIEBEPOTENTIAL VON ALPINEN GEWÄSSERN UND PERMAFROST	74
WASSERDARBEIT GRUNDWASSER UND GRUNDWASSTEMPORATUR	74
OBERFLÄCHENWASSERGÜTE, GRUNDWASSERGÜTE UND FISCHÖKOLOGIE	75
LITERATUR	76

1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Das Land Oberösterreich hat sich entschlossen im Verantwortungsbereich des Klimabeauftragten der Oö. Landesregierung eine Klimawandel-Anpassungsstrategie auszuarbeiten. Aufgrund einer fachlich umfassenden Behandlung dieses Themas, sind eine Reihe von Fachabteilungen der Landesregierung in diese Ausarbeitung einzubeziehen.

Im Bereich der Wasserwirtschaft sind bereits einige Arbeiten in den letzten Jahren zu dem Thema entstanden. Insbesondere ist hier die im Jahr 2010 abgeschlossene Studie „Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft“, die für das BMLFUW und den Bundesländern beauftragt wurde und von der Arbeitsgemeinschaft ZAMG und TU-Wien erstellt wurde, zu erwähnen.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, auf Basis der vorhandenen Arbeiten (siehe Tabelle 1), die Ergebnisse dieser Studien in regionalisierter Form für die Wasserwirtschaft in Oberösterreich darzustellen und die vorhandenen Problemfelder zu identifizieren.

Tab. 1: Studien die hinsichtlich der Aufgabenstellung ausgewertet wurden

- a. "Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft" (ZAMG+TUWIEN, BMLFUW und den Bundesländer, 2010)
- b. „Einfluss des Klimawandels auf Grundwasserressourcen: Anpassungsstrategien zur Entschärfung von Nutzungskonflikten zwischen Landwirtschaft und öffentlicher Wasserversorgung (Regionen: Mühlviertel, Machland, Eferdinger Becken)“ (AIT, OÖ-Landesregierung, 2011)
- c. „Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern“ (Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung, 2009)
- d. „Zusammenfassung Wärmelastplan für die Untere Salzach und den Inn bis Passau“ (BOKU, ENERGIE-AG, 2009)
- e. „Hauptstudie und Vorstudie zur Erstellung eines Wärmelastplanes für das oberösterreichische Traun, Ager- und Vöcklagebiet“ (BOKU, OÖ-Landesregierung, 2006)
- f. „Wärmelastplan Traun- und Agersystem Bewertung des fischökologischen Zustands der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen“ (BOKU, OÖ-Landesregierung, 2009)
- g. „Veränderung der Abflussregimetyphen Oö. Fließgewässer durch den Klimawandel“ (Umweltbundesamt, 2011)
- h. „Grundwasserbewirtschaftung Linz, hydrologische und thermische Ist-Situation“ (DonauConsult 2004)
- i. „Darstellung und Diskussion möglicher Veränderungen der Abflussregimetyphen OÖ Fließgewässer durch den Klimawandel“ (Umweltbundesamt, 2011)

2. VORGEHENSWEISE

Als Grundlage für die generelle Vorgehensweise dient die Studie "Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft", 2010, die für das BMLFUW und den Bundesländern von der Arbeitsgemeinschaft ZAMG+TU-WIEN erstellt wurde. Dies bedeutet insbesondere, dass die gemachten Aussagen in ihrer Aussagekraft zu bewertet sind, was durch die Einstufung in „weiche“, „mittelharte“ und „harte“ Aussage erfolgte.

Eine weitere Vorgabe der wasserwirtschaftlichen Planung ist es, die Aussagen für die Bereiche

- Hochwasser
- Wasserdargebot Oberflächenwasser, Niederwasser, Wasserkraft
- Wassertemperaturen in Flüssen
- Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost
- Wasserdargebot Grundwasser
- Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte

für jede Region zu treffen, die in einem ersten Bearbeitungsschritt in Abstimmung mit dem Auftraggeber auf Basis unterschiedlich vorliegender Regionalisierungen Oberösterreichs (siehe Tabelle 2) festzulegen waren.

Tab. 2: mögliche Zonierungen (Unterlagen von der Landesregierung zur Verfügung gestellt)

- Hydrologische Flusseinzugsgebiete unterschiedlicher Ordnung
- Hydrolgeologie
- Natur- und Landschafts Raumeinheiten
- Nährstoffströme

Die zusammengefassten Aussagen zu den in den diversen Studien gemachten Aussagen zu Anpassungsstrategien an den Klimawandel wurden in einem **ersten Workshop** zu den oben angeführten Bereichen den Fachvertretern der Wasserwirtschaft vorgestellt. Die anschließend durchgeführte ausführliche Diskussion hatte das Ziel, das in den Fachabteilungen der Landesregierung vorhandene Wissen ergänzend zu berücksichtigen.

Die Zusammenstellung der Problemfelder für die einzelnen Regionen wurde ebenfalls in einem **zweiten Workshop** in gleicher Weise bearbeitet.

Xxx Hier soll noch erläutert werden, wie die Kapitel 4 und 5 zu verstehen sind.

3. ZONIERUNG OBERÖSTERREICHS IN REGIONEN

Nach einem ersten Vorschlag der Arbeitsgemeinschaft und anschließender kleinerer Korrekturen aufgrund der Anregungen aus den Fachabteilungen der Oö. Landesregierung bei den Grenzen der Regionen, wurde einvernehmlich folgende Einteilung Oberösterreichs in 11 Regionen festgelegt:

1. **Westliches Mühlviertel, Sauwald:**
"Böhmische Masse - Granit" als geologische Einheit im Mühlviertel. Im westlichen Mühlviertel jedoch deutlich höhere Niederschläge und auch Abflüsse. -> Spezieller Einfluss auf Schutzfragen.
2. **Östliches Mühlviertel:**
"Böhmische Masse - Granit" als geologische Einheit im Mühlviertel. Im östlichen Mühlviertel jedoch deutlich niedrigere Niederschläge und auch Abflüsse. -> Spezieller Einfluss auf Nutzungsfragen.
3. **Innviertel, Hausruck:**
landwirtschaftlich genutztes Gebiet.
4. **Kobernaußer Region:**
vorwiegend forstlich genutztes Gebiet
5. **Traun-Ennsplatte:**
landwirtschaftlich stark genutztes Gebiet
6. **Flysch:**
in der Flyschzone im besonderen die Frage der Nutzung - Touristik, Trinkwasser, Quellen
7. **Kalkalpen:**
alpines Gebiet - Untergrund Kalkalpen.
8. **Donautal:**
die Täler der großen Flüsse werden jeweils gesondert behandelt. Bei allen auch die Frage Interaktion mit dem Grundwasserbegleitstrom.. Donau - Frage Energienutzung, Hochwasserschutz
9. **Salzach- und Inntal:**
Fragen Energienutzung und Wassertemperatur (Wärmelastplan Salzach)
10. **Trauntal:**
Fragen Energienutzung und Wassertemperatur (Wärmelastplan Traun-Ager)
11. **Seen:**
die Seen sind hinsichtlich Temperaturverhalten (Temperaturschichtung) und der touristischen Nutzung in einer Gruppe zusammen gefasst.

Die Abbildung 1 zeigt die Lage der Regionen mit Ausnahme der Seen, die nicht extra dargestellt sind.

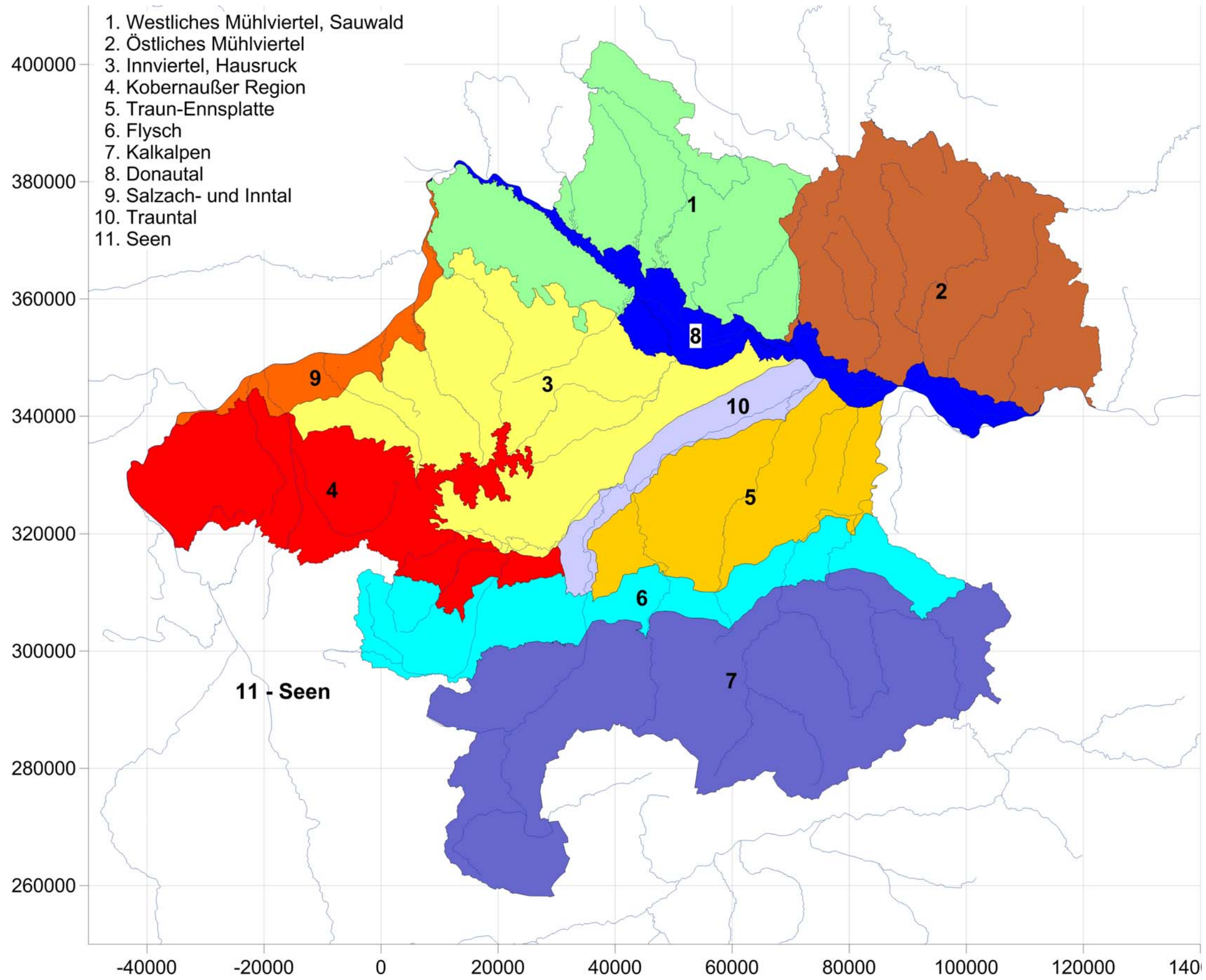


Abb. 1: Regionen Oberösterreich

4. KLIMAÄNDERUNG IN ÖSTERREICH – FOKUS OBERÖSTERREICH

4.1 Klimaänderung in der instrumentellen Periode

In den dieser Studie zugrunde liegenden Untersuchungen über Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft Oberösterreichs wird vorwiegend auf wasserwirtschaftliche Themen Bezug genommen. Eine detailliertere Beschreibung von Klimaänderungen für Oberösterreich liegt nur aus der Studie ZAMG-TU-Wien (2011) vor, wobei in dieser Studie der regionale Fokus auf Gesamtösterreich liegt. Wesentliche Ergebnisse der Studie ZAMG-TU-Wien (2011) mit speziellem Fokus auf Österreich werden hier kurz zusammengefasst.

Abbildung 2 zeigt, dass langfristige Temperaturänderungen im Alpenraum gleichförmig verlaufen, sich also auch die Temperaturtrends der Hochgebirgsregionen gleich verhalten wie die der Talregionen und Alpenvorlandregionen. Es ist somit für Österreich sinnvoll, lediglich eine räumliche Mittelreihe zu analysieren, die für alle Teilgebiete repräsentative Ergebnisse liefert. Abbildung 3 verdeutlicht auch, dass – und das ist typisch für Klimaentwicklungen – der Temperaturverlauf der letzten beiden Jahrhunderte in Österreich von zwei Langfristtrends charakterisiert war, denen kürzere „dekadische“ Trends überlagert sind.

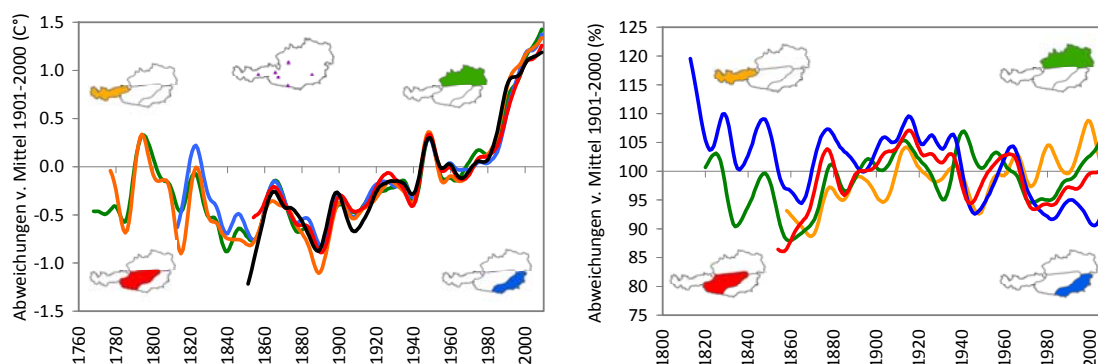


Abb. 2: Geglättete Jahresmittelreihen der Lufttemperatur (links) und des Niederschlags (rechts) für Subregionen Österreichs von Messbeginn bis 2009 gelb: WEST, grün: NORD, rot: INNERALPINE TÄLER, schwarz: hochalpin, blau: SÜDOST (Glättung mit 20-jährigem Gauß'schen Tiefpassfilter)

Für den Niederschlag hingegen (und auch andere hydrologische Prozesse) zeigt der Alpenraum eine hohe räumliche Variabilität (Schmidli et al, 2002) und die Klimaänderung manifestiert sich auch in regional unterschiedlichen Niederschlagstrends (Brunetti et al.,

2006, siehe Abbildung 2). Im Inneralpinum und im Norden Österreichs (also der für Oberösterreich relevanten Region) ist insgesamt kein Langzeittrend zu erkennen, hier dominieren die dekadischen Anomalien. Sowohl für die den Langzeitbereich als auch für die dekadischen Schwankungen sind 10-prozentige Trends bzw. Anomalien typisch.

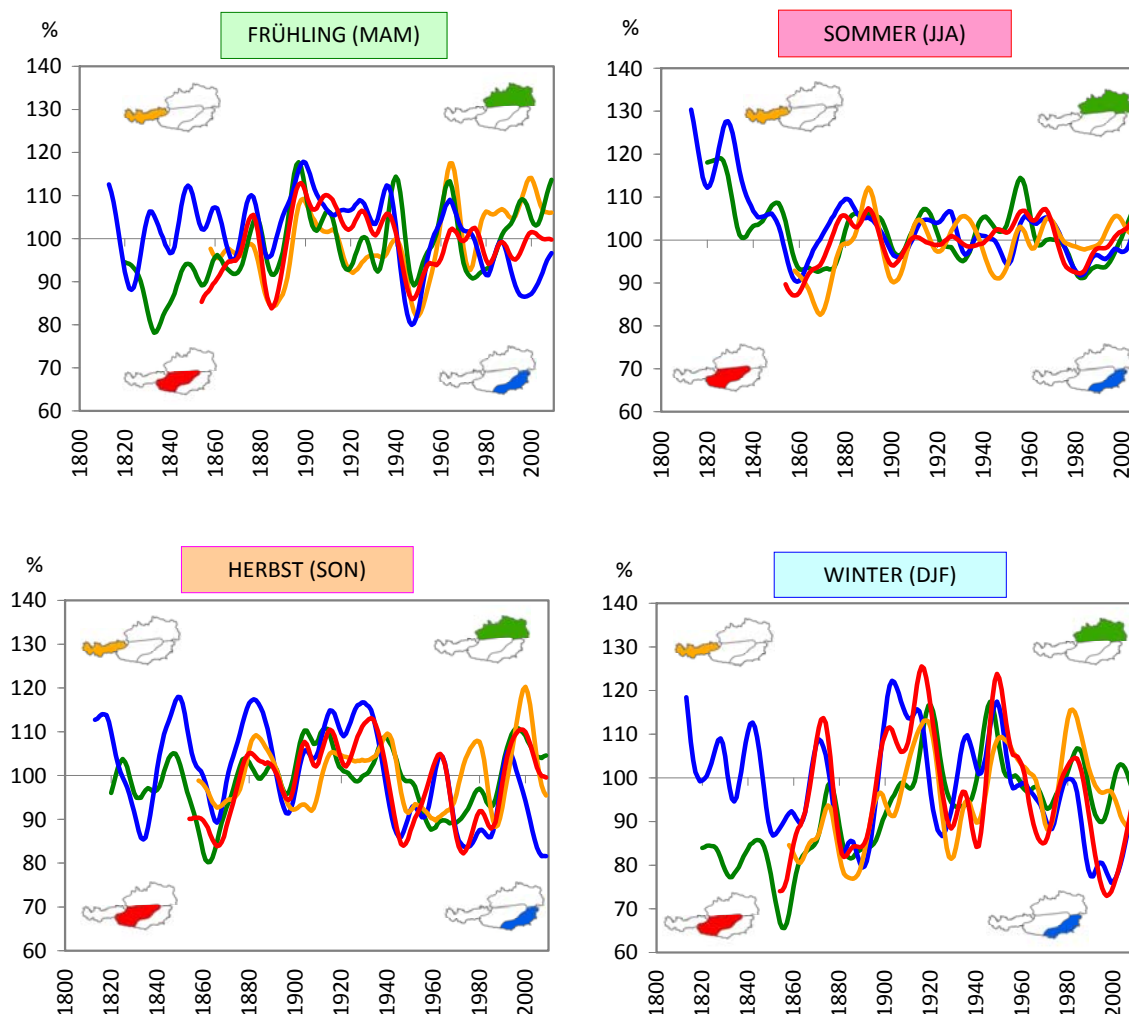


Abb. 3: Geglättete Jahreszeitensummen des Niederschlages in vier Subregionen Österreichs von 1800 bis 2009, die für Oberösterreich relevante Region ist die in Grün dargestellte Region Nord (Glättung mit 20-jährigem Gauß'schen Tiefpassfilter)

Im Hinblick auf den anthropogenen Klimawandel und Zukunftsszenarien des Klimas sind die Entwicklungen der aktuellen Jahrzehnte interessant. In ihnen befinden wir uns ja in einer Zeit, die bereits stark von anthropogenen Klimaantrieben geprägt ist, unter denen wiederum etwa seit 1980 der Faktor Treibhausgase überwiegt. Seit etwa 1970 finden wir im Norden und in den inneralpinen Bereichen Österreichs einen regelmäßigen Anstieg des Niederschlages, der im Norden seit der trockenen Phase davor bereits die Größenordnung von 10% erreicht hat.

Die bisher besprochenen Trends und Schwankungen der geglätteten Niederschlagsreihen sind, stärker noch als es bereits für die Temperatur gezeigt worden ist, überlagert von einer sehr lebhaften Kurzfrist-Variabilität von Jahr zu Jahr. In typischen Ausreißerjahren (wie etwa das Jahr 2009 für die Region Nord) weichen um 20-25% vom langjährigen Durchschnitt ab, extreme Jahre können sogar zwischen 50 und 150% des Jahrhundertmittels liegen. Diese erhebliche Varianz relativiert die oben besprochenen Trends und dekadischen Anomalien, die nur in wenigen Fällen auch im statistischen Sinn signifikant sind. Diese Einschränkung gilt umso stärker je kürzer die betrachteten Zeitspannen sind, wie etwa die gezeigten Trends der aktuellen Jahrzehnte des anthropogenen Klimawandels. Es ist deshalb große Vorsicht gegenüber vorschnellen Schlüssen im Hinblick auf Niederschlagstrends geboten – und es bestehen gerade beim Niederschlag im Hinblick auf statistische Signifikanz kaum vom statistischen Zufall unterscheidbare Kurzfristtrends.

In den regionalen Saisonaltrends (Abbildung 2) sind nur wenige Entwicklungen zu erkennen, wie etwa die feuchten Sommer vor 1850 (mit der Einschränkung, dass für diese Zeit nur Zeitreihen aus zwei Unterregionen vorhanden sind) und die Trendumkehr der Sommerniederschläge um 1980, die die Klimaentwicklung der Niederschläge im „Treibhauszeitalter“ charakterisieren. Ansonsten ist die Langfristentwicklung der Sommerniederschläge eher durch dekadische Schwankungen als durch Langfristtrends gekennzeichnet.

Die bei den Sommerniederschlägen erwähnte aktuelle Niederschlagszunahme ist im Frühling im Westen und Norden auch zu sehen, nicht allerdings in den alpinen und südöstlichen Landesteilen. Die vorerst analoge Tendenz zu feuchteren Herbstern ist im 21ten Jahrhundert vorerst wieder gebrochen, die Herbste der ersten Dekade des neuen Jahrhunderts werden wieder trockener. Im Winter besteht seit den sehr niederschlagsreichen 1950er Jahren überall in Österreich eine generelle Tendenz zu weniger Niederschlag, die im inneralpinen Bereich und im Südosten stärker ist, als im Norden und Westen. In allen Landesteilen allerdings war dieser Trend in den 1980er Jahren durch ein markantes Niederschlagsmaximum unterbrochen – am stärksten im Westen, am schwächsten im Südosten.

4.2 Klimaszenarien bis 2100

Globale Klimaszenarien

Zunächst werden die Ergebnisse verfügbarer GCM Läufe für den Alpenraum extrahiert und im Vergleich zu den Ergebnissen aus Messdaten (HISTALP) dargestellt. Für die Beschreibung des erweiterten Alpengebietes wurden für jedes Globalmodell diejenigen Gitterpunkte ausgewählt die den HISTALP Ausschnitt am besten abdecken. Die GCM Daten sind aus dem "World Climate Research Programme's (WCRP's) Coupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3) multi-model" Datensatz (15+ gekoppelten Globalen Ozean-Atmosphären Modellen (natürlicher + anthropogener Antrieb für den Zeitraum 1860-2000), für die SRES Szenario A1B (anthropogener Antrieb von 2001-2100)). Die Abbildung 4 zeigt, dass die GCMs auf der Skala der Alpenregion die Lufttemperatur nur ungenügend beschreiben können (Median der GCM Läufe als der wahrscheinlichste Verlauf deckt sich nicht mit den Messungen aus HISTALP). Für die Lufttemperatur sind die Ergebnisse besser als für den Niederschlag. Sowohl für die Lufttemperatur als auch für den Niederschlag wird der Sommer durch die GCMs besser wiedergegeben als der Winter. Zusammenfassend kann aus dem Vergleich der GCM-Läufe mit den HISTALP Messdaten festgehalten werden, dass die Globalmodelle nur ungenügend in der Lage sind die dekadische Klimaentwicklung im Alpenraum zu beschreiben. Vergleicht man dieses Ergebnis mit den Ergebnissen der GCM Modellierung der Vergangenheit auf Globaler Ebene (IPCC, 2007), dann kann daraus geschlossen werden, dass die Skala der Alpen zu klein ist um von den GCMs richtig simuliert zu werden.

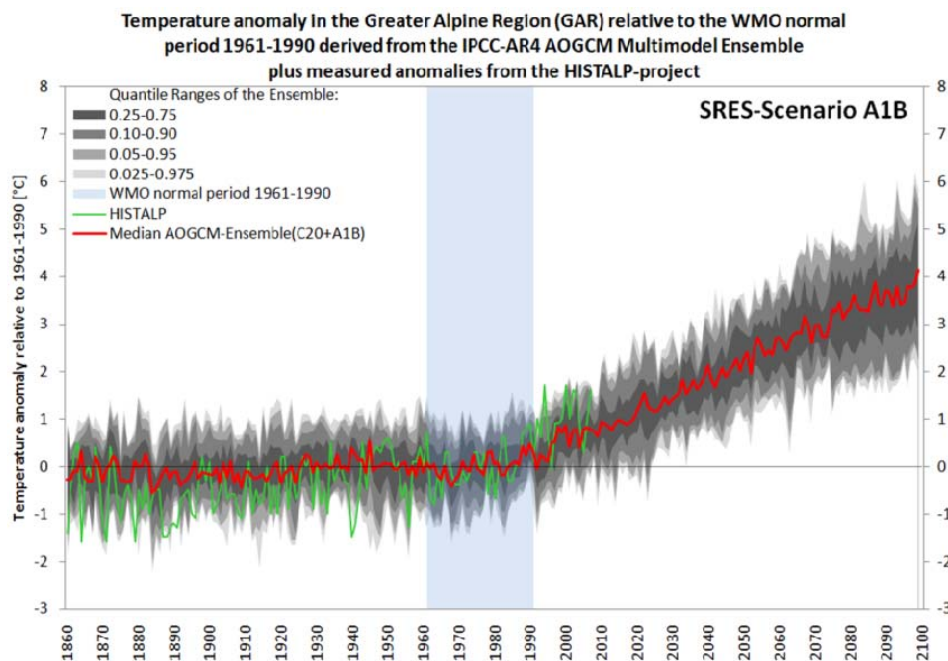


Abb. 4: Änderung der mittleren Jahrestemperatur von 1860 bis 2100 bezogen auf die WMO Normalperiode 1961-1990 im erweiterten Alpenraum aus 15+ gekoppelten Globalen Ozean-Atmosphären Modellen (natürlicher + anthropogener Antrieb für den Zeitraum 1860-2000), das IPCC-SRES Szenario A1B (anthropogener Antrieb von 2001-2100 Datenquelle: CMIP3, Mehl et al., 2007)

Die Analyse der Globalmodelle lässt bereits erste grobe Aussagen betreffend die zukünftige Klimaentwicklung für die Alpenregion zu. Die GCMs zeigen eine deutliche Zunahme der Lufttemperatur bis 2100 die für den Sommer mit ca. 4°C stärker ausfällt als für den Winter für den ein wahrscheinlichster Anstieg von ca. 3.5°C zu entnehmen ist. Kein Klimamodell zeigt eine Abkühlung. Für den Niederschlag (Abbildung 5) zeigt sich eine deutliche Abnahme bis 2100 für den Sommer auf 80% des Wertes von heute und eine leichte Zunahme auf ca. 105% im Winter.

Die Simulationsergebnisse der Globalmodelle müssen jedoch mit entsprechender Vorsicht interpretiert werden, da in den Globalmodellen die natürlichen Klimaantriebe (z.B. Vulkanausbrüche, Schwankungen der Sonnenaktivität) für die Zukunft nicht berücksichtigt werden können, da sie nicht bekannt sind. GCM Läufen beschreiben ausschließlich das durch den Menschen verursachte Treibhausklima und nicht zukünftige natürliche Klimaschwankungen.

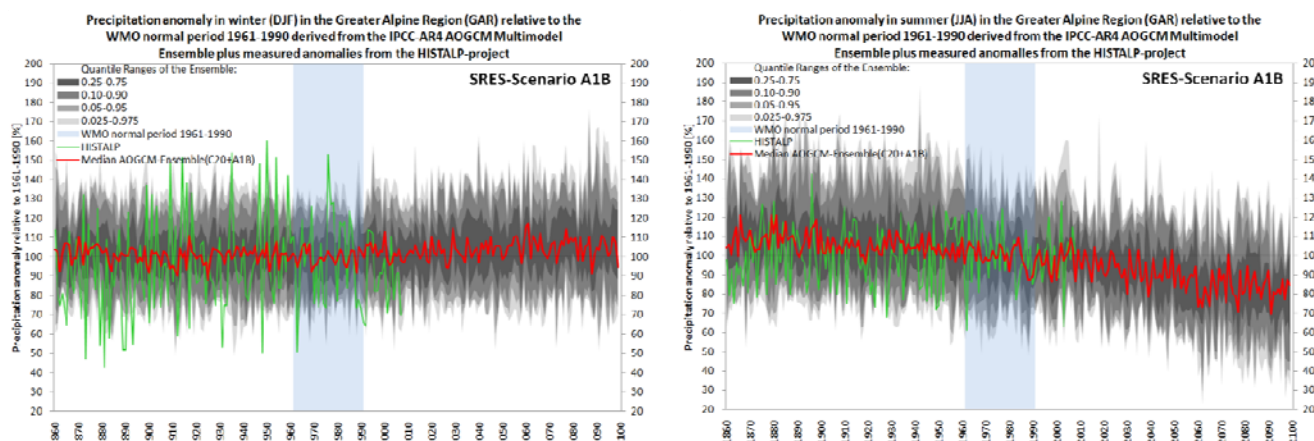


Abb. 5: Änderung der Niederschlagssumme im Winter (links, DJF) und im Sommer (rechts, JJA) von 1860 bis 2100 bezogen auf die WMO Normalperiode 1961-1990 im erweiterten Alpenraum aus 15+ gekoppelten Globalen Ozean-Atmosphären Modellen (natürlicher + anthropogener Antrieb für den Zeitraum 1860-2000), das IPCC-SRES Szenario A1B (anthropogener Antrieb von 2001-2100 Datenquelle: CMIP3, Mehl et al., 2007)

Regionale Klimaszenarien

Die räumliche Auflösung der Globalmodelle ist zu gering (Größenordnung 100km) um für Österreich räumlich differenzierte Ergebnisse ableiten zu können. Die Informationen der GCMs müssen räumlich weiter verfeinert werden müssen (z.B. Downscaling durch Koppelung mit Regionalmodellen). Es gab mehrere internationale Projekte zur regionalen Klimamodellierung die für Österreich relevante Ergebnisse erarbeitet haben (Gobiet, 2010). Im Rahmen der Studie ZAMG-TU-Wien (2011) wurden aus den Multiensembleläufen des EU-Projektes PRUDENCE (prudence.dmi.dk) für zwei Regionalmodellläufe aus Deutschland, die auch das Gebiet von Österreich abdecken, die Modellunsicherheit abgeschätzt. Die zwei Regionalmodellläufe sind einerseits der transiente REMO-UBA Lauf (Jacob, 2001, Jacob et al., 2007) der die Periode 1950 bis 2100 mit einer räumlichen Auflösung von 10km simuliert, andererseits der transiente Lauf mit dem Modell COSMO-CLM (Hollweg et al., 2008, Lautenschlager et al., 2008) der die Periode 1960 bis 2100 abdeckt. Beide Simulationen werden von ECHAM5 SRES A1B angetrieben.

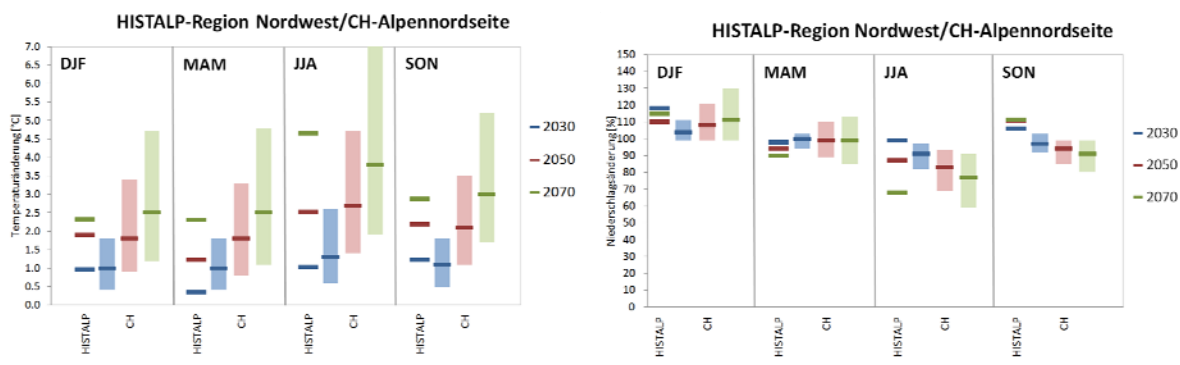


Abb. 6: Änderungen der saisonalen Mitteltemperaturen (links) und des saisonalen Niederschlags (rechts) in der HISTALP-Regionen NW (Übertragbar auf Oberösterreich) aus CLM Szenario A1B, dargestellt als horizontale Balken, im Vergleich zu PRUDENCE Ensemble Analysen (Szenarien A2 und B2), dargestellt werden die Quantilsbereiche im 95% Konfidenzintervall sowie der Median als horizontaler Balken, gemittelt jeweils 30-jährig um die Zeitpunkte 2030, 2050 und 2070 (Datenquelle: Prudence Daten: Frei et al., 2007 und CLM: Hollweg et al., 2008, aus ZAMG-TU-Wien, 2011).

Aus Abbildung 6 ist zu entnehmen, dass die zukünftige Klimaänderung sowohl für die Temperatur als auch für den Niederschlag am stärksten für den Sommer simuliert wird. Für die Lufttemperatur zeigt sich bis 2030 kaum eine signifikante Änderungen, bis 2050 sind teilweise schon deutliche Änderungen zu finden, die stärksten Änderungen ergeben sich aber erst nach 2050. Für den Niederschlag ist die zeitliche Entwicklung des Trends im Sommer ähnlich wie für die Temperatur, im Winter zeigt das CLM Modell aber schon bis 2030 eine deutliche Zunahme die sich danach dann abschwächt.

Die räumlichen Muster des Änderungssignals der Niederschlagssumme werden in der Abbildung 7 für die Periode 2021-2050 gegenüber 1976-2007 gezeigt. Für den Winter (DJF) zeigt das CLM Modell eine Zunahme des Niederschlags nördlich der Alpen und eine Abnahme südlich davon. Die räumlichen Muster der Zunahme nördlich und südlich der Alpen und der deutlichen Abnahme über den Alpen selbst sind klimatologisch nicht nachvollziehbar (Austrocknen über den Alpen). Dehnt man jedoch den Betrachtungszeitraum in die Zukunft weiter aus (z.B. für 2041-2070), ändert sich der Niederschlagstrend für den Sommer in eine generelle Abnahme über Österreich.

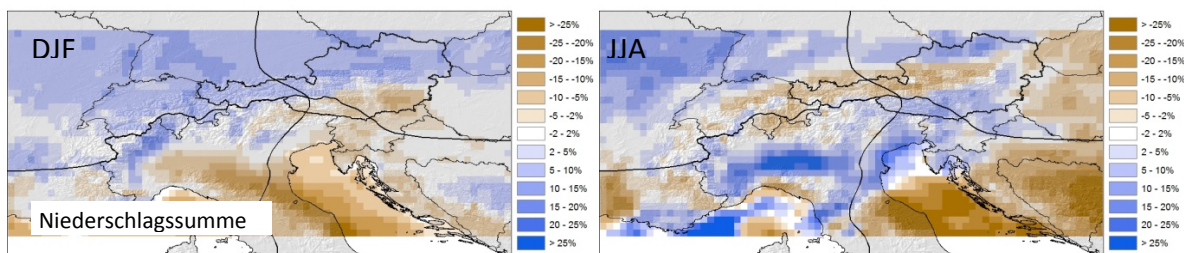


Abb. 7: Änderungen des Winterniederschlags (links, DJF) und des Sommerniederschlags (rechts, JJA), für die Greater Alpine Region (GAR) aus CLM (Szenario A1B) 2021-2050 gegenüber 1976-2007 (Datenquelle CLM: Hollweg et al., 2008).

In Abbildung 8 ist die Änderung der Lufttemperatur zu ersehen. Die Lufttemperatur wird in Österreich gemittelt über den Zeitraum 2021 bis 2050 gegenüber 1976-2007 um ca. 1° C steigen, wobei die Zunahme im Sommer stärker sein wird als im Winter. Die stärkere Erwärmung der Gebirgsregionen gegenüber den Tieflandregionen kann nach derzeitigem meteorologischem Prozessverständnis nicht als plausibel betrachtet werden.

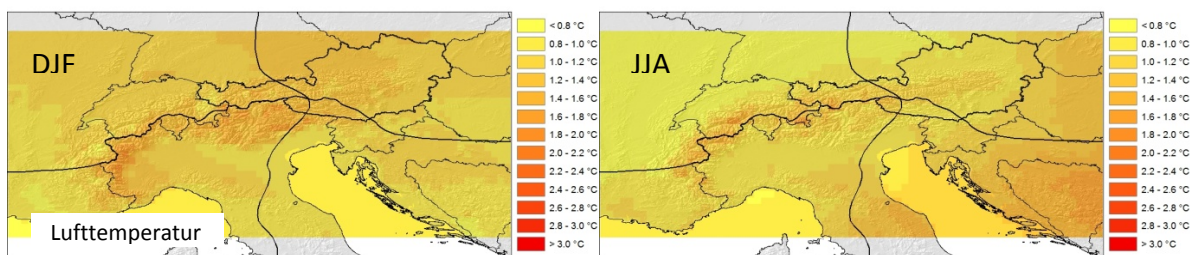


Abb. 8: Änderungen der Wintertemperaturen (links, DJF) und Sommertemperaturen (rechts, JJA) für die Greater Alpine Region (GAR) aus CLM (Szenario A1B) 2021-2050 gegenüber 1976-2007. (Datenquelle CLM: Hollweg et al., 2008)

5. AUSSAGEN IN DEN VORHANDENEN STUDIEN UND PROBLEMFELDER IN DEN REGIONEN

Vorbemerkung Geschiebepotential und Permafrost

In Oberösterreich ist Permafrost nur sehr lokal im Dachsteingebiet zu erwarten (empirische Modelle der Permafrostverbreitung). Daher sind keine größeren Einflüsse auf das Geschiebepotential zu erwarten. In den vorliegenden Studien a. bis i. wird darauf kein Bezug genommen.

Vorbemerkung Grundwasserdargebot

Für das Grundwasser konnte in der ZAMG/TU-Wien Studie keine zukünftigen Entwicklungen durch Modellierungen abgeleitet werden. Die Basis für die Aussagen der Auswirkungen von Klimaänderungen in der Zukunft sind daher auf die beiden Prozesse der Grundwasserneubildung, die die Änderungen im Grundwasserdargebot bestimmen. Die Grundwasserneubildung kann entweder durch Versickerung von Niederschlägen oder über die Versickerung von Oberflächenwasser erfolgen. Der Anteil an der Neubildung dieser beiden Prozesse ist in den einzelnen Grundwassergebieten sehr unterschiedlich. Die Größe der Grundwasserneubildung wird durch die Höhe des Niederschlages (Regen bzw. Schnee), das Klima (Temperatur, Wind,...), die Hydrogeologie, die Beschaffenheit der Gewässersohle und der Wassertemperatur bestimmt.

Vorwiegend kommt es im Frühjahr zur Grundwasserneubildung, welche auch in den Ganglinien deutlich zum Ausdruck kommt. Diese Saisonalität ist entsprechend auch bei den klimainduzierten Änderungen in den Eingangsgrößen (Niederschlag, Temperatur/Verdunstung, Abflüsse) zu berücksichtigen.

Die folgende Abbildung 9 zeigt den Zusammenhang zwischen Wassertemperatur und der Durchlässigkeit und damit den Zusammenhang zwischen Temperatur, die einen Einfluss auf die Erneuerung durch Versickerung aus Oberflächengewässern hat.

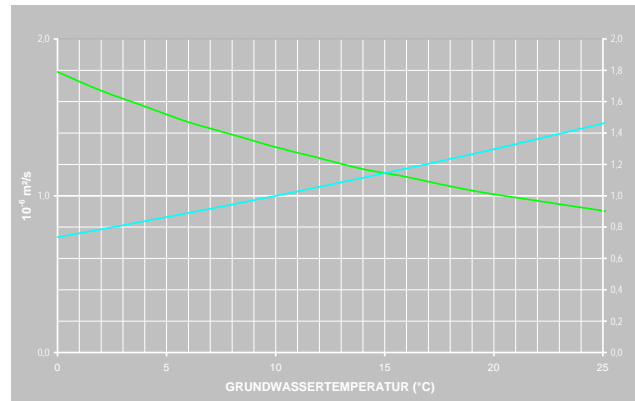


Abb.9: Zusammenhang zwischen Wassertemperatur und Durchlässigkeit

Mögliche Auswirkungen bei Änderungen in den Niederschlägen

- Sowohl eine Veränderung der Jahresniederschlagssummen als auch insbesondere die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge haben einen wesentlichen Einfluss auf die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen über das veränderte Verhalten der Verdunstung.
- Veränderungen in den Abflüssen der Oberflächengewässer und deren saisonale Verschiebungen verändern die Grundwasserneubildung (erhöhte Abflüsse in den Winter- und Frühjahrsperioden führen zu erhöhter Grundwasserneubildung, niederschlagsarme Sommermonate zehren an den Grundwasserreserven).
- Veränderung der Grundwasserqualität aufgrund geänderter Strömungssituation (bei Wasserentnahmen kann das Grundwasser aus anderen Bereichen eingezogen werden, die Fließzeiten können sich verändern, durch veränderte Wasserstände können andere Bodenschichten (zB. Altlasten) betroffen sein).
- Längere Trockenzeiten führen zu Bodenaustrocknung, Verringerung der Wasseraufnahmefähigkeit, Bodenverkrustung, geringere Humusbildung.

Mögliche Auswirkungen bei einer Erhöhung der Lufttemperatur

- Höhere Evaporation und damit Abnahme der Bodenfeuchtigkeit.
- Erhöhte Verdunstung aus Grundwasserkörpern mit geringem Flurabstand.
- Erhöhter Wasserbedarf der Pflanzen über Transpiration.
- Steigerung des Bewässerungsbedarfes in der Landwirtschaft.
- Erhöhung der Grundwassertemperatur.
- Veränderungen der Grundwasserqualität aufgrund erhöhter Grundwassertemperatur (zB. Sauerstoffzehrung bei Uferfiltrat).

Mögliche Auswirkungen bei Änderungen der Durchflüsse und der Wassertemperatur in den Flüssen

- Veränderung der Infiltrationsmengen.
- Veränderungen der Grundwassertemperatur im Nahbereich der Infiltrationsstrecken.

5.1. Westliches Mühlviertel, Sauwald



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Winterhochwässer treten häufig auf.
- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren.
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser.
- Anstieg der Jahreshochwasser in den letzten 50 Jahren und besonders in den letzten 30 Jahren.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden sich vermutlich stärker in den Winter verschieben. **(mittelhart)**
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. **(mittelhart)**

Mögliche Problemfelder:

- a) Die Hochwässer werden etwas größer und häufiger werden. **(mittelhart)**
- b) Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. **(mittelhart)**

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i.):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima von April auf März.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des mittleren Jahresabflusses trotz zunehmender Niederschläge.
- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (Szenarien; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Problemfelder:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses (ähnlich wie Jahresabfluss).

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**

Mögliche Problemfelder:

- a) Vermutlich Abnahme des Q95 **(mittelhart)**
- b) Abnahme im Sommer **(weich)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Vergangenheit (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.):

- In Studie b wird ein Temperaturanstieg über die Jahre 1984 bis 2004 für die Bioregion Grant und Gneis von 0,88°C angegeben, dies korreliert mit der Aussage aus Studie a, die von einer generellen Zunahme der Wassertemperatur von 0,5°C bis 1°C ausgeht.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. (**hart**)
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). (**mittelhart**)
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. (**weiche Aussage**)
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. (**mittelhart**)

Verhalten in der Zukunft allgemein

- Da der Gesamtzustand eines Gewässers eine bessere Abschätzung auf eine mögliche zukünftige Gefährdung infolge der klimatischen Erwärmung zulässt, wird der Gesamtzustand nach NGP (2009) für die wichtigsten Flüsse dieser Region im Folgenden angeführt.
 - Große Mühl 2-3
 - Kleine Mühl 3
 - Pesenbach 3
 - Kleine Michl 3-2
 - Aschach 4

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. (**mittelhart**)
- b) Für westliches Mühlviertel, liegen in den vorliegenden Studien kaum Aussagen vor. Laut Literatur b ist ein genereller Temperaturanstieg in der Bioregion Granit und Gneis von 0,81°C für den Zeitraum 2004 bis 2020 zu erwarten.
- c) Da der Gesamtzustand der Fließgewässer dieser Region im Durchschnitt bei 3 liegt und diese somit bereits heute im Grenzbereich zur guten Qualität stehen, weisen die Fließgewässer eine hohe Vulnerabilität und ein erhöhtes Risiko bei steigenden Wassertemperaturen auf. Es muss vor allem in diesen Regionen auf die Beeinflussungen der Wassertemperatur durch Nutzungskonsense und die

anthropogenen Einflüsse, die die Temperatur bzw. die Gewässergüte nachhaltig gefährden können, geachtet werden. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit:

Keine Aussagen in den Studien vorhanden.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Im Sommer ist eine leichte Zunahme der Niederschläge im Norden der Alpen erkennbar. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- b) Für die Trinkwasserversorgung werden sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Menge ergeben. **(mittelhart)**
- c) Sofern vorhanden, könnte es zu Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke kommen. **(mittelhart)**

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

- a) Die vorliegenden Studien beinhalten keine Informationen für diese Region, im Zusammenhang mit zunehmenden Temperaturen muss jedoch mit einer erhöhten Vulnerabilität und damit der Gefahr für die Verfehlung eines guten Zustandes gerechnet werden, wenn die Gewässer bereits heute im Grenzbereich zwischen gutem und mäßigem Zustand liegen (siehe Ausführungen Wassertemperatur).
(mittelhart)

5.2. Östliches Mühlviertel



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Winterhochwässer treten häufig auf.
- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren.
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden sich vermutlich stärker in den Winter verschieben. (**mittelhart**)
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. (**mittelhart**)

Mögliche Problemfelder:

- a) Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (**weich**)
- b) Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> teilweise Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (**weich**)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima von April auf März.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Abfluss besonders empfindlich auf Änderung des Niederschlages und der Lufttemperatur (Elastizität). **(hart)**
- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- d) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- e) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**
- f) Abfluss besonders empfindlich auf Änderungen des Niederschlages und der Lufttemperatur. **(hart)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses (ähnlich wie Jahresabfluss).

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Niederwasserdurchfluss besonders empfindlich auf Änderung des Niederschlages und der Lufttemperatur. **(hart)**
- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Niederwasserdurchfluss besonders empfindlich auf Änderung des Niederschlages und Temperatur. **(hart)**
- b) Vermutlich Abnahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Vergangenheit (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.):

- Für die Bioregion Granit und Gneis wird in den Jahren 1984-2004 ein Temperaturanstieg von 0,88°C angegeben. Dies korreliert mit den Angaben in Studie a.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. **(hart)**
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). **(mittelhart)**
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. **(weiche Aussage)**
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. **(mittelhart)**

Verhalten in der Zukunft allgemein

- Da der Gesamtzustand eines Gewässers eine bessere Abschätzung seiner Vulnerabilität infolge der klimatischen Erwärmung zulässt, wird der Gesamtzustand nach NGP (2009) für die wichtigsten Flüsse dieser Region im Folgenden angeführt.
 - Feldaist 3-2
 - Große Rodl 3-2
 - Gusen 2-3
 - Klammleitenbach 2-3
 - Naarn 3
 - Wald Aist 3

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**
- b) Wie bei Region 1, westliches Mühlviertel, beschrieben, findet sich in den vorliegenden Studien nur eine Angabe für diese Zone. Lt. Studie b wird sich der

Temperaturanstieg der Jahre 1984-2004 von 0,88°C weiter fortsetzen und in den Jahren 2004-2020 für die Bioregion Granit und Gneis im Mittel 0,81°C betragen.

- c) Ähnlich wie im westlichen Mühlviertel ist auch im östlichen Mühlviertel der Gesamtzustand der Fließgewässer mit durchschnittlich 2-3 an der Grenze zum guten Zustand. Solche Gewässer sind langfristig stärker gefährdet negative Auswirkungen hinsichtlich Wasserqualität und der vorliegenden Biozönose durch eine klimatisch bedingte Erhöhung der Wassertemperatur aufzuweisen als Gewässer mit derzeit gutem Zustand. Gerade dort ist auf anthropogene Einflüsse zu achten, um einer Verschlechterung entgegenwirken zu können bzw. keine zusätzlichen Gefährdungen zu verursachen. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit:

Keine Aussagen in den Studien vorhanden.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Im Sommer ist eine leichte Zunahme der Niederschläge im Norden der Alpen erkennbar. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. (**weich**)
- b) Für die Trinkwasserversorgung werden sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Menge ergeben. (**mittelhart**)
- c) Sofern vorhanden, könnte es zu Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke kommen. (**mittelhart**)

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

- a) Die vorliegenden Studien beinhalten keine Informationen für diese Region, im Zusammenhang mit zunehmenden Temperaturen muss jedoch mit einer erhöhten Vulnerabilität und damit der Gefahr für die Verfehlung eines guten Zustandes gerechnet werden, wenn die Gewässer bereits heute im Grenzbereich zwischen gutem und mäßigem Zustand liegen (siehe Ausführungen Wassertemperatur). (**mittelhart**)

5.3. Innviertel, Hausruck



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Winterhochwässer treten häufig auf
- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser
- Anstieg der Jahreshochwasser in den letzten 50 Jahren und besonders in den letzten 30 Jahren

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden sich vermutlich stärker in den Winter verschieben. **(mittelhart)**
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. **(mittelhart)**
- b) Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. **(mittelhart)**

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i.):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima von April auf März.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des mittleren Jahresabflusses trotz zunehmender Niederschläge.
- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses (ähnlich wie Jahresabfluss).

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich Abnahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: : ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

BOKU, OÖ-Landesregierung (2006) – Studie e.

BOKU, OÖ-Landesregierung (2009) – Studie f.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Vergangenheit (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie e.; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Bei Betrachtung des IST-Zustandes fällt der starke anthropogene Einfluss durch sechs Emittenten an der Ager und drei Emittenten an der Vöckla auf.
- Die Ager wird durch sechs, die Vöckla durch drei Emittenten beeinflusst. Während fünf der sechs Emittenten geringe Auswirkungen auf die Temperatur der Ager aufweisen, sind die thermischen Belastungen durch die Lenzing AG bis zur Mündung in die Vöckla nachweisbar. Es ist anzunehmen, dass die Beeinflussungen des Ager-Vöckla Einzugsgebietes auch die Traun betreffen, da sich bei den beiden Flüssen die thermischen Emissionen überlagern und bis zur Mündung in die Traun nicht abgebaut werden können.
- Die Ager weist an extrem heißen Sommertagen bereits ohne thermische Emissionen Temperaturen von bis zu 25°C auf.
- Die Durchschnittstemperatur der Ager wird mit 12,5°C – 13°C und einem Augustmittel von 22,5°C angegeben. Die tiefsten Wassertemperaturen werden im Winter mit durchschnittlich 5°C bis 6°C verzeichnet. Generell weist die Ager einen steigenden Temperaturtrend über die letzten 30 Jahre auf. Die jährliche Zunahme beträgt 0,08°C in den Jahren 1976 bis 2005, was einem Gesamtanstieg von 2,4°C über diesen Zeitraum entspricht.
- Durch die Mündung der Vöckla, der Aurach und durch Grundwasserzutritte kühlt die Ager leicht ab.
- Die Vöckla ist ein Gewässer, das auch im Sommer max. 20°C aufweist. Die Studien beschreiben für die Vöckla im Vergleich mit der Ager ein gegenteiliges Temperaturverhalten. Hier wird ein sinkender Trend der Wassertemperatur festgestellt, was primär auf den Wegfall eines Großemittenten zurückzuführen ist. Die Vöckla zeigte die tiefsten Temperaturen ebenfalls im Winter mit durchschnittlich 1°C und die höchsten Temperaturwerte im Sommer mit im Mittel 18°C bis 19°C.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. **(hart)**
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0,8 °C zu (räumliche Auswertungen). **(mittelhart)**
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. **(weiche Aussage)**
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. **(mittelhart)**

Verhalten in der Zukunft (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie e; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Der Gesamtzustand nach NGP (2009) liegt für Ager und Vöckla bei 3.
- Die Studien über das Ager-Traun System haben gezeigt, dass auch weiterhin mit einer weiteren Temperaturzunahme in Ager und Vöckla zu rechnen ist.
- Eine Simulation „heißer Sommertag“ (max. Lufttemp. >32°C und durchschnittliche Lufttemperatur 25°C) in Studie e zeigt, dass die Maximaltemperatur vor der Lenzing AG Einleitung bereits 24,6°C beträgt und nach Einleitung 25,5°C. Die höchste Durchschnittstemperatur beläuft sich auf 24,5°C. Durch die Mündung der Vöckla und verschiedener Grundwasserzutritte sinkt die Temperatur der Ager anschließend auf 19°C bis 22°C.
- Das Winterszenario (min. Lufttemp. ~0°C und durchschnittliche Lufttemperatur ~2°C) zeigt ebenfalls steigende Temperaturen. Im Naturzustand liegt die Ager in einem Temperaturbereich zwischen 1°C und 4,5°C. Der kühlende Effekt der Vöckla fällt im Winter deutlich geringer aus und Grundwasserzutritte führen zu einer Aufwärmung um durchschnittlich 0,5°C. Die Emissionen der Lenzing AG bewirken eine Aufwärmung von 2-2,5°C auf 2,5-4,5°C, das entspricht einer Differenz zum Naturzustand von 1,5°C. Andere Emittenten haben nur marginale Auswirkungen.
- Die Vöckla als generell kühles Gewässer, erreicht auch im Sommer maximal 20°C.
- Die Untersuchungen verschiedener Szenarien haben gezeigt, dass es im Falle eines „heißen Sommertages“ (max. Lufttemp. >32°C und durchschnittliche Lufttemp. ~25°C) zu einer Gesamtaufwärmung über den Verlauf der Vöckla von durchschnittlich 6°C kommen wird, der Anteil aus Kühl- und Abwässern beträgt rund 1,5°C.
- Beim Szenario „doppelter Konsens“ erhöhen sich die Maximaltemperaturen um rund 5°C, was bei einer Beschränkung von 3°C nicht akzeptabel ist.
- Im Winter (min. Lufttemp. ~0°C und durchschnittliche Lufttemp. ~2°C) wird ebenso ein Anstieg der Wassertemperatur simuliert, der infolge der derzeitigen Emittenten bei 1°C liegt bzw. bei Auslastung des Gesamtkonsens bei 1,5°C. Bei einer Verdoppelung der industriellen Beeinflussung würde die Temperatur um 2,5°C bis 3°C ansteigen.

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**

- b) Mögliche Probleme können sich durch die generell hohe Wassertemperatur der Ager ergeben, die in heißen Sommern bereits ohne anthropogene Einflüsse eine Gewässertemperatur von 25°C erreicht. Dadurch sind zukünftige Konsenslimitierungen für industrielle Einleiter nicht auszuschließen. **(hart)**
- c) Ein Problem stellt die kurze Fließstrecke der Vöckla dar, weshalb es zu keinem vollständigen Abbau der Temperaturaufstockung kommen kann. Eine weitere Temperaturerhöhung der Vöckla hat auch negative Folgen für die Ager. Studien haben gezeigt, dass ein Fließweg von 90 km nötig ist, um 1°C abzukühlen. **(hart)**
- d) Grundsätzlich liegt die Gefährdung darin, dass der Konsens bereits durch die klimabedingte Steigerung der Wassertemperatur erreicht wird und deshalb kein Spielraum mehr für anthropogene Einleitungen besteht. Da außerdem der Gesamtzustand von Ager und Vöckla jeweils bei 3 liegen, ist mit einer Beeinträchtigung der Gewässergüte und damit einhergehend der Fischbiozönose bei Eintreten der Klimaprognosen zu rechnen. **(hart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre: im Norden leicht fallend.
- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses (ähnlich wie Jahresabfluss).
- Auswertungen der Langzeitentwicklung des Grundwasserstandes zeigen, dass das Trendverhalten in aufeinanderfolgenden Dekaden (1961-70, 1971-80, 1981-90, 1991-00, 2001-2006) häufig entgegengesetzt ist (*harte Aussage*). Deswegen sind Trends stark von den jeweils gewählten Zeitfenstern abhängig.
- Zwischen Lufttemperatur und Grundwassertemperatur lässt sich aus den Daten der Zeitreihe 1976 bis 2006 ein regionaler Zusammenhang von einem Anstieg von 0,5 bis 1,0 °C pro 1,0 °C Lufttemperaturzunahme ableiten, der jedoch von der lokalen Grundwassersituation stark beeinflusst wird.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung aus Flussinfiltrationen durch Verschiebung der erhöhten Abflüsse in den Winter und Frühjahr ist zu rechnen. **(weich)**
- Veränderungen bei der Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser durch Zunahme der Wassertemperatur in den Flüssen. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Im Sommer ist eine leichte Zunahme der Niederschläge im Norden der Alpen erkennbar. **(mittelhart)**
- Vermutlich Abnahme des Niederwaserdurchflusses. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Beeinflussungen bei der Gewinnung von Uferfiltrat für Trinkwasserzwecke.
 - Erhöhung der Sickermengen bei der Uferfiltration durch erhöhte Wassertemperatur in den Fließgewässern. **(hart)**
 - Mögliche Veränderungen der Grundwasserfließrichtung. **(mittelhart)**
 - Veränderung der Grundwasserqualität bei Uferfiltration durch die erhöhten Grundwassertemperaturen und einer damit verbundenen möglichen erhöhten Sauerstoffzehrung. **(hart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Sofern vorhanden, könnte es zu Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke kommen. **(mittelhart)**

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

BOKU, OÖ-Landesregierung (2006) – Studie e.

BOKU, OÖ-Landesregierung (2009) – Studie f.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie e; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Auf Ager und Traun, sowie die Zubringer Vöckla, Alm und Krems wirkt eine Vielzahl an Emissionen. Punktuelle Einträge stammen von Kläranlagen und Produktionsbetrieben. Teilweise treten auch Belastungen durch Mischwasserüberläufe bei Regenereignissen auf.
- Die Ager wird durch sechs, die Vöckla durch drei Emittenten beeinflusst.
- Die warme Ager entspricht oberhalb der Vöcklamündung einer Barbenregion und liegt dann durch die Abkühlung der Vöckla im Übergangsbereich zwischen Barben- und Äschenregion (FRI 5,6). Die mittlere Temperatur der Äschenregion (FRI 5) liegt bei 13,5°C, die der Barbenregion (FRI 6) bei 17°C.
- Historisch finden sich in der Ager 8 Fischarten, aktuell sind 17 Fischarten aufgezeichnet, wobei die häufigste vorkommende Art die Barbe ist, gefolgt von Äsche, Flussbarsch und Aitel, alle anderen Arten treten durch Besatz auf. Die Ager ist vom Attersee bis zur Mündung in die Traun Übergangsgebiet zwischen Hyporhithral zu Epipotamal. Die fischökologische Bewertung ist für die Ager negativ und ihre Artenzusammensetzung ist verschoben (Fehlen der Nasen).

Verhalten in der Zukunft (ZAMG / TU Wien – Studie a.; UBA – Studie i.):

- Die Studien a und i haben sich österreichweit mit dem Klimawandel und seinen Auswirkungen beschäftigt. Die organische und trophischen Ausgangsbelastung sowie der morphologische Zustand eines Gewässers sind von großer Bedeutung für die Beeinflussung durch Temperaturerhöhungen. Je geringer die bereits bestehenden Belastungen desto weniger negative Auswirkungen werden klimatische Veränderungen haben. Es wird attestiert, dass sich die Bioregionen (insbesondere die Fischregionen) flussaufwärts verschieben werden, da eine Anpassung der aquatischen Biozönosen stattfinden wird. Bei steigenden Temperaturen werden das Bakterienwachstum und die Wiederverkeimung für die Wasserqualität von Bedeutung sein. Die Nutzungsrechte werden eventuell dort eingeschränkt werden müssen, wo infolge der klimatischen Aufwärmung keine höheren Gewässertemperaturen mehr zuträglich sind. Zukünftig ist mit einer Zunahme der Grundwassertemperaturen zwischen 0,2°C bis 1°C zu rechnen. Die Höhe und Ausprägung des Anstieges ist von den lokalen Verhältnissen abhängig. **(hart)**

Verhalten in der Zukunft (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie e; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Berechnungen in Studie e zeigen, dass ein Gewässer eine Fließstrecke von ca. 90 km benötigt, um im Sommer 1°C abzukühlen. Bei Ager und Traun überlagern sich die thermischen Emissionen, sodass sie bis zur Mündung in die Traun nicht abgebaut werden können. Durch die Erhöhung der Wassertemperatur wird der Ablauf von chemischen, biologischen und biochemischen Prozessen begünstigt, sie laufen schneller und vollständiger ab. Mit steigendem Pegel nehmen die Parameter der organischen Belastung und Nährstoffe zu. Mit sinkender Wassermenge durch

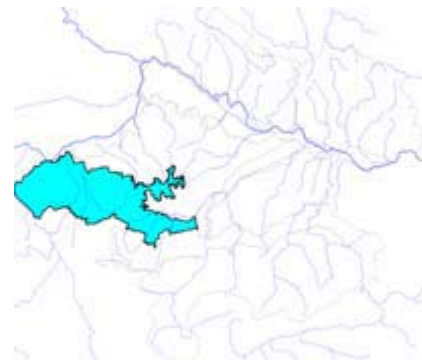
geringere Niederschläge und gleichbleibenden Emissionen ändert sich die Verdünnungsrate und die Frachten erhöhen sich. Starke Niederschläge wiederum führen zu Oberflächenerosionen und damit zu vermehrtem Schwebstoffeintrag, wie Phosphor und organisch gebundenem Stickstoff. Weiter gehen mit großen Niederschlagsmengen höhere Abflüsse einher, diese verstärken den Geschiebetransport, was sich ungünstig auf das Laichgeschehen auswirkt. Der Sauerstoffgehalt weist ebenso einen bedeutend Einfluss auf Wasserqualität und Biozönose auf. Hier sind zwei schädliche Extreme zu beachten, die infolge der Wassertemperaturänderung auftreten können, Sauerstoffmangel und Sauerstoffübersättigung. (**hart**)

- Der Gesamtzustand der Ager und der Vöckla liegt nach NGP (2009) für beide Flüsse bei 3.

Mögliche Probleme:

- a) Infolge Temperaturerhöhungen durch klimatische Veränderungen kommt es zu einer Verschiebung der Fischgrenzen nach oben. Die Gefahr des Temperaturanstieges bringt die Überschreitung der Toleranzgrenzen von 19°C für Salmoniden mit sich. Obwohl ein Temperaturanstieg eine Artenanpassung über die Zeit bewirkt, liegt das Problem auch darin, dass die Gewässer hydromorphologisch nicht für wärmeliebende Arten geeignet sind. (**hart**)
- b) Laut Bewertungsmethode gemäß WRRL führt eine Verschiebung des Fischregionindex um 0,6 Einheiten zu einer starken Verschlechterung des Gewässerzustandes. (**hart**)
- c) Durch die Wassererwärmung muss mit einem Artenrückgang, einer Artenverschiebung und auch dem Verschwinden einzelner Arten gerechnet werden. (**hart**)

5.4. Kobernauser Region



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser
- Anstieg der Jahreshochwasser in den letzten 50 Jahren und besonders in den letzten 30 Jahren

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden sich vermutlich stärker in den Winter verschieben. (**mittelhart**)
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. (**mittelhart**)

Mögliche Probleme:

- a) Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (**weich**)
- b) Mehr Winter-/ Frühjahrschhochwässer -> Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (**weich**)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i.):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima von April auf März.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des mittleren Jahresabflusses trotz zunehmender Niederschläge.
- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses (ähnlich wie Jahresabfluss).

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich Abnahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

BOKU, ENERGIE-AG (2009) – Studie d.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. (**hart**)
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). (**mittelhart**)
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. (**weiche Aussage**)
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. (**mittelhart**)

Verhalten in der Zukunft (AIT, OÖ-Landesreg. – Studie b.; BOKU, ENERGIE-AG – Studie d.):

- Die Ergebnisse der Zukunftsszenarien in Studien b und d zeigen die höchste anthropogene Wärmebelastung im Winter bei Niederwassersituation. Dies ist auf die niedrigen Abflussverhältnisse von Salzach und Inn während der kalten Jahreszeit sowie Wärmeeinleitungen zurückzuführen.
- Bei konsensmäßiger Einleitung von 295 MW zeichnet sich eine zukünftige Erwärmung der Salzach um 1,3°C zum Naturzustand ab, bei projektiertem Normalbetrieb von 450 MW liegt die Erwärmung sogar bei 1,8°C zum Naturzustand.
- Wird gleichzeitig eine Erhöhung der Lufttemperatur nach dem Klimamodell A1B um 2°C angenommen, führt dies zu einem Gesamtanstieg um 3,2°C.
- Grundsätzlich zeigt das Temperaturszenario A1B eine Erhöhung der Temperaturen in der Salzach um 1,7°C und im Inn um 1,5°C.
- Über den Längenschnitt zeigen sich für beide Fließgewässer an den Temperatur-Einleitungen deutliche Temperatursprünge, Variationen sind von der jeweiligen Wasserführung abhängig.
- Positiv wirkt sich der Zusammenfluss von Salzach und Inn aus, wodurch es zu einer Reduktion des Einleitsignales eines Emittenten kommt, zurückzuführen auf die höhere Wasserführung des Inn.

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. (**mittelhart**)
- b) Wie für die anderen Fließgewässer gilt auch die Gefahr der negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität infolge der Temperaturzunahme. Gerade bei Fließgewässer mit einer Güteklasse an der Grenze zum guten Zustand ist die Vulnerabilität bei einer Erwärmung der Wassertemperatur höher. Wie die Konsensannahmen zeigen, ist die

Konsensauslastung des Gewässers bei steigenden Wassertemperaturen durch klimatische Veränderungen zu beobachten. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung (2009) – Studie c.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Trend in den letzten 30 Jahren: sinkende Grundwasserstände im unteren Mattigtal.
- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses (ähnlich wie Jahresabfluss).
- Zwischen Lufttemperatur und Grundwassertemperatur lässt sich aus den Daten der Zeitreihe 1976 bis 2006 ein regionaler Zusammenhang von einem Anstieg von 0,5 bis 1,0 °C pro 1,0 °C Lufttemperaturzunahme ableiten, der jedoch von der lokalen Grundwassersituation stark beeinflusst wird.
- Bei den Grundwasserständen in den gewässernahen Grundwasservorkommen gestauter Flüsse kann eine Überlagerung der Ursachen durch die errichteten Flusskraftwerke gegeben sein.

Verhalten in der Vergangenheit (Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung – Studie c.):

- Antropogene Einflüsse durch Ableitung von Grundwasserentnahmen in Oberflächengewässer – Veränderung der Fließgewässertemperatur.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung aus Flussinfiltrationen durch Verschiebung der erhöhten Abflüsse in den Winter und Frühjahr ist zu rechnen. **(weich)**

- Veränderungen bei der Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser durch Zunahme der Wassertemperatur in den Flüssen. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**
- Im Sommer ist eine leichte Zunahme der Niederschläge im Süden der Alpen erkennbar. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Beeinflussungen bei der Gewinnung von Uferfiltrat für Trinkwasserzwecke.
 - Erhöhung der Sickermengen bei der Uferfiltration durch erhöhte Wassertemperatur in den Fließgewässern. **(hart)**
 - Mögliche Veränderungen der Grundwasserfließrichtung. **(mittelhart)**
 - Veränderung der Grundwasserqualität bei Uferfiltration durch die erhöhten Grundwassertemperaturen und einer damit verbundenen möglichen erhöhten Sauerstoffzehrung. **(hart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Sofern vorhanden, könnte es zu Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke kommen. **(mittelhart)**

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

5.5. Traun-Ennsplatte



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten. (**mittelhart**)
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. (**mittelhart**)

Mögliche Probleme:

- a) Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (**weich**)
- b) Mehr Winter-/ Frühjahrs Hochwässer -> Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (**weich**)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i.):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima von April auf März.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

Keine deutlichen Trends des Niederwasserdurchflusses

- Keine deutlichen Trends des Niederwasserdurchflusses.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich Abnahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. **(hart)**
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). **(mittelhart)**
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. **(weiche Aussage)**
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Bei den Grundwasserständen in den gewässernahen Grundwasservorkommen gestauter Flüsse kann eine Überlagerung der Ursachen durch die errichteten Flusskraftwerke gegeben sein.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Veränderungen bei der Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser durch Zunahme der Wassertemperatur in den Flüssen. **(hart)**

- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Beeinflussungen bei der Gewinnung von Uferfiltrat für Trinkwasserzwecke.
 - Erhöhung der Sicker Mengen bei der Uferfiltration durch erhöhte Wassertemperatur in den Fließgewässern. **(hart)**
 - Mögliche Veränderungen der Grundwasserfließrichtung. **(mittelhart)**
 - Veränderung der Grundwasserqualität bei Uferfiltration durch die erhöhten Grundwassertemperaturen und einer damit verbundenen möglichen erhöhten Sauerstoffzehrung. **(hart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Für die Trinkwasserversorgung werden sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Menge ergeben. **(mittelhart)**
- d) Sofern vorhanden, könnte es zu Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke kommen. **(mittelhart)**

[Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie](#)

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

5.6. Flysch



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten. (**mittelhart**)
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. (**mittelhart**)

Mögliche Probleme:

- a) Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.
- b) Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (**weich**)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i.):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima von April auf März.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- c) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- d) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**
- e) Möglicherweise Probleme mit Wasserversorgung - geringe Speicherung im Untergrund; Wasserverbrauch für Tourismus

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Abhängig von Seehöhe: Bei Winterniederwasserregime (Schnee) eher Zunahme, bei Sommerniederwasserregime (Verdunstung) eher Abnahme.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Niederwasserdurchfluss besonders empfindlich auf Änderung des Niederschlages und Temperatur wegen geringen Speichervermögens des Untergrundes. **(hart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Vergangenheit (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.):

- Temperaturanstieg für die Bioregion Alpenvorland und Flysch von 0,8°C für die Jahre 1984 bis 2004.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. **(hart)**
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). **(mittelhart)**
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. **(weiche Aussage)**
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. **(mittelhart)**

Verhalten in der Zukunft (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.):

- Die klimatischen Auswirkungen auf die Wassertemperaturen in dieser Region werden in einer der vorliegenden Studien (Studie b) beziehend auf die Bioregion Alpenvorland und Flysch erwähnt.
- Demnach ist mit einer Wassertemperaturzunahme in der Bioregion Alpenvorland und Flysch von 0,58°C für die Jahre 2004-2020 zu rechnen. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**
- b) Die Regionen der Kalkalpen, Kalkvoralpen und des Flysch sind weniger von der Temperaturerhöhung betroffen, als die Regionen Granit und Gneis im Norden Oberösterreichs. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Abhängig von Seehöhe: Bei Winterniederwasserregime (Schnee) eher Zunahme, bei Sommerniederwasserregime (Verdunstung) eher Abnahme.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen und einzelner Quellschüttungen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**
- Im Sommer ist eine leichte Zunahme der Niederschläge im Süden der Alpen und aber auch eine Abnahme in den Alpen erkennbar. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Veränderungen in den Quellschüttungen insbesondere was die Jahreszeit betrifft sind zu erwarten (frühere Schneeschmelze). Zudem kommt eine Abnahme der Niederwasserdurchflüsse. **(mittelhart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Für die Trinkwasserversorgung werden sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Menge ergeben. **(weich)**

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

5.7. Kalkalpen



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten. **(mittelhart)**
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- c) Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.
- d) Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. **(weich)**

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i.):

- Kalkvoralpen: Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima von Mai auf April.
- Kalkhochalpen: Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima Mai, keine Veränderung.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich geringe Zunahme des Niederwasserdurchflusses in hohen Lagen. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich geringe Zunahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Vergangenheit (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.):

- Temperaturanstieg für die Bioregion Kalkvoralpen von 0,54°C für die Jahre 1984 bis 2004.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. **(hart)**
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). **(mittelhart)**
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. **(weiche Aussage)**
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. **(mittelhart)**

Verhalten in der Zukunft (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.):

- Die klimatischen Auswirkungen auf die Wassertemperaturen in dieser Region werden in einer der vorliegenden Studien (Studie b) beziehend auf die Bioregion erwähnt.
- Für die Bioregion Kalkvoralpen wird ein Temperaturanstieg von +0,47°C für die Jahre 2004 bis 2020 prognostiziert. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**
- b) Die Regionen der Kalkalpen, Kalkvoralpen und des Flysch sind weniger von der Temperaturerhöhung betroffen, als die Regionen Granit und Gneis im Norden Oberösterreichs. **(mittelhart)**
- c) Kalte Quellen dämpfen hier die Geschwindigkeit der Veränderung (Studie a). **(hart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

- a) Permafrostrückzug durch weiteren Temperaturanstieg und dadurch verstärkte Mobilisierung von geschiebebildenden Flächen. Dadurch lokale Zunahme des Geschiebepotentials möglich.

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung einzelner Quellschüttungen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Vermutlich Zunahme des Niederwasserdurchflusses in hohen Lagen. **(mittelhart)**
- Im Sommer ist eine leichte Zunahme der Niederschläge im Süden der Alpen und aber auch eine Abnahme in den Alpen erkennbar. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Veränderungen in den Quellschüttungen insbesondere was die Jahreszeit betrifft sind zu erwarten (frühere Schneeschmelze). Zudem kommt es zu einer Zunahme der Niederwasserdurchflüsse in hohen Lagen. **(mittelhart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**

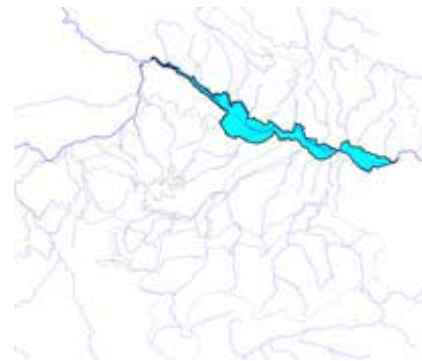
Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

5.8. Donautal



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren.
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser.
- Deutliche Zunahme von kleinen Hochwässern.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten. (**mittelhart**)
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. (**mittelhart**)

Mögliche Probleme:

- a) Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.
- b) Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (**weich**)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Tendenziell Verschiebung des Abflusses von Sommer Richtung Frühjahr (teilweise frühere Schneeschmelze, teilweise Einfluss des Rückhalts Alpiner Speicher)

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Im 20. Jahrhundert: Zunahme des Niederwasserdurchflusses im Sommer, kaum Änderung des Niederwasserdurchflusses im Winter.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Niederwasserentwicklung wenig klar, da stark vom zukünftigen Niederschlagsregime abhängig.

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich geringe Zunahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. **(hart)**

- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). **(mittelhart)**
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. **(weiche Aussage)**
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

DonauCOnsult (2004) – Studie h.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Auswertungen der Langzeitentwicklung des Grundwasserstandes zeigen, dass das Trendverhalten in aufeinanderfolgenden Dekaden (1961-70, 1971-80, 1981-90, 1991-00, 2001-2006) häufig entgegengesetzt ist (**harte Aussage**). Deswegen sind Trends stark von den jeweils gewählten Zeitfenstern abhängig.
- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre im Nördlichen u. südlichen Eferdinger Becken: im Westen und Osten öfter leicht fallend
- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre im Nördlichen u. südlichen Eferdinger Becken: steigend.
- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre Nördliches u. südliches Linzer Feld: im Osten leicht fallend.
- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre im Nördliches u. südliches Linzer Feld: im Osten leicht steigend (nicht signifikant).
- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre im Nördlichen u. südlichen Machland: im Westen und Osten vereinzelt leicht steigend, in der Mitte vereinzelt leicht fallend

- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre im Nördlichen u. südlichen Machland: vereinzelt steigend.
- In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses (ähnlich wie Jahresabfluss).
- Die Grundwassertemperaturen nahmen im Zeitraum 1976 – 2006 in den beobachteten Messstellen zum Teil deutlich zu (zwischen 0,3 bis 1,2 °C).
- Zwischen Lufttemperatur und Grundwassertemperatur lässt sich aus den Daten der Zeitreihe 1976 bis 2006 ein regionaler Zusammenhang von einem Anstieg von 0,5 bis 1,0 °C pro 1,0 °C Lufttemperaturzunahme ableiten, der jedoch von der lokalen Grundwassersituation stark beeinflusst wird.
- Bei den Grundwasserständen in den gewässernahen Grundwasservorkommen gestauter Flüsse kann eine Überlagerung der Ursachen durch die errichteten Flusskraftwerke gegeben sein.

Verhalten in der Vergangenheit (DonauConsult (2004) – Studie h.):

- Seit den 80er Jahren kam es zu einem Anstieg der Grundwassertemperatur von 0,5°C bis 1°C und die Grundwassertemperatur liegt leicht über den Jahresmittel der Lufttemperatur. Durch die thermischen Emittenten schwankt die GW-Temperatur stark zwischen 7,8°C und 16°C.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. (**hart**)
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. (**mittelhart**)
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung im Frühjahr aus Flussinfiltrationen durch Verschiebung der erhöhten Abflüsse in den Winter und Frühjahr ist zu rechnen. (**weich**)
- Möglicherweise eine Abnahme der Abflüsse im Sommer (Szenarien). (**weich**)
- Aber vermutlich eine geringe Zunahme des Niederwasserdurchflusses. (**mittelhart**)
- Veränderungen bei der Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser durch Zunahme der Wassertemperatur in den Flüssen. (**hart**)
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. (**hart**)
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. (**hart**)

Mögliche Probleme:

- a) Beeinflussungen bei der Gewinnung von Uferfiltrat für Trinkwasserzwecke.

- Erhöhung der Sicker Mengen bei der Uferfiltration durch erhöhte Wassertemperatur in den Fließgewässern. **(hart)**
 - Mögliche Veränderungen der Grundwasserfließrichtung. **(mittelhart)**
 - Veränderung der Grundwasserqualität bei Uferfiltration durch die erhöhten Grundwassertemperaturen und einer damit verbundenen möglichen erhöhten Sauerstoffzehrung. **(hart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Für die Trinkwasserversorgung werden sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Menge ergeben. **(mittelhart)**
- d) Mit Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke ist zu rechnen. **(mittelhart)**
- e) Negative Auswirkungen auf Gebäude (Keller) durch hohe Grundwasserstände. **(mittelhart)**

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

DonauConsult (2004) – Studie h.

Verhalten in der Vergangenheit (DonauConsult – Studie h.):

- Studie h untersuchte die Grundwasserbewirtschaftung des Großraumes Linz. Die Ergebnisse erörtern die vorliegenden Gegebenheiten und gehen nicht auf zukünftige Auswirkungen ein.
- Für die Grundwassergüte von großer Bedeutung sind die zahlreichen thermischen Nutzungen und Nutzungsrechte, mit einer Anzahl von über 200. Rund 50% des Gesamtdargebotes an Grundwasser werden aktuell für Grundwasserentnahmen genutzt (1,9 m³/s). Der Gesamtkonsens beträgt 5,3 m³/s (Spitzenentnahme) bzw. 4,5 m³/s im Dauerbetrieb. Für die Versickerung liegt der Gesamtkonsens bei 0,7 m³/s (Spitze) und 0,4 m³/s im Dauerbetrieb. Auf die Kühlwasserversickerung entfallen 667 l/s (Spitze) bzw. 425 l/s (Dauer).
- Durch das Donaukraftwerk werden die Wasserspiegellagen beeinflusst. Die Grundwasserregulierung innerhalb der Dichtsysteme erfolgt über Pumpwerke und Drainagen.
- Seit 1992 lieferten 13 WGVE-Messstellen vierteljährliche Messergebnisse. Grundsätzlich sind die 20 Grundwasser-Qualitätswerte hinsichtlich der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung weitgehend unauffällig. 11 Messwerte weisen hartes (12-18°dH) bzw. sehr hartes Wasser (18-30°dH) auf. Das harte Wasser gelangt mit dem donaugerichteten Grundwasserstrom in das Stadtgebiet. Zudem kommt es linksufrig zu einer leichten bzw. signifikanten Überschreitung des Grenzwert von Mangan (0,05 mg/l).

- Ein geringer Einfluss kann auf Landwirtschaft und Industrie zurückgeführt werden. Chlorid und Sulfat sind nur in Gebieten mit anthropogenem Einfluss erhöht (70-80 mg/l bzw. 35-51 mg/l). Steigende Chloridwerte stehen im Zusammenhang mit der Straßensalzung. Orthophosphat hat im Allgemeinen einen steigenden Trend. Nitrat als Parameter für Verunreinigungen mit Fäkalien oder Düngemiteleinsetz überschreitet den Schwellenwert (45 mg/l) im landwirtschaftlich genutzten Osten von Linz mit einem Mittelwert von 67 mg/l. Nitrit hingegen unterschreitet den Grenzwert (0,1 mg/l) deutlich (0,01 mg/ bei der VÖEST).

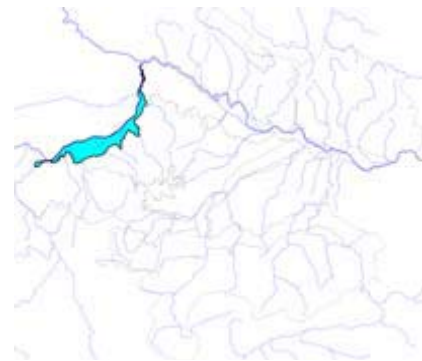
Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Generell wird von einer Zunahme der Grundwassertemperatur von 0,2°C bis 1°C ausgegangen (Studie a), was jedoch stark von den lokalen Verhältnissen und den dort herrschenden Konsensvorgaben abhängig ist. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Die Grundwassersituation Linz stellt eine Besonderheit durch die große Anzahl an thermischen Emittenten dar. Ein weiterer Temperaturanstieg gefährdet die Wasserqualität, was insbesondere für die vier ansässigen Wasserwerke ein potentiell Problem darstellt. Eine Temperaturerhöhung hat Auswirkungen auf die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters und die mikrobiologischen Prozesse im Aquifer. Berücksichtigt werden muss zukünftig die Konsensmenge, da allein durch die klimatische Temperaturerhöhung qualitative Folgen nicht auszuschließen sind. **(mittelhart)**
- b) Außerdem kann die GW-Qualität bzw. die Bedarfsdeckung mit Trinkwassers und die Konsensdeckung durch geringere Grundwasserneubildungsraten infolge sich ändernder klimatischer Bedingungen z.B. höhere Verdunstung, geringere Niederschläge, verstärktes Auftreten von Starkregenereignissen, negativ beeinflusst werden. **(weich)**

5.9. Salzach- und Inntal



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren.
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser.
- Deutliche Zunahme von kleinen Hochwässern.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten. (**mittelhart**)
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. (**mittelhart**)

Mögliche Probleme:

- a) Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.
- b) Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (**weich**)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima Mai, keine Veränderung

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich geringe Zunahme des Niederwasserdurchflusses in hohen Lagen. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich geringe Zunahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

BOKU, ENERGIE-AG (2009) – Studie d.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.

- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Vergangenheit (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b; BOKU, ENERGIE-AG – Studie d.):

- Aus den Wärmelastplänen für Salzach und Inn geht hervor, dass der Gesamtkonsens der Aufwärmung für die Salzach max. 1,78°C beträgt, was über der klimainduzierten Aufwärmung von max 1°C liegt.
- Die Beeinflussung geht bei Salzach und Inn in den Regionen 4 und 9 von vier Emittenten aus.
- Positiv wirkt sich der Zusammenfluss von Salzach und Inn aus, wodurch es zu einer Reduktion des Einleitsignales eines Emittenten kommt, zurückzuführen auf die höhere Wasserführung des Inn.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. (**hart**)
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). (**mittelhart**)
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. (**weiche Aussage**)
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. (**mittelhart**)

Verhalten in der Zukunft (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b; BOKU, ENERGIE-AG – Studie d.):

- Die Ergebnisse der Zukunftsszenarien in Studien b und d zeigen die höchste anthropogene Wärmebelastung im Winter bei Niederwassersituation. Dies ist auf die niedrigen Abflussverhältnisse von Salzach und Inn während der kalten Jahreszeit zurückzuführen.
- Bei Einleitung von 295 MW zeichnet sich eine zukünftige Erwärmung der Salzach um 1,3°C zum Naturzustand ab, bei projektiertem Normalbetrieb von 450 MW liegt die Erwärmung sogar bei 1,8°C zum Naturzustand.
- Wird gleichzeitig eine Erhöhung der Lufttemperatur nach dem Klimamodell A1B um 2°C angenommen, führt dies zu einem Gesamtanstieg um 3,2°C.
- Grundsätzlich zeigt das Temperaturszenario A1B eine konstante Erhöhung der Salzach um 1,7°C und des Inn um 1,5°C.
- Über den Längenschnitt zeigen sich für beide Fließgewässer an den Einleitungen deutliche Temperatursprünge, Variationen sind von der jeweiligen Wasserführung abhängig. Positiv wirkt sich der Zusammenfluss von Salzach und Inn aus, wodurch es zu einer Reduktion des Einleitsignales eines Emittenten kommt, zurückzuführen auf die höhere Wasserführung des Inn.

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**
- b) Die Gesamtzustände der Salzach und des Inn werden mit einem mäßigen bis schlechten Potential nach NGP (2009) beschrieben.
- c) Wie für die anderen Fließgewässer gilt auch die Gefahr der negativen Auswirkungen auf die Wasserqualität infolge der Temperaturzunahme. Wie die Berechnungen in der Studie zeigen, ist die Konsensauslastung des Gewässers bei steigenden Wassertemperaturen durch klimatische Veränderungen zu beobachten. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre im Unteren Salzachtal: im Süden leicht fallend, in der Mitte leicht steigend
- In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses.
- Zwischen Lufttemperatur und Grundwassertemperatur lässt sich aus den Daten der Zeitreihe 1976 bis 2006 ein regionaler Zusammenhang von einem Anstieg von 0,5 bis 1,0 °C pro 1,0 °C Lufttemperaturzunahme ableiten, der jedoch von der lokalen Grundwassersituation stark beeinflusst wird.
- Bei den Grundwasserständen in den gewässernahen Grundwasservorkommen gestauter Flüsse kann eine Überlagerung der Ursachen durch die errichteten Flusskraftwerke gegeben sein.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**

- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung aus Flussinfiltrationen durch Verschiebung der erhöhten Abflüsse in den Winter und Frühjahr ist zu rechnen. **(weich)**
- Veränderungen bei der Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser durch Zunahme der Wassertemperatur in den Flüssen. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Vermutlich geringe Zunahme des Niederwasserdurchflusses. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Beeinflussungen bei der Gewinnung von Uferfiltrat für Trinkwasserzwecke.
 - Erhöhung der Sickermengen bei der Uferfiltration durch erhöhte Wassertemperatur in den Fließgewässern. **(hart)**
 - Mögliche Veränderungen der Grundwasserfließrichtung. **(mittelhart)**
 - Veränderung der Grundwasserqualität bei Uferfiltration durch die erhöhten Grundwassertemperaturen und einer damit verbundenen möglichen erhöhten Sauerstoffzehrung. **(hart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Für die Trinkwasserversorgung werden sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Menge ergeben. **(mittelhart)**
- d) Sofern vorhanden, könnte es zu Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke kommen. **(mittelhart)**
- e) Veränderungen in den Grundwasserständen können zu Schäden bei Gebäuden führen. **(weich)**

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

5.10. Trauntal



Hochwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Deutliche Zunahme der Winterhochwasser, mehr Regen statt Schnee in den letzten 30 Jahren.
- Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwasser.
- Deutliche Zunahme von kleinen Hochwässern.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten. (**mittelhart**)
- Hochwasser werden vermutlich größer werden. (**mittelhart**)

Mögliche Probleme:

- a) Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.
- b) Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (**weich**)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

UBA (2011) – Studie i.

Verhalten in der Vergangenheit (zeitliche Verteilung des Abflusses; aus UBA – Studie i.):

- Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre: Abflussmaxima Mai, keine Veränderung.

Verhalten in der Vergangenheit (Trendanalysen; ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- geringfügige Abnahme des mittleren Jahresabflusses trotz zunehmender Niederschläge.
- In den letzten 50 Jahren: geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien). **(weich)**
- Jahresmaximum des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. **(mittelhart)**
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. **(weich)**
- c) In ausgeprägt trockenen Sommern kann durch den Gletscherrückzug (Dachsteingletscher) der hochsommerliche Abfluss abnehmen. **(mittelhart)**

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich geringe Zunahme des Niederwasserdurchflusses in hohen Lagen. **(mittelhart)**

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich geringe Zunahme des Q95. **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Flüssen

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

AIT, OÖ-Landesregierung (2011) – Studie b.

BOKU, OÖ-Landesregierung (2006) – Studie e.

BOKU, OÖ-Landesregierung (2009) – Studie f.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- An allen Messstellen sind steigende Wassertemperaturen feststellbar.
- Im Sommer nehmen die Wassertemperaturen wesentlich stärker zu als im Winter.
- Im Flachland nehmen die Wassertemperaturen etwas stärker zu als im Gebirge

Verhalten in der Vergangenheit (AIT, OÖ-Landesregierung – Studie b.; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie e.; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Die Traun weist anthropogene Beeinflussungen durch 14 Emittenten auf. Die Auswertungen der Wassertemperaturaufzeichnungen an der Traun zeigen jährliche Durchschnitts-temperaturen zwischen 10°C und 15°C.
- Die höchsten Temperaturen wurden im Sommer beim Seeausrinn gemessen, im Winter und Frühling werden die niedrigsten Temperaturen aufgezeichnet. Das langjährige Augustmittel liegt zwischen 18°C und 22,5°C. Auffällig sind die geringen täglichen Temperaturschwankungen von weniger als 1°C an der Traun, die auf die starke anthropogene Beeinflussung zurückzuführen sind.
- In den letzten 30 Jahren hat sich die Traun um 2,4°C erwärmt.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Es wird eine generelle Zunahme der Wassertemperaturen erwartet. (**hart**)
- Bei einer Zunahme der Lufttemperatur um 1°C nimmt die Wassertemperatur im Mittel um ca. 0.8 °C zu (räumliche Auswertungen). (**mittelhart**)
- Im alpinen Bereich ergeben die Simulationen etwas größere Zunahmen, wobei die Gletscherschmelze die Zunahmen reduzieren könnten. (**weiche Aussage**)
- Eine Zunahme der Temperaturen von Oberflächengewässern um ca. 0,8°C bis 2050 ist zu erwarten. (**mittelhart**)

Verhalten in der Zukunft (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie e.):

Wie für die Flüsse Ager und Vöckla wurden auch für die Traun verschiedene Zukunftsszenarien in der Studie e untersucht. (siehe Region „Innviertel, Hausruck“)

- Das Szenario „heißer Sommertag“ (max. Lufttemperatur ~32°C und durchschnittliche Lufttemperatur ~25°C) zeigt deutliche Temperatursprünge der Traun bei der Einleitung der Emittenten und, sehr auffällig, bei Einleitung der Ager. Es ist mit Temperaturschwankungen im Längsverlauf der Traun von 23°C bis 21°C und mit einer

Temperaturzunahme von 1,0°C bis 1,5°C auf eine Fließstrecke von 15 km zu rechnen. Um die Gleichgewichtstemperatur wieder zu erlangen, wäre eine Fließstrecke von 55 km nötig. Die Einflüsse der Industrie liegen aufgrund der höheren Wasserführung bei etwa 1°C.

- Bei der Betrachtung des Szenarios „doppelter Konsens“ würde es zu einer Aufwärmung der Traun um 0,5°C, verursacht durch zwei Großemittenten, kommen.
- Bei der Betrachtung des Winterszenarios (min. Lufttemperatur ~0°C, sowie durchschnittliche Lufttemperatur ~2°C) zeigt sich eine geringere Temperaturbeeinflussung im Vergleich zu den Auswirkungen der Sommertemperaturen. Die täglichen Temperaturschwankungen liegen bei 0,5°C bis 1°C. Auch im Winter ist die Beeinflussung der Ager bei der Einleitung merkbar. Die zukünftige Erwärmung der Traun im Vergleich zum Naturzustand würde 0,5°C betragen.
- Wird für den Winter der Fall des doppelten Konsenses betrachtet, so zeichnet sich im Bereich der Großemittenten eine Erhöhung von 1,0°C ab. Rechnerisch ergibt sich nach einer Fließstrecke von 15-20 km ein Restsignal von 0,2°C zur Ausgleichstemperatur.
- Positiv für die Traun ist die lange Fließstrecke von rund 75 km, wodurch eine Reduktion der Wassertemperatur möglich ist. Dennoch ist die Einflussnahme der Kraftwerke auf die Wassertemperatur im Längsprofil erkennbar.
- Durch anthropogene Maßnahmen, wie Industrie und Kraftwerke, kann die Traun zukünftig eine Temperaturerhöhung von 0,5°C bis 5°C erfahren. Die klimabedingte Temperaturerhöhung beläuft sich auf 0,5°C bis 1,5°C.

Mögliche Probleme:

- a) Diese erhöhte Temperatur entspricht einer Verschiebung in der Seehöhe um ca. 100 m. Damit ist auch mit Verschiebungen der Bioregionen zu rechnen. **(mittelhart)**
- b) Der Gesamtzustand der Traun wird nach NGP (2009) mit 3 bewertet.
- c) Auch für die Traun zeigen die ausgearbeiteten Szenarien eine Gefährdung der Wasserqualität infolge der Wassertemperaturzunahme. Die Traun zählt ebenfalls zu jenen Fließgewässern die eine höhere Vulnerabilität aufweisen. **(mittelhart)**
- d) Zu bedenken ist auch hier, dass der Konsens bereits durch die klimabedingte Temperaturerhöhung ohne Zuleitung von Emittenten erreicht werden kann. **(mittelhart)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

- a) Permafrostrückzug durch weiteren Temperaturanstieg und dadurch verstärkte Mobilisierung von geschiebebildenden Flächen. Dadurch lokale Zunahme des Geschiebepotentials möglich.

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre im Almtal, Welser Heide: öfter leicht steigend
- In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses.
- Zwischen Lufttemperatur und Grundwassertemperatur lässt sich aus den Daten der Zeitreihe 1976 bis 2006 ein regionaler Zusammenhang von einem Anstieg von 0,5 bis 1,0 °C pro 1,0 °C Lufttemperaturzunahme ableiten, der jedoch von der lokalen Grundwassersituation stark beeinflusst wird.
- Bei den Grundwasserständen in den gewässernahen Grundwasservorkommen gestauter Flüsse kann eine Überlagerung der Ursachen durch die errichteten Flusskraftwerke gegeben sein.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Prognosen über eine Änderung in den Grundwasserständen einzelner Messstellen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung ist aufgrund der Zunahme der Winter- und Frühjahrsniederschläge (+5 bis +12 %) zu rechnen. **(mittelhart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwasserneubildung aus Flussinfiltrationen durch Verschiebung der erhöhten Abflüsse in den Winter und Frühjahr ist zu rechnen. **(weich)**
- Veränderungen bei der Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser durch Zunahme der Wassertemperatur in den Flüssen. **(hart)**
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zurechnen, wobei der genaue Wert von den lokalen Verhältnissen abhängt. **(hart)**
- Vermutlich geringe Zunahme des Niederwasserdurchflusses in hohen Lagen. **(mittelhart)**
- Weiters ist bei einer Zunahme der Niederschläge und der Temperatur auch mit einer Zunahme der Verdunstung zu rechnen. Ein Einfluss auf die Grundwasserneubildung ist nicht ableitbar. **(hart)**

Mögliche Probleme:

- a) Beeinflussungen bei der Gewinnung von Uferfiltrat für Trinkwasserzwecke.
 - Erhöhung der Sicker Mengen bei der Uferfiltration durch erhöhte Wassertemperatur in den Fließgewässern. **(hart)**
 - Mögliche Veränderungen der Grundwasserfließrichtung. **(mittelhart)**
 - Veränderung der Grundwasserqualität bei Uferfiltration durch die erhöhten Grundwassertemperaturen und einer damit verbundenen möglichen erhöhten Sauerstoffzehrung. **(hart)**
- b) Veränderungen der Grundwasserqualität durch die erhöhten Grundwassertemperaturen. **(weich)**
- c) Für die Trinkwasserversorgung werden sich keine wesentlichen Veränderungen hinsichtlich der Menge ergeben. **(mittelhart)**
- d) Sofern vorhanden, könnte es zu Einschränkungen bei der Nutzung von Grundwasser für Kühlzwecke kommen. **(mittelhart)**
- e) Veränderungen in den Grundwasserständen können zu Schäden bei Gebäuden führen. **(weich)**

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Aussagen vorhanden in: BOKU, OÖ-Landesregierung (2006) – Studie e.

BOKU, OÖ-Landesregierung (2009) – Studie f.

Verhalten in der Vergangenheit (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie e.; BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Auf Ager und Traun, sowie die Zubringer Vöckla, Alm und Krems wirkt eine Vielzahl an Emissionen. Punktuelle Einträge stammen von Kläranlagen und Produktionsbetrieben. Teilweise treten auch Belastungen durch Mischwasserüberläufe bei Regenereignissen auf.
- An der Traun befinden sich 14 Emittenten mit potamalisierenden Effekten.
- Flussab des Traunfalls sind keine thermischen Beeinflussungen feststellbar.
- Im Unterlauf der Traun treten mäßig organische Belastungen im Unterlauf der Kraftwerke auf. Insgesamt befinden sich im Einzugsgebiet der Traun sieben große Kläranlagen zwischen 50.000 und 160.000 EW. Außerdem können Auswirkungen des Ager-Vöckla Einzugsgebietes auf die Traun nicht ausgeschlossen werden.
- Untersuchungen zum Thema Fischökologie für die Region 10 werden in den Studien e und f, die das Ager-Traun-System erörtern, beschrieben.
- Die Traun ist ein warmes Fließgewässer, das einer Äschenregion, ab dem Traunfall einer Barbenregion entspricht. Historisch sind in der Traun 28 Fischarten zu finden, aktuell werden 21 Arten verzeichnet, wobei die häufigste Art die Äsche ist.
- Der Unterlauf der Traun vom Traunsee bis zur Donau entspricht dem Übergangsgebiet Hyporhithral zu Epipotamal.

- Die fischökologische Bewertung für die Traun fällt negativ aus, es fehlen Biomasse und Abundanzen.
- Die Fischartengemeinschaften sind im Längsverlauf der Fließgewässer durch die Abfolge der Fischregionen gekennzeichnet. Dies steht im kausalen Zusammenhang mit der Wassertemperatur. Kritische Temperaturen über 19°C sind für Salmoniden (z.B. Bachforelle, Äsche) nicht geeignet. Mit diesen ist jedoch durch die klimabedingte Zunahme der Wassertemperatur an vielen Tagen zu rechnen. Diese Temperatur wird in den Sommermonaten (langjähriges Augustmittel 18-22,5°C) bereits heute teilweise erreicht.
- Berechnungen in Studie e zeigen, dass ein Gewässer eine Fließstrecke von ca. 90 km benötigt, um im Sommer 1°C abzukühlen. Bei Ager und Traun überlagern sich die thermischen Emissionen, sodass sie bis zur Mündung in die Traun nicht abgebaut werden können.

Verhalten in der Vergangenheit (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Die Szenarien für die Traun (Studie – f.) zeigen eine zukünftige klimatische Wassertemperaturerhöhung von 0,5°C bis 1,5°C aus.

Mögliche Probleme:

- a) Der Gesamtzustand der Traun liegt nach NGP (2009) bei 3.
- b) Infolge Temperaturerhöhungen durch klimatische Veränderungen kommt es zu einer Verschiebung der Fischgrenzen nach oben. Die Gefahr des Temperaturanstieges bringt die Überschreitung der Toleranzgrenzen von 19°C für Salmoniden mit sich. Obwohl ein Temperaturanstieg eine Artenanpassung über die Zeit bewirkt, liegt das Problem auch darin, dass die Gewässer hydromorphologisch nicht für wärmeliebende Arten geeignet sind. (**hart**)
- c) Laut Bewertungsmethode gemäß WRRL führt eine Verschiebung des Fischregionindex um 0,6 Einheiten zu einer starken Verschlechterung des Gewässerzustandes. Die Erwärmung der Gewässer um 1°C bedeutet eine Verschiebung der Fischregionen um 0,3 FRI Einheiten nach oben. Die Szenarien für die Traun (Studie – f.) zeigen eine zukünftige klimatische Wassertemperaturerhöhung von 0,5°C bis 1,5°C aus. Durch die Erhöhung der Wassertemperatur wird der Ablauf von chemischen, biologischen und biochemischen Prozessen begünstigt, sie laufen schneller und vollständiger ab. Mit steigendem Pegel nehmen die Parameter der organischen Belastung und Nährstoffe zu. Mit sinkender Wassermenge durch geringere Niederschläge aber gleichbleibenden Emissionen ändert sich die Verdünnungsrate und die Frachten erhöhen sich. Starke Niederschläge wiederum führen zu Oberflächenerosionen und damit zu vermehrtem Schwebstoffeintrag, wie Phosphor und organisch gebundenem Stickstoff. Weiter gehen mit großen Niederschlagsmengen höhere Abflüsse einher, diese verstärken den Geschiebetransport, was sich ungünstig auf das Laichgeschehen auswirkt. Der Sauerstoffgehalt weist ebenso einen bedeutend Einfluss auf Wasserqualität und Biozönose auf. Hier sind zwei schädliche Extreme zu beachten, die infolge der Wassertemperaturänderung auftreten können, Sauerstoffmangel und Sauerstoffübersättigung. (**mittelhart**)

5.11. Seen

Hochwasser

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

- Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.
- Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (weich)

Wasserdargebot Oberflächenwasser, Wasserkraft

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Verhalten in der Vergangenheit und der Zukunft:

- Entsprechend den Zuflüssen

Mögliche Probleme:

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang.
(mittelhart)
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer.
(weich)

Niederwasser

Aussagen vorhanden in: ZAMG / TU Wien (2011) – Studie a.

Verhalten in der Vergangenheit (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses.

Verhalten in der Zukunft Zeitraum 2021-2050 (ZAMG / TU Wien – Studie a.):

- Vermutlich geringe Zunahme des Niederwasserdurchflusses in hohen Lagen.
(mittelhart)

Mögliche Probleme:

- a) Vermutlich geringe Zunahme des Q95 . **(mittelhart)**

Wassertemperaturen in Seen

Aussagen vorhanden in: BOKU, OÖ-Landesregierung (2009) – Studie f.

Verhalten in der Vergangenheit (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Wie die Fließgewässer zeigen auch die Seen, hier Traunsee und Attersee, einen Anstieg der Wassertemperatur während der letzten 30 Jahre.
- Der Traunsee weist eine Wassertemperaturzunahme während der letzten 30 Jahre um 2,4°C auf.
- Das langjährige Augustmittel des Traunsees liegt bei 19,2°C.
- Das langjährige Augustmittel des Attersees ist um 1,5°C höher als das des Traunsees und liegt bei 20,7°C.

Mögliche Probleme:

- a) Infolge der Klimaerwärmung ist mit einer weiteren Zunahme zu rechnen, wodurch eine Beeinträchtigung der Wassergüte nicht ausgeschlossen werden kann. **(weich)**
- b) Weiter ist auch mit einer Beeinflussung der Fischbiozönose zu rechnen.
- c) Wie sich die klimatischen Veränderungen auf die Temperaturschichtungen der Seen auswirken und welchen Einfluss dies auf den Gewässerzustand hat, ist in den vorliegenden Studien nicht untersucht worden. **(weich)**

Geschiebepotential von alpinen Gewässern und Permafrost

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Wasserdargebot Grundwasser und Grundwassertemperatur

Die Studien a. – i. beinhalten keine Informationen für diese Region.

Mögliche Probleme:

–

Oberflächenwassergüte, Grundwassergüte und Fischökologie

Aussagen vorhanden in: BOKU, OÖ-Landesregierung (2009) – Studie f.

Verhalten in der Vergangenheit (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Die Studie f beschäftigt sich mit dem Thema Fischökologie in Traunsee und Attersee.
- Durch Besatz sind heute mehr Fischarten zu finden, als historisch dokumentiert. Derzeit sind 17 verschiedene Fischarten von 15 historisch nachgewiesenen Arten im Traunsee verzeichnet, im Attersee sind es 18 von 14.
- Die häufigsten Arten, die im Traunsee zu finden sind, sind Aalrute, Äsche, Bachforelle, Elritze und Koppe. Der Traunsee weist einen FRI von 5,6 auf.
- Der Attersee wird mit einem FRI von 5,3 beschrieben und als häufigste Fischarten finden sich Aitel, Barbe, Nase und Schneider.
- In der Studie werden keine Auswirkungen der Wassertemperatur auf die Wasserschichtung aufgezeigt.

Verhalten in der Zukunft (BOKU, OÖ-Landesregierung – Studie f.):

- Es liegen keine konkreten Temperaturprognosen über die zukünftige Entwicklung der oberösterreichischen Seen in diesen Studien vor.

Mögliche Probleme:

- a) Der klimatische Anstieg der Wassertemperatur wird auch die Seen betreffen. (**hart**)
- b) Eine Auswirkung auf die Fischpopulation kann nicht ausgeschlossen werden. Es liegen jedoch keine konkreten Temperaturprognosen über die zukünftige Entwicklung der oberösterreichischen Seen in diesen Studien vor. (**weich**)

Wien, im November 2012

Literatur

Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Briffa K, Jones P, Efthymiadis D, Mestre O, Moisselin JM, Begert M, Brazdil R, Bochnicek O, Cegnar T, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Szalai S, Szentimrey T. 2005. A new instrumental precipitation dataset in the greater alpine region for the period 1800-2002. *International Journal of Climatology* **25**: 139-166

Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Lipa W, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Matulla C, Briffa K, Jones PD, Efthymiadis D, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Mercalli L, Mestre O, Moisselin J-M, Begert M, Müller-Westermeier G, Kveton V, Bochnicek O, Stastny P, Lapin M, Szalai S, Szentimrey T, Cegnar T, Dolinar M, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Nieplova E, 2007. HISTALP – Historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760-2003. *International Journal of Climatology* **27**: 17-46

Auer I, Matulla C, Böhm R, Ungersböck M, Maugeri M, Nanni T, Pastorelli R. 2005. Sensitivity of Frost Occurrence to Temperature Variability in the European Alps. *International Journal of Climatology* **25**: 1749-1766.

Auer I., Böhm R, Jurkovic A, Schöner W und W. Lipa. 2008. Erweiterung und Vervollständigung des StartClim Datensatzes für das Element tägliche Schneehöhe - Aktualisierung des existierenden StartClim Datensatzes (Luftdruck, Niederschlag und Dampfdruck) bis 2007 04. StartClim- Startprojekt Klimaschutz StartClim-2007-A, Endbericht, 1-40.

Böhm R, Auer I, Schöner W, Ganekind M, Gruber C, Jurkovic A, Orlik A, Ungersböck M, 2009. Eine neue Website mit instrumentellen Qualitäts-Klimadaten für den Großraum Alpen zurück bis 1760. *Wiener Mitteilungen* **216**: 7-20

Brunetti M, Maugeri M, Nanni T, Auer I, Böhm R, Schöner W, 2006. Precipitation variability and changes in the greater alpine region over the 1800-2003 period. *Journal of Geophysical Research*, Vol III, D11107, doi:10.1029/2005JD006674.

Frei, C., Schöll, R., Fukutome, S., Schmidli, J., Vidale, P. L., (2006) Future change of precipitation extremes in Europe: Intercomparison of scenarios from regional climate models. *Journal of Geophysical Research* **111**: D06105, doi: 10.1029/2005JD005965

Frei, C., Calanca, P.; Schär, CH. et al., 2007. Grundlagen. In: Klimaänderung und die Schweiz 2050 - Erwartete Auswirkungen auf die Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. OcCC/ProClim, Bern.

Frei, C., Croci-Maspoli, M.; Appenzeller, C., 2008. Die Klimaentwicklung der Schweiz. In: Das Klima ändert - was nun? OcCC/ProClim, Bern.

Gobiet A. 2010. Klimamodelle und Klimaszenarien für Österreich. Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (Hrsg.). Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft in Österreich – Präsentation aktueller Studien. Wien, Österreich 11-24

Hollweg, H.D., Böhm, U. Fast, I., Hennemuth, B, Keuler, K., Keup-Thiel, E., Lautenschlager, M., Legutke, S., Radtke, K., Rockel, B., Schubert, M., Will, A., Woldt, M., Wunram, C.: Ensemble Simulations over Europe with the Regional Climate Model CLM forced with IPCC AR4 Global Scenarios. M & D Technical Report 3, 2008.

IPCC, 2007. Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability.. Working Group II Contribution to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 976 Seiten

Jacob, D., 2001: A note to the simulation of the annual and inter-annual variability of the water budget over the Baltic Sea drainage basin. Meteorology and Atmospheric Physics, Vol.77, Issue 1-4, 61-73.

Jacob D., Göttel H., Kotlarski S., Lorenz P. und K. Sieck. 2008. Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland. Umweltbundesamt, Forschungsbericht 204 41 138, Climate Change, 11/08 ISSN 1862-4359

Lautenschlager, M.; Keuler, K.; Wunram, C.; Keup-Thiel, E.; Schubert, M.; Will, A.; Rockel, B. and Boehm, U., 2008. Climate simulation with CLM, climate of the 20th century, data stream 3: European region MPI-M/MaD. World Data Center for Climate.

Loibl W., Beck A., Dorninger M., Formayer H., Gobiet A. und W. Schöner (Hrsg). 2007. Kwiss-Programm reclip:more: research for climate protection – model run evaluation. Final report, Arc-Sys-0123, Austrian Research Centers – System Research, Wien, Österreich (<http://systemresearch.arcs.ac.at/SE/projects/reclip/>)

Matulla, C., N. Groll, H. Kromp-Kolb, H. Scheifinger, M.J. Lexer and M. Widmann, 2002: Climate change scenarios at Austrian National Forest Inventory sites. Climate Research, 22, 161-173.

Matulla, C., P. Haas, S. Wagner, E. Zorita, H. Formayer, H. Kromp-Kolb, 2004: Anwendung der Analog-Methode in komplexem Terrain: Klimaänderungsszenarien auf Tagesbasis fuer Oesterreich. GKSS Report, 2004/11, pp 70.

Meehl, G. A., C. Covey, T. Delworth, M. Latif, B. McAvaney, J. F. B. Mitchell, R. J. Stouffer, and K. E. Taylor, 2007: The WCRP CMIP3 multi-model dataset: A new era in climate change research, Bulletin of the American Meteorological Society, 88, 1383-1394. OcCC, 2007: Klimaänderung und die Schweiz 2050 - Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.. OcCC – Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung, Bern, 168 pp. ISBN: 978-3-907630-26-6

OcCC, 2008: Das Klima ändert – was nun? Der neue UN-Klimabericht (IPCC 2007) und die wichtigsten Ergebnisse aus Sicht der Schweiz. OcCC - Organe consultatif sur les changements climatiques, Bern, 47 pp. ISBN: 978-3-907630-33-4

Roeckner, E., Bäuml, G., Bonaventura, L., Brokopf, R., Esch, M., Giorgetta, M., Hagemann, S., Kirchner, I., Kornblueh, L., Manzini, E., Rhodin, A., Schlese U., Schulzweida, U., and Tompkins, A., 2003. The Atmospheric general circulation model ECHAM-5, Part I: Model description, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Report 349.

Schmidli, J., Schmutz, C., Frei, C., Wanner, H., Schär, C., (2002) Mesoscale precipitation variability in the region of the European Alps during the 20th century. *Int. Journal of Climatology* **22**: 1049-1074, doi: 10.1002/joc.769

Schöner W, Auer I, Böhm R, Thaler S. (2003): Qualitätskontrolle und statistische Eigenschaften ausgewählter Klimaparameter auf Tageswertbasis im Hinblick auf Extremwertanalysen. StartClim- Startprojekt Klimaschutz: Erste Analysen extremer Wetterereignisse und ihrer Auswirkungen in Österreich., Endbericht Projekt 1, 1-39.

Smiatek, G., Kunstmann, H., Knoche, R., Marx, A., (2009) Precipitation and temperature statistics in high-resolution regional climate models: Evaluation for the European Alps. *Journal of Geophysical Research* **114**: D19107, doi: 10.1029/2008JD011353

ZAMG/TU-Wien Studie (2011) Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft. Endbericht. Lebensministerium.

ANHANG A

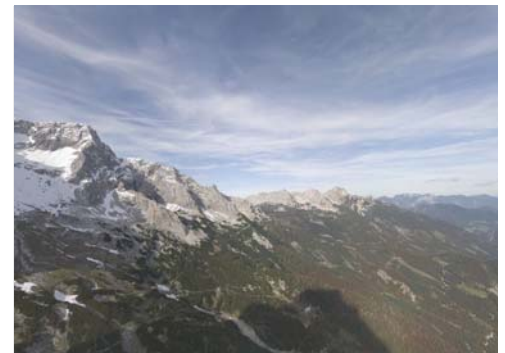
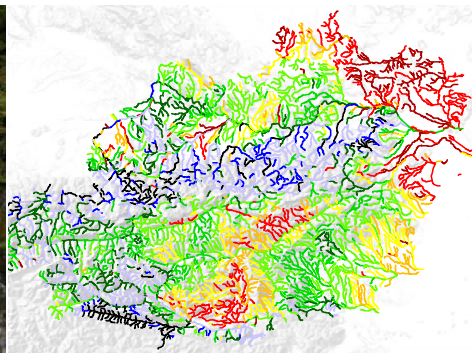
Folien des Workshops 1 – Aussagen in den Studien

FOLIEN Workshop am 8.10.2012 in Linz

Klima-OÖ_Hochwasser+Wasserdargebot+Niederwasser

Bearbeitung: BLÖSCHL (TU-WIEN)

Darstellung der klimarelevanten Studien in regionalisierter Form für die Wasserwirtschaft in Oberösterreich



Workshop 9.10.2012 – Darstellung der klimarelevanten Studien in regionalisierter Form für die Wasserwirtschaft in Oberösterreich

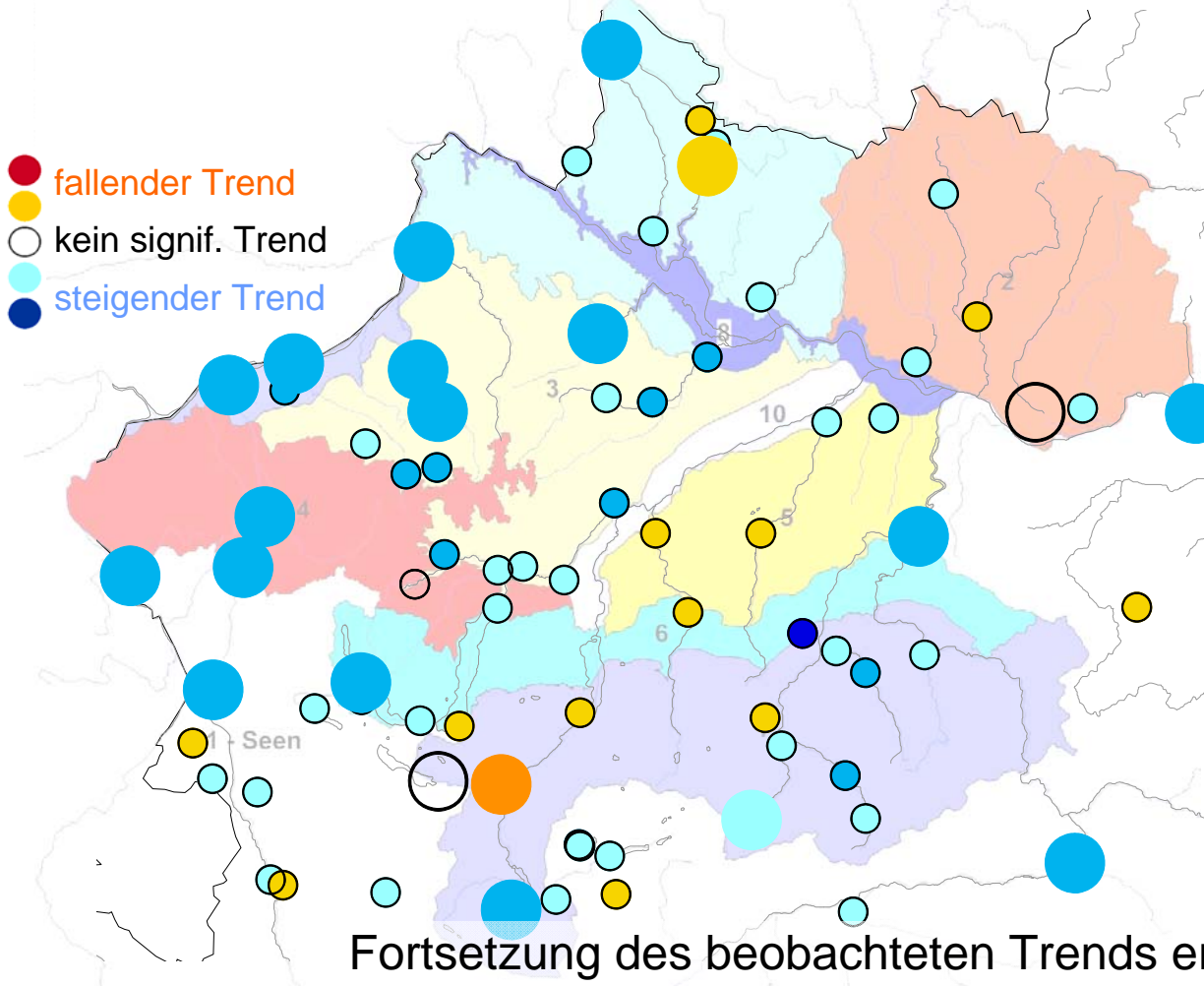
Situation in der Vergangenheit

Prozent der Pegel mit steigenden und fallenden Trends der Hochwässer (5% Signifikanzniveau)

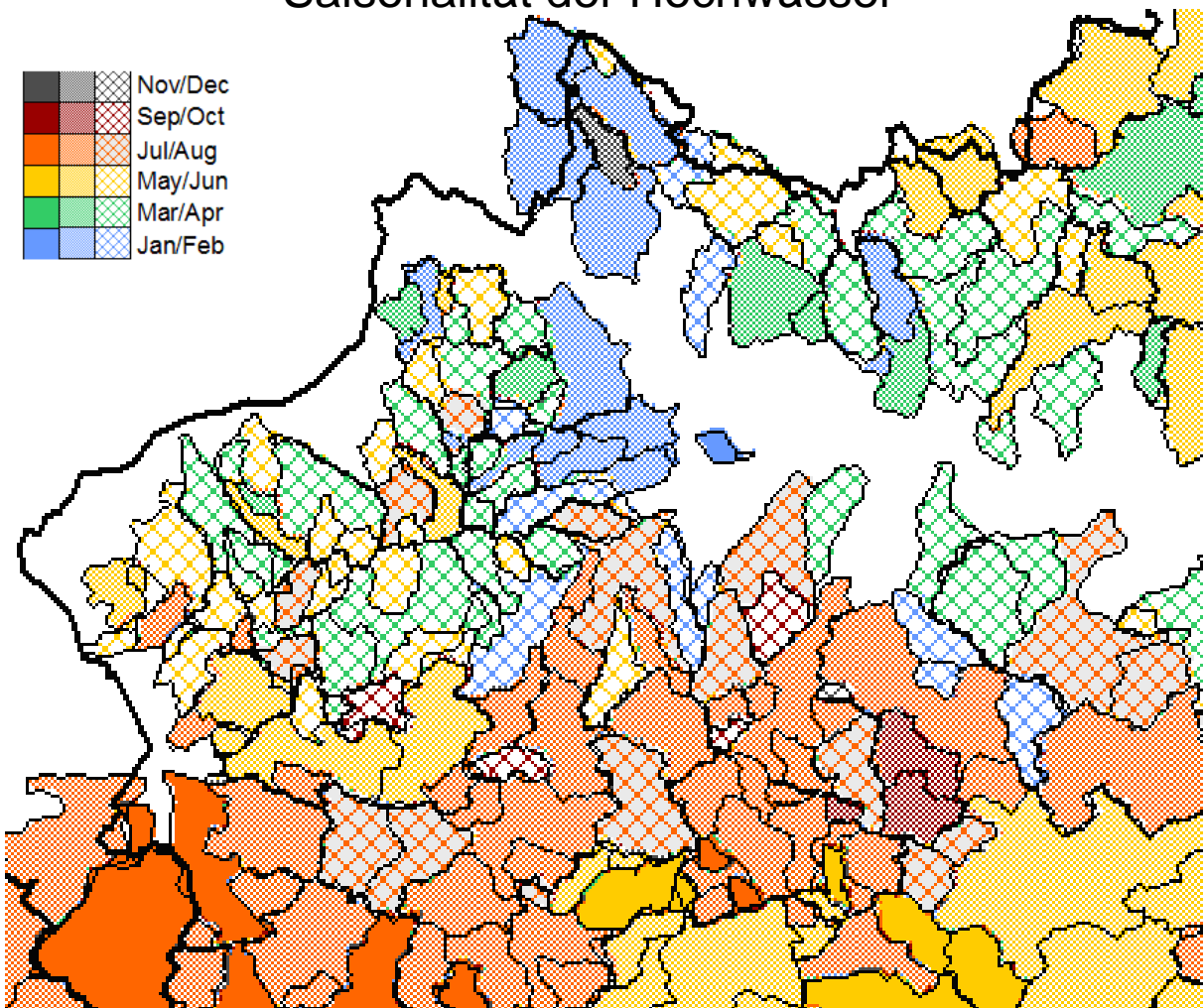
	Jahres HQ 1955 – 2007			Jahres HQ 1976 – 2007			Sommer HQ Mai – Okt. 1976 – 2007			Winter HQ Sep. – April 1976 – 2007		
	steig	nicht sign.	fall	steig	nicht sign.	fall	steig	nicht sign.	fall	steig	nicht sign.	fall
Kalkalpen; Flysch Traun, Enns und Zubringer	11	82	7	20	79	1	19	81	0	27	69	4
Innviertel, Mühl- viertel, Hausruck; Kobernaußer Reg.	21	73	6	27	73	0	11	89	0	16	80	4

Inn, Donau: Zunahme von kleinen Hochwässern

Trends Jahreshochwässer 1955-2007 (Fläche < 500km²)



Saisonalität der Hochwässer





Situation in der Vergangenheit

In den letzten 80 Jahren: Zunahme kleiner Hochwässer an Inn und Donau



In den letzten 50 Jahren: Zunahme der Hochwässer im Innviertel



In den letzten 30 Jahren: Zunahme der Winterhochwasser (mehr Regen statt Schnee) in allen Regionen



In den letzten 30 Jahren: Weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer (hohe Regenfälle) in allen Regionen



Fazit: Hochwässer sind vor allem dort angestiegen, wo Winterhochwässer relevant sind



ZAMG / TU Wien Studie (2011)

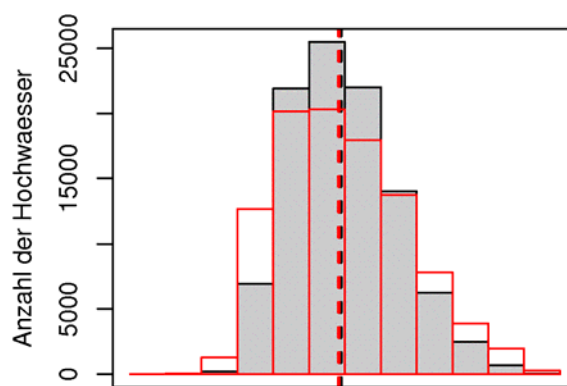


Situation in der Zukunft

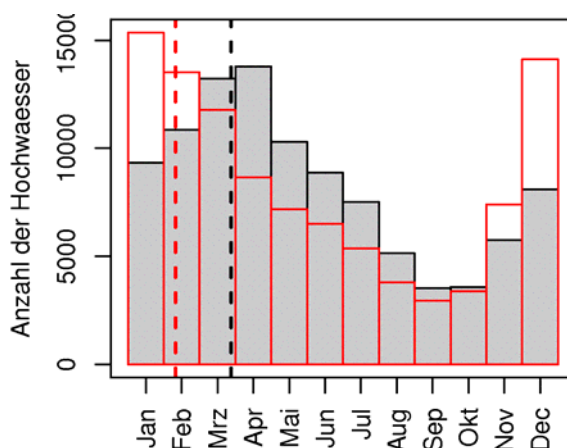
Häufigkeiten der Jahreshochwässer

-- 1976-2007

-- 2021-2050



Kalkalpen;
Flysch Traun,
Enns und
Zuberger

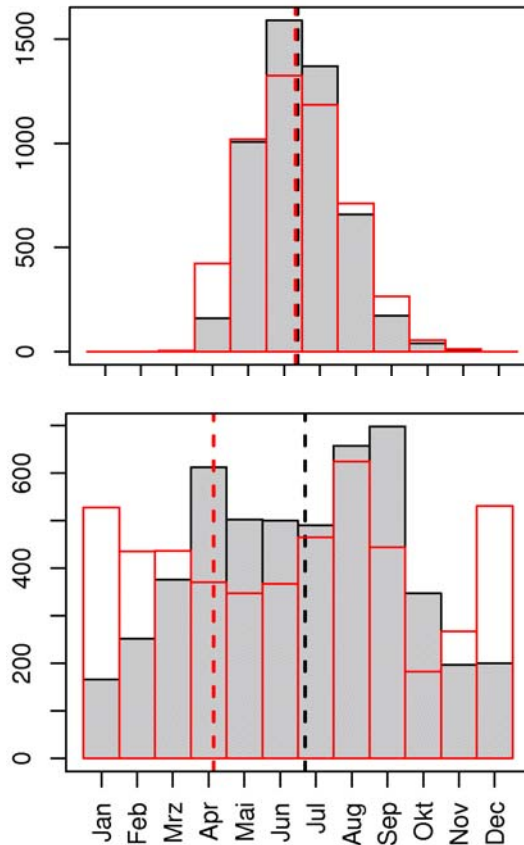


Innviertel,
Mühlviertel,
Hausruck;
Kobernaußer
Reg.

Situation in der Zukunft

Häufigkeiten der großen Hochwässer (>HQ20)

-- 1976-2007
 -- 2021-2050



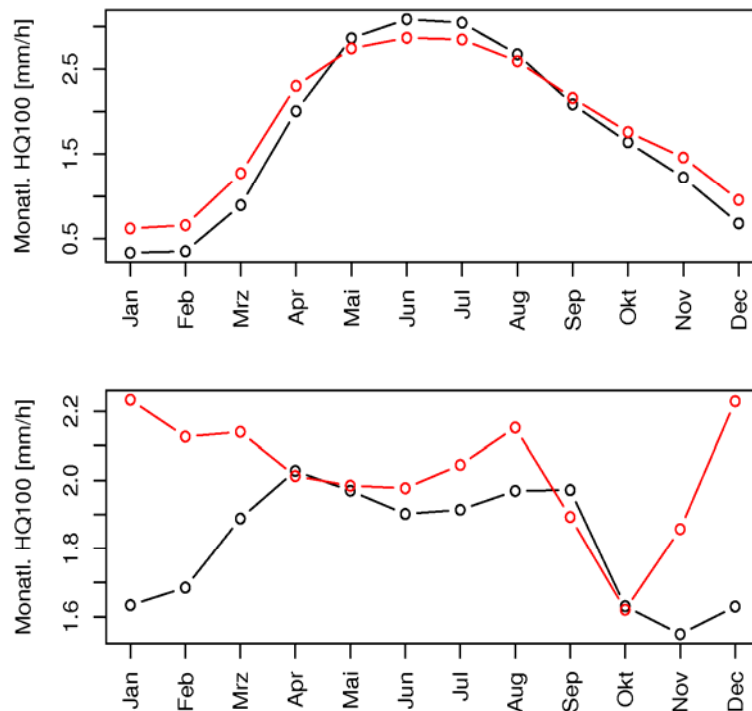
Kalkalpen;
 Flysch Traun,
 Enns und
 Zubringer

Innviertel,
 Mühlviertel,
 Hausruck;
 Kobernaußer
 Reg.

Situation in der Zukunft

HQ100
 je Monat

-- 1976-2007
 -- 2021-2050



Kalkalpen;
 Flysch Traun,
 Enns und
 Zubringer

Innviertel,
 Mühlviertel,
 Hausruck;
 Kobernaußer
 Reg.

Monte Carlo Analysen. Möglicher Einfluss einzelner Mechanismen auf das HQ100 in einem typischen Gebiet (ca 100-1000km²) 2021-2050 im Vergleich zu 1976-2007

	1. Sommer/ Winter Niederschlag	2. Anteil konvektiver Niederschlag	3. Schneefall- grenze	4. Schnee, Verdunstung	Alle Mecha- nismen (ca.)
Kalkalpen; Flysch Traun, Enns und Zubringer	-1%	+3%	+1%	-5%	-4%
Innviertel, Mühl- viertel, Hausruck; Kobernaußer Reg	+2%	+3%	+4%	0%	+10%
Aussage	weich	weich	mittelhart	mittelhart	



ZAMG / TU Wien Studie (2011)

Situation in der Zukunft

Im Innviertel, Mühlviertel und Umgebung:

- Hochwasser werden sich vermutlich stärker in den Winter verschieben
- Hochwasser werden vermutlich etwas größer werden



In anderen Regionen:

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten
- Hochwasser werden möglicherweise etwas größer werden.






ZAMG / TU Wien Studie (2011)

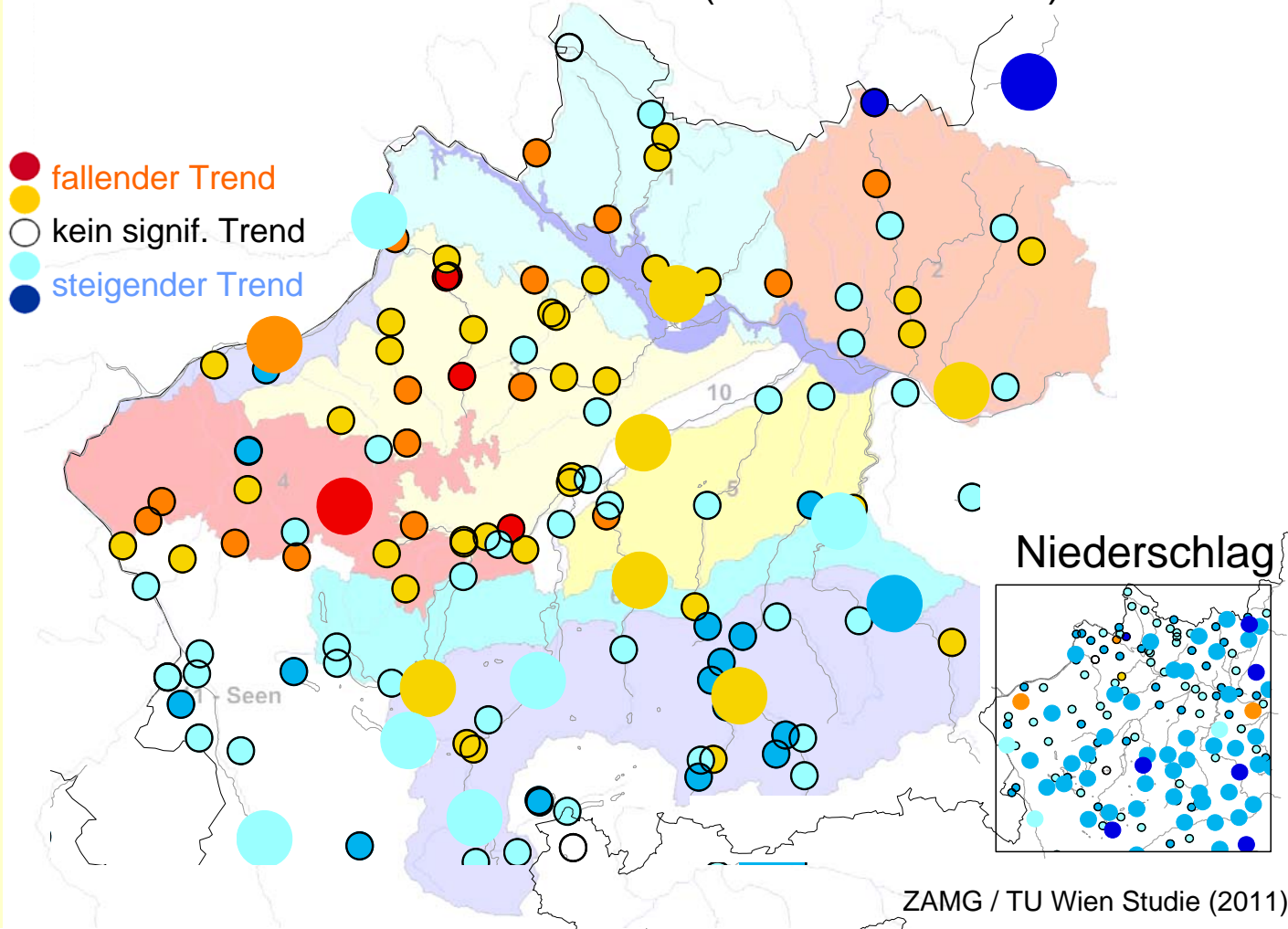


Situation in der Vergangenheit

Verschiebung der mittleren monatlichen Abflüsse
von den 70er Jahren auf die 2000 Jahre:

- Mühlviertel: von April auf März 
- Alpenvorland: von Jan-März, etwas mehr im März 
- Fylschregion: von April auf März 
- Kalkvoralpen: von Mai auf April 
- Kalkhochalpen: Mai, keine Veränderung 

Trends Jahresabfluss 1976-2007 (Fläche < 500km²)



Situation in der Vergangenheit

In den letzten 50 Jahren: Geringfügige (nicht signifikante) Abnahme des mittleren Jahresabflusses in fast allen Regionen



In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des mittleren Jahresabflusses in Westl. Mühlviertel, Innviertel, Hausruck, Kobernaußer Region, Traun trotz zunehmender Niederschläge!



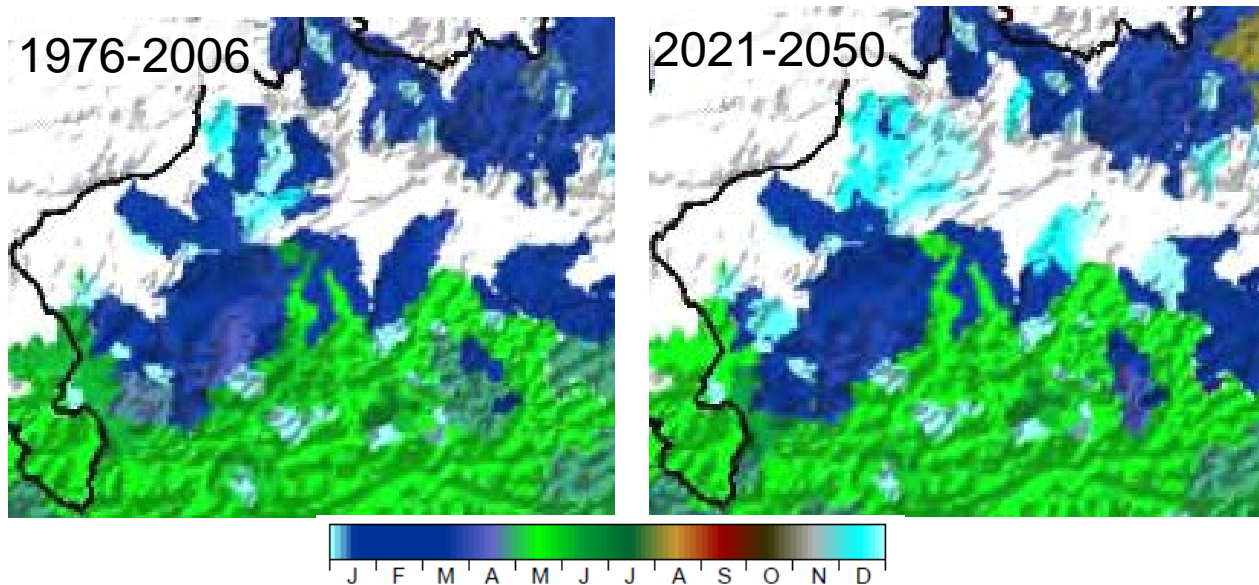
In den letzten 30 Jahren: Verschiebung des Maximums der mittleren monatlichen Abflüsse um 0 – 1 Monat Richtung Jahresanfang





Situation in der Zukunft

Szenarien: Zeitpunkt des Jahresmaximums des Abflussregimes



Jahresmaximums des Abflussregimes verschiebt sich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze



Situation in der Zukunft

Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien)



Abfluss im östlichen Mühlviertel besonders empfindlich auf Änderung des Niederschlages und der Lufttemperatur (Elastizität)



Jahresmaximums des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze



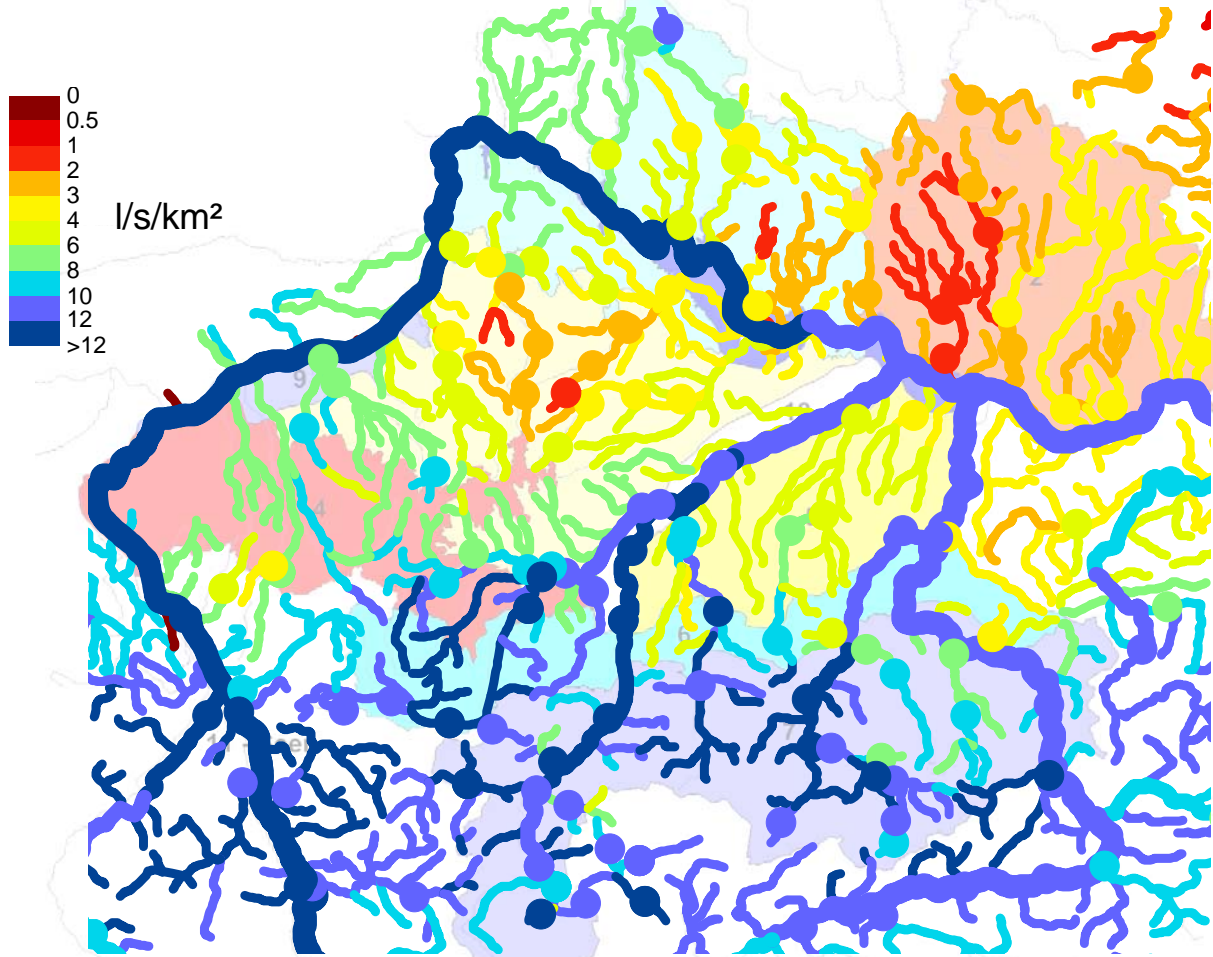


Situation in der Vergangenheit

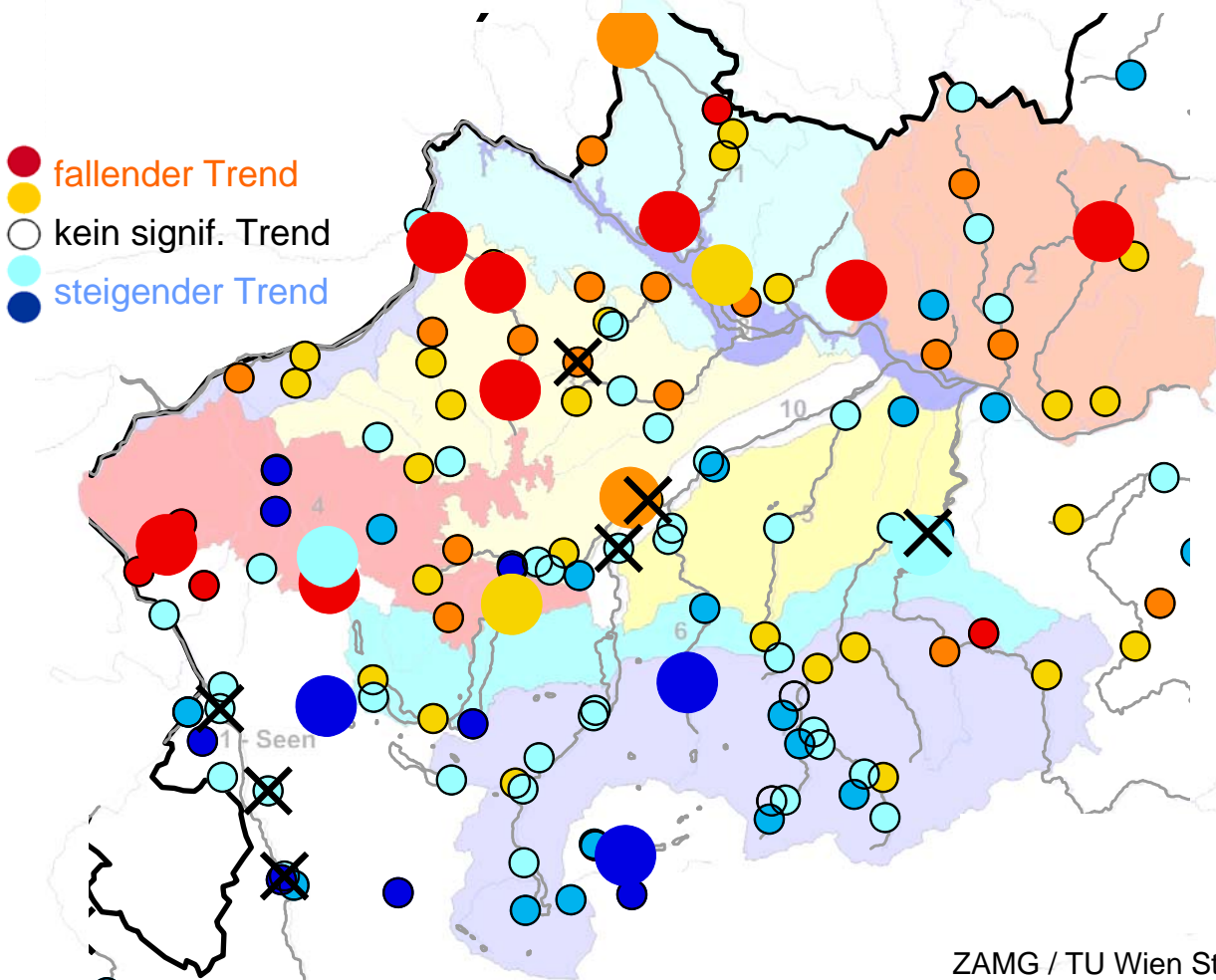
In den letzten 50 Jahren - Trends: Niederwasserdurchfluss in den Kalkalpen leicht zunehmend, in anderen Regionen kaum Trends

Östliches Mühlviertel: Geringste Niederwasserspenden (Gusen)

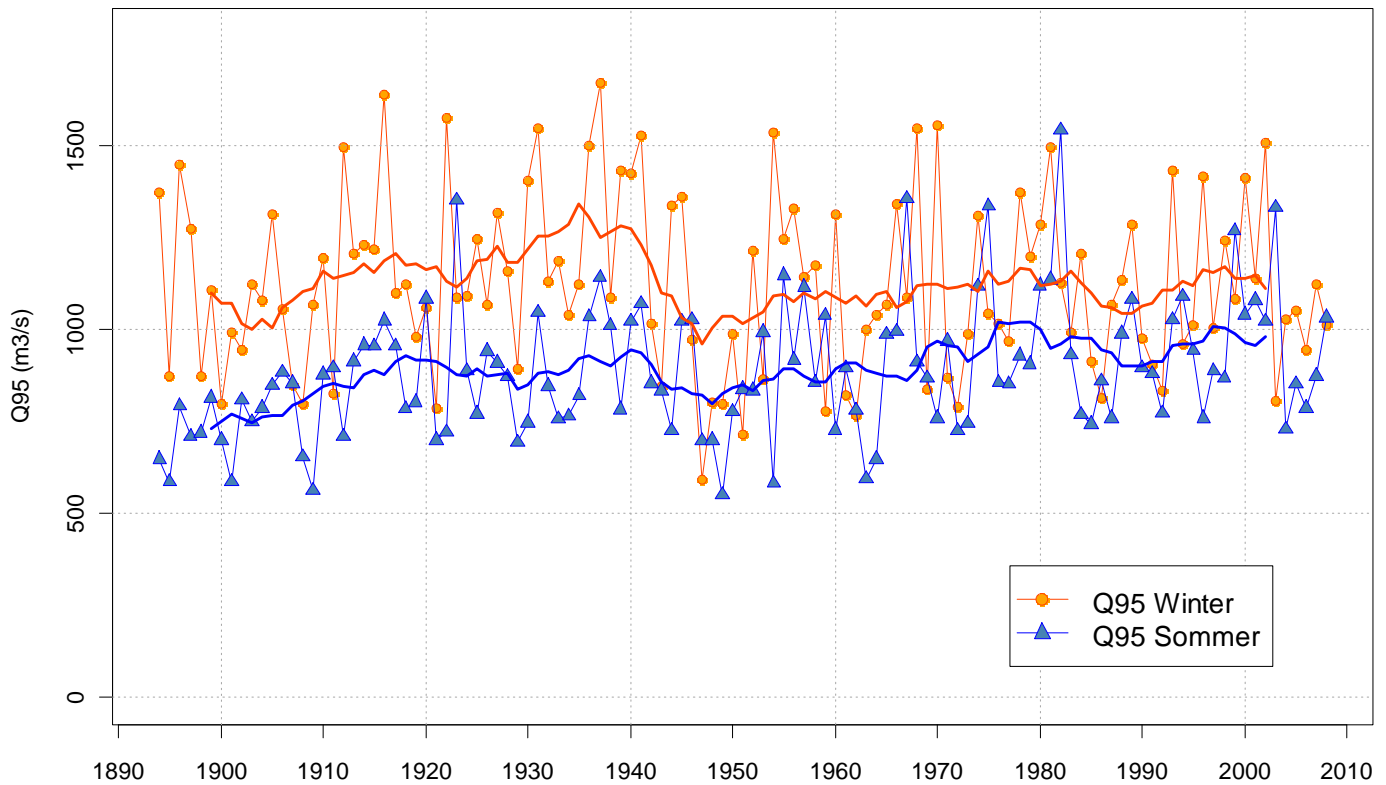
Q95 Niederwasserdurchflüsse 1976-2007



Trends Q95 Niederwasserdurchflüsse 1976-2007



Niederwasserdurchflüsse Q95 (Winter und Sommer) Pegel Donau/Krems



ZAMG / TU Wien Studie (2011)



Situation in der Vergangenheit

In den letzten 50 und 30 Jahren: geringfügige Zunahme des Niederwasserdurchflusses in den Kalkalpen



In den letzten 30 Jahren: geringfügige Abnahme des Niederwasserdurchflusses in Mühlviertel, Innviertel, Hausruck, Kobernaußer Region (ähnlich wie Jahresabfluss)



Abhängig von Seehöhe: Bei Winterniederwasserregime (Schnee) eher Zunahme, bei Sommerniederwasserregime (Verdunstung) eher Abnahme



ZAMG / TU Wien Studie (2011)



Situation in der Zukunft

Vermutlich Zunahme des Niederwasserdurchflusses
in hohen Lagen (Kalkalpen)



Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses
in niederen Lagen (andere Regionen)



Niederwasserdurchfluss im östlichen Mühlviertel
besonders empfindlich auf Änderung des
Niederschlages und der Lufttemperatur



FOLIEN Workshop am 8.10.2012 in Linz

Klima-OÖ_ Grundwasser

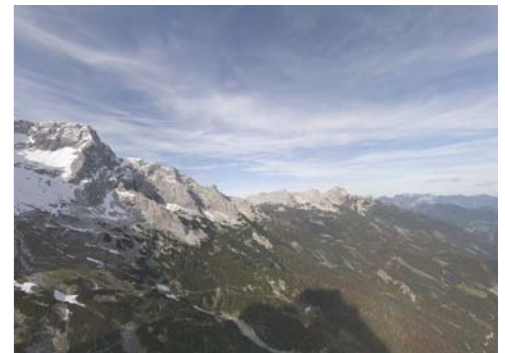
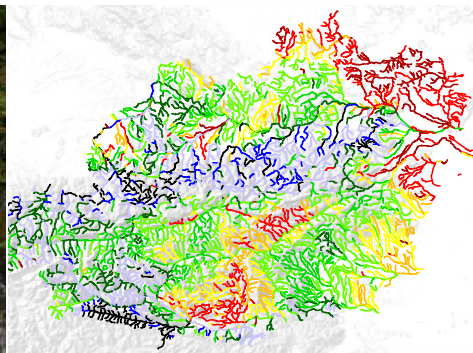
Zonierung in Regionen

Bearbeitung: BLASCHKE (TU-WIEN)

Regionale strategische Planungen zu Klimawandel-Anpassung in der Wasserwirtschaft in Oberösterreich

GRUNDWASSER

Alfred Paul Blaschke, G. Blöschl, J. Salinas, J. Parajka
H. Kroiß, N. Kreuzinger, B. Strenn
W. Schöner, R. Böhm



Inhalt der Studie

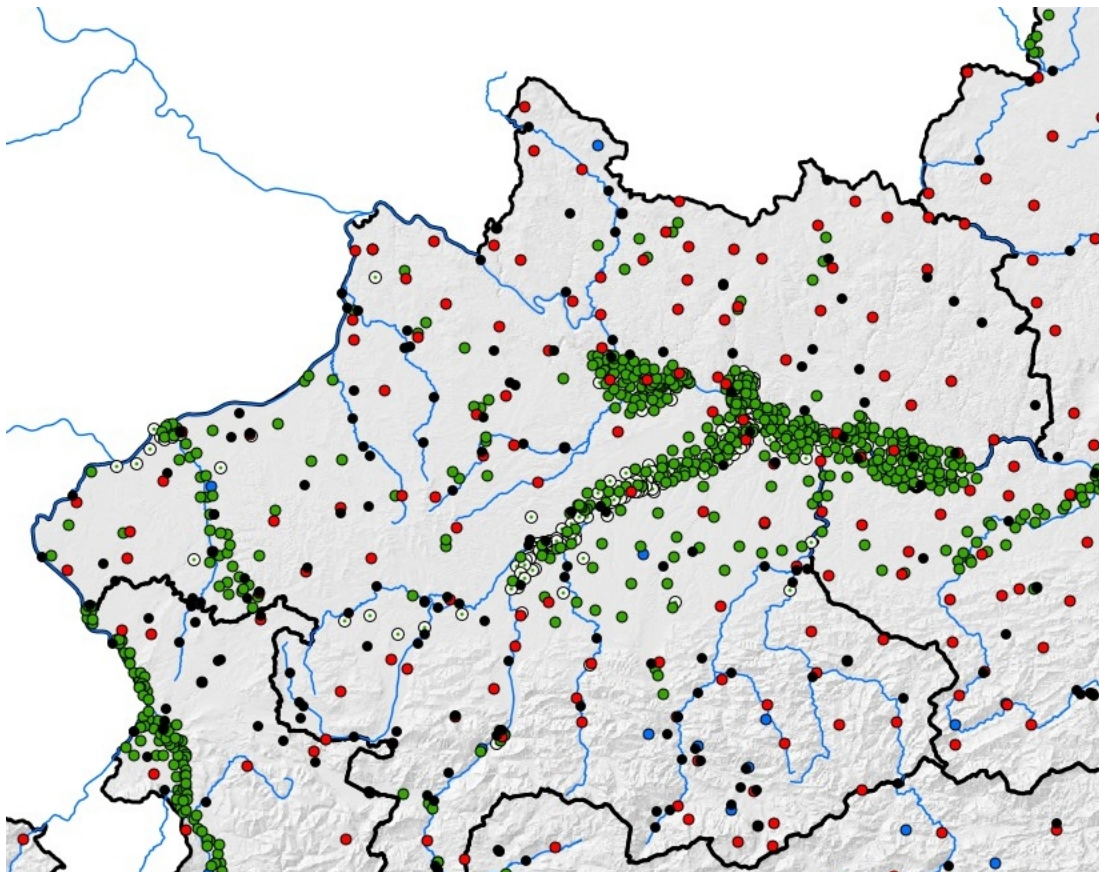
Zusammenstellung der für Oberösterreich relevanten Ergebnisse aus vorhandenen wasserwirtschaftlicher Untersuchungen und Studien mit klimarelevanten Aspekten

1. **"Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft" (ZAMG+TUWIEN, BMLFUW und den Bundesländer, 2010)**
 1. <http://www.hydro.tuwien.ac.at/forschung/publikationen/download-journal-publications.html>
2. „Einfluss des Klimawandels auf Grundwasserressourcen: Anpassungsstrategien zur Entschärfung von Nutzungskonflikten zwischen Landwirtschaft und öffentlicher Wasserversorgung (Regionen: Mühlviertel, Machland, Eferdinger Becken)“ (AIT, OÖ-Landesregierung, 2011)
3. „Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern“ (Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung, 2009)
4. „Zusammenfassung Wärmelastplan für die Untere Salzach und den Inn bis Passau“ (BOKU, ENERGIEAG, 2009)
5. „Wärmelastplan Traun- und Agersystem Bewertung des fischökologischen Zustands der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen“ (BOKU, OÖ-Landesregierung, 2009)
6. „Veränderung der Abflussregimetyten Oö. Fließgewässer durch den Klimawandel“ (Umweltbundesamt, 2011)
7. „Grundwasserbewirtschaftung Linz, hydrologische und thermische Ist-Situation“ (DonauConsult 2004)
8. „Darstellung und Diskussion möglicher Veränderungen der Abflussregimetyten OÖ Fließgewässer durch den Klimawandel“ (Umweltbundesamt, 2012)

"Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft,, (ZAMG+TUWIEN, BMLFUW und den Bundesländer, 2010)



Hydrographische Messstellen Grundwasserstand (grün)

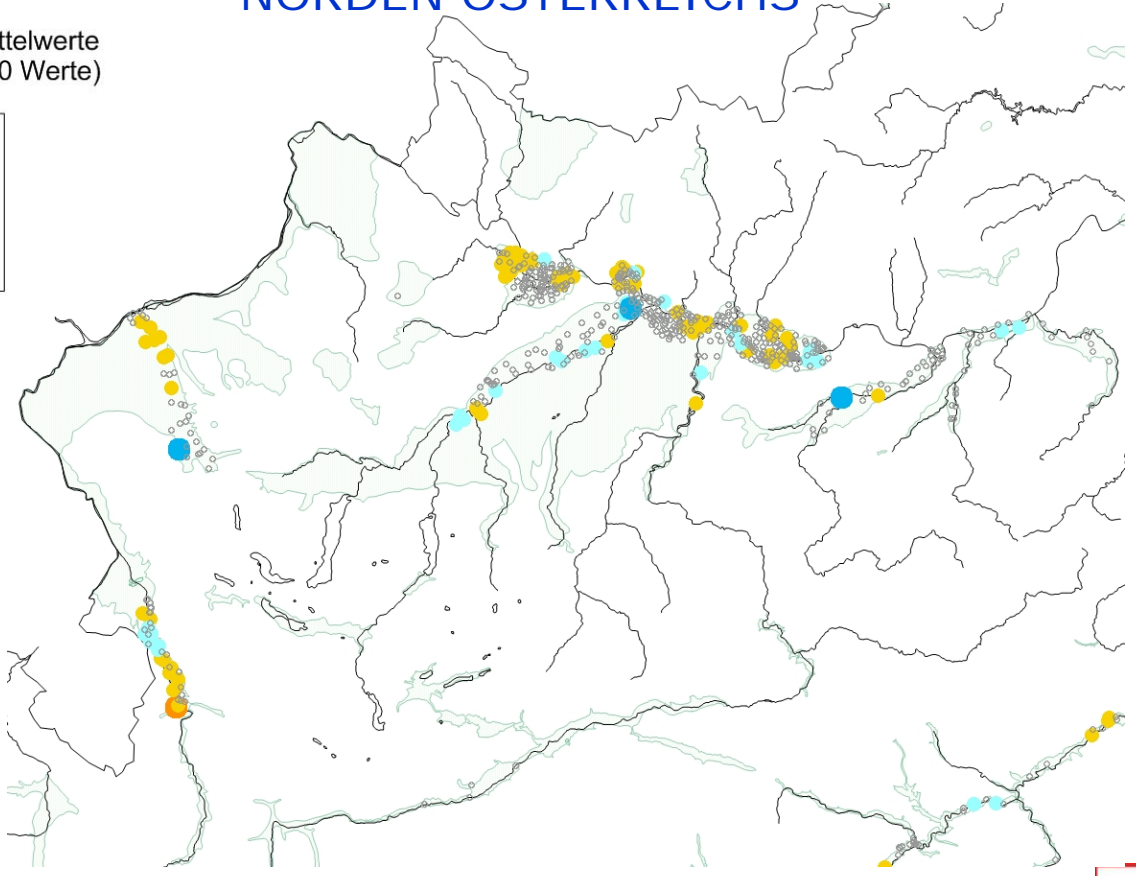


Trendanalysen - Grundwasserstand

NORDEN ÖSTERREICHS

Grundwasserstand
Trend der Jahresmittelwerte
1976 - 2006 (min. 20 Werte)

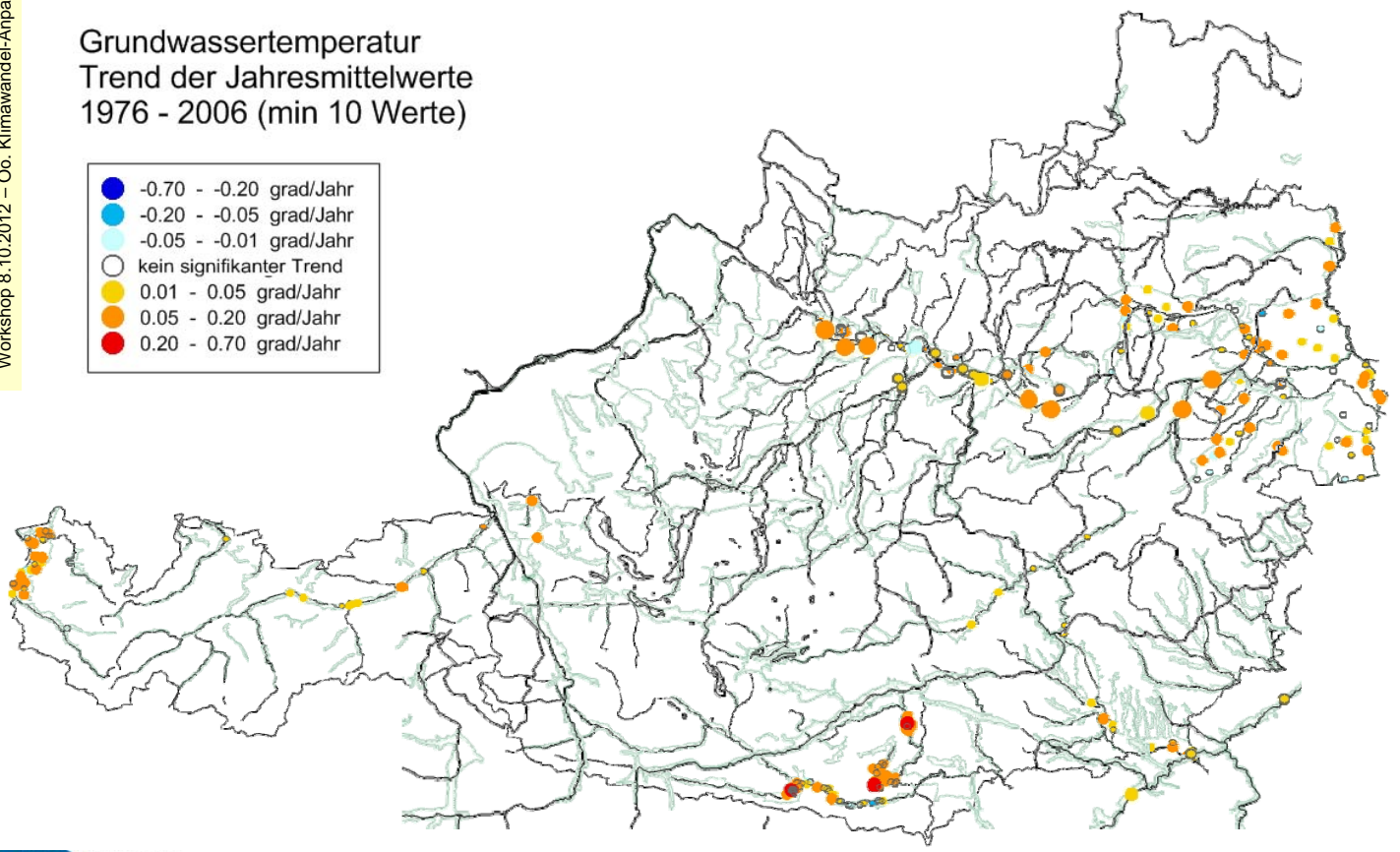
- -0.5 - -0.1 m/Jahr
- -0.1 - -0.05 m/Jahr
- -0.05 - -0.01 m/Jahr
- kein signifikanter Trend
- 0.01 - 0.05 m/Jahr
- 0.05 - 0.1 m/Jahr
- 0.1 - 0.5 m/Jahr



Trendanalysen - Grundwasserstand

Grundwassertemperatur
Trend der Jahresmittelwerte
1976 - 2006 (min 10 Werte)

- -0.70 - -0.20 grad/Jahr
- -0.20 - -0.05 grad/Jahr
- -0.05 - -0.01 grad/Jahr
- kein signifikanter Trend
- 0.01 - 0.05 grad/Jahr
- 0.05 - 0.20 grad/Jahr
- 0.20 - 0.70 grad/Jahr



Trendanalysen - Grundwasser

ERGEBNISSE der Trendanalysen für OÖ relevant:

- **Frühere Auswertungen der Langzeitentwicklung des Grundwasserstandes (siehe Hydrologischer Atlas) haben gezeigt, dass das Trendverhalten in aufeinanderfolgenden Dekaden (1961-70, 1971-80, 1981-90, 1991-97) häufig entgegengesetzt ist. (Harte Aussage)** 😊
- **In einigen Grundwasservorkommen entlang der Donau, Mur und Ill ist eine Beeinflussung der Grundwasserstandsverhältnisse durch Kraftwerke erkennbar. (Mittelharte Aussage)** 🤔
- **Die Grundwassertemperaturen nahmen zum Teil deutlich zu. (Harte Aussage)** 😊
- **Zwischen Lufttemperatur und Grundwassertemperatur lässt sich aus den Daten der Zeitreihe 1976 bis 2006 ein Zusammenhang von einem Anstieg von 0,5 bis 1,0 °C pro 1,0 °C Lufttemperaturzunahme ableiten. (Weiche Aussage)** 😞

Grundwasser - Prozessbeschreibung

Prozesse der Grundwasserneubildung

- Die Grundwasserneubildung kann entweder durch **Versickerung von Niederschlägen** oder über die **Versickerung von Oberflächenwasser** erfolgen. Der Anteil an der Neubildung dieser beiden Prozesse ist in den einzelnen Grundwassergebieten sehr unterschiedlich. Die Größe der Grundwasserneubildung wird durch die Höhe des Niederschlages (Regen bzw. Schnee), das Klima, die Hydrogeologie, die Beschaffenheit der Gewässersohle und der Wassertemperatur bestimmt.
- Vorwiegend kommt es im **Frühjahr** zur Grundwasserneubildung, welche auch in den Ganglinien deutlich zum Ausdruck kommt. Diese Saisonalität ist entsprechend auch bei den klimainduzierten Änderungen in den Eingangsgrößen (Niederschlag, Temperatur/Verdunstung, Abflüsse) zu berücksichtigen.



Bayerisches Landesamt für Umwelt

Auswirkungen einer Klimaveränderung auf das Grundwasser

Erhöhung der Lufttemperatur

- höhere Evaporation und damit Abnahme der Bodenfeuchtigkeit
- erhöhte Verdunstung aus Grundwasserkörpern mit geringem Flurabstand
- erhöhter Wasserbedarf der Pflanzen über Transpiration
- Steigerung des Bewässerungsbedarfes in der Landwirtschaft
- geringere Grundwasserneubildung aus Niederschlägen
- Erhöhung der Grundwassertemperatur
- Veränderungen der Grundwasserqualität aufgrund erhöhter Grundwassertemperatur (zB. Sauerstoffzehrung bei Uferfiltrat)

Auswirkungen einer Klimaveränderung auf das Grundwasser

Änderung in den Niederschlägen

- Sowohl eine Veränderung der Jahresniederschlagssummen als auch insbesondere die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge haben einen wesentlichen Einfluss auf die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen über das veränderte Verhalten der Verdunstung.
- Veränderungen in den Abflüssen der Oberflächengewässer und deren saisonale Verschiebungen verändern die Grundwasserneubildung (erhöhte Abflüsse in den Winter- und Frühjahrsperioden führen zu erhöhter Grundwasserneubildung, niederschlagsarme Sommermonate zehren an den Grundwasserreserven).
- Veränderung der Grundwasserqualität aufgrund geänderter Strömungssituation (bei Wasserentnahmen kann das Grundwasser aus anderen Bereichen eingezogen werden, die Fließzeiten können sich verändern, durch veränderte Wasserstände können andere Bodenschichten (zB. Altlasten) betroffen sein).
- Längere Trockenzeiten führen zu Bodenaustrocknung, Verringerung der Wasseraufnahmefähigkeit, Bodenverkrustung, geringere Humusbildung.

Beurteilung von Klimaauswirkungen - Grundwasserstand

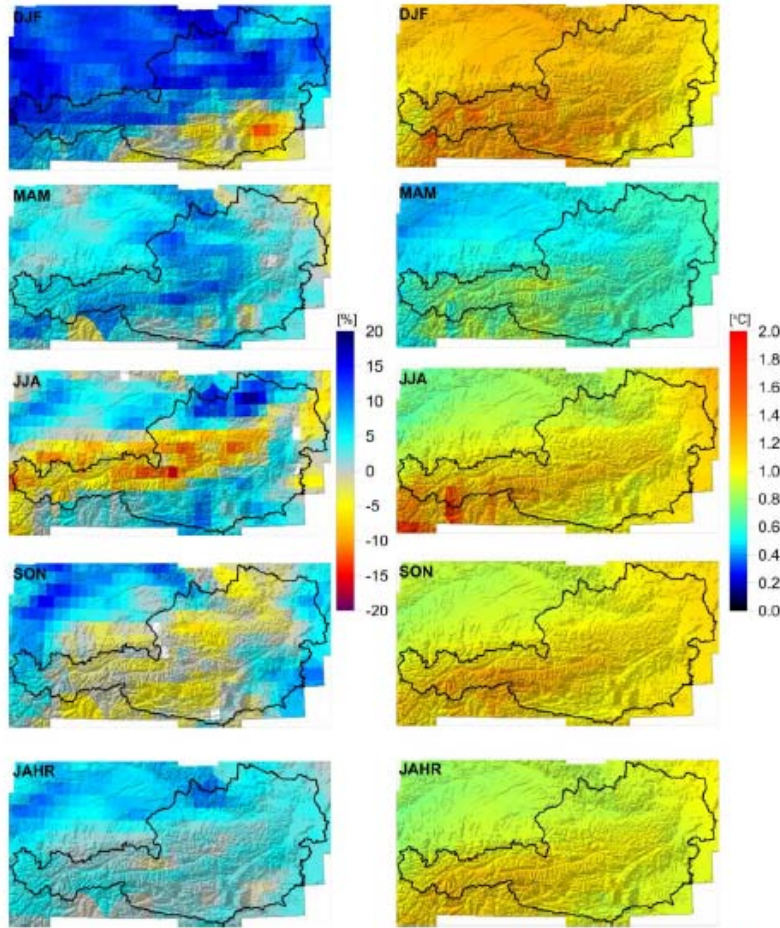


Abbildung 4-25: Änderungen der Lufttemperatur und des Niederschlags 2021-2050 bezogen auf den Kontrolllauf 1978-2008. Modell: CLM (siehe Berichtsteil 2 – Klima, Schöner et al.). Diese Änderungen bilden die Grundlage für den hier verwendeten Delta-Change Ansatz der Szenarienanalyse.

Beurteilung von Klimaauswirkungen - Grundwasserstand

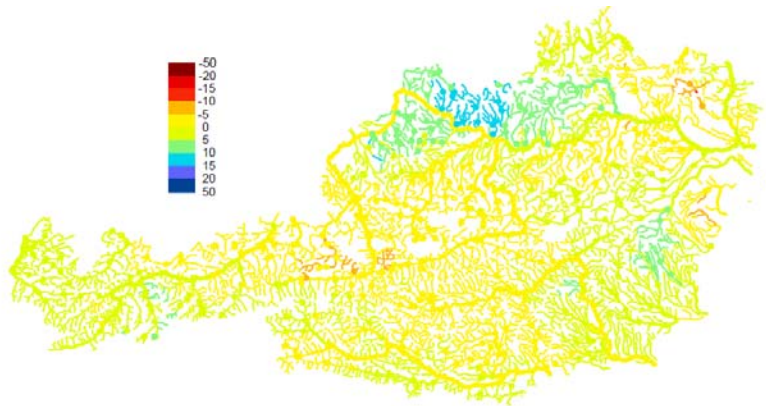


Abbildung 8-39: Änderungen der mittleren Abflüsse (Kapitel 4).

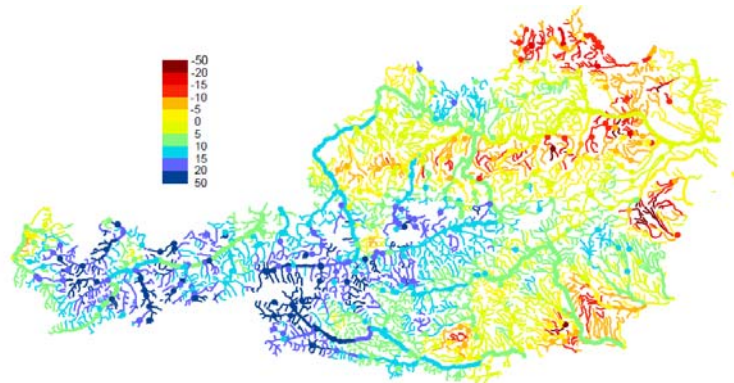
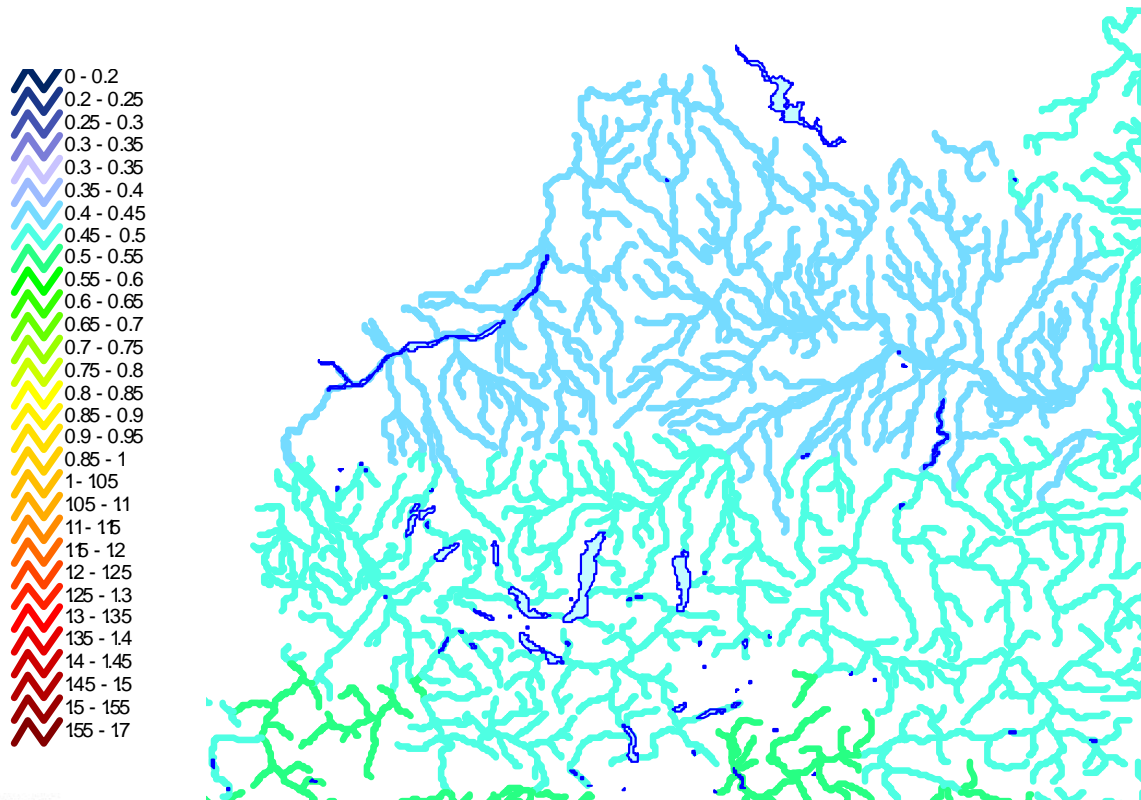


Abbildung 8-40: Änderungen in % des Niederschlags-Abflusses für den Zeitraum 2021-50 im Vergleich zum Zeitraum 1976-2006 berechnet mit dem Niederschlag-Abflussmodell. Blau: Zunahme, rot : Abnahme (Kapitel 5).

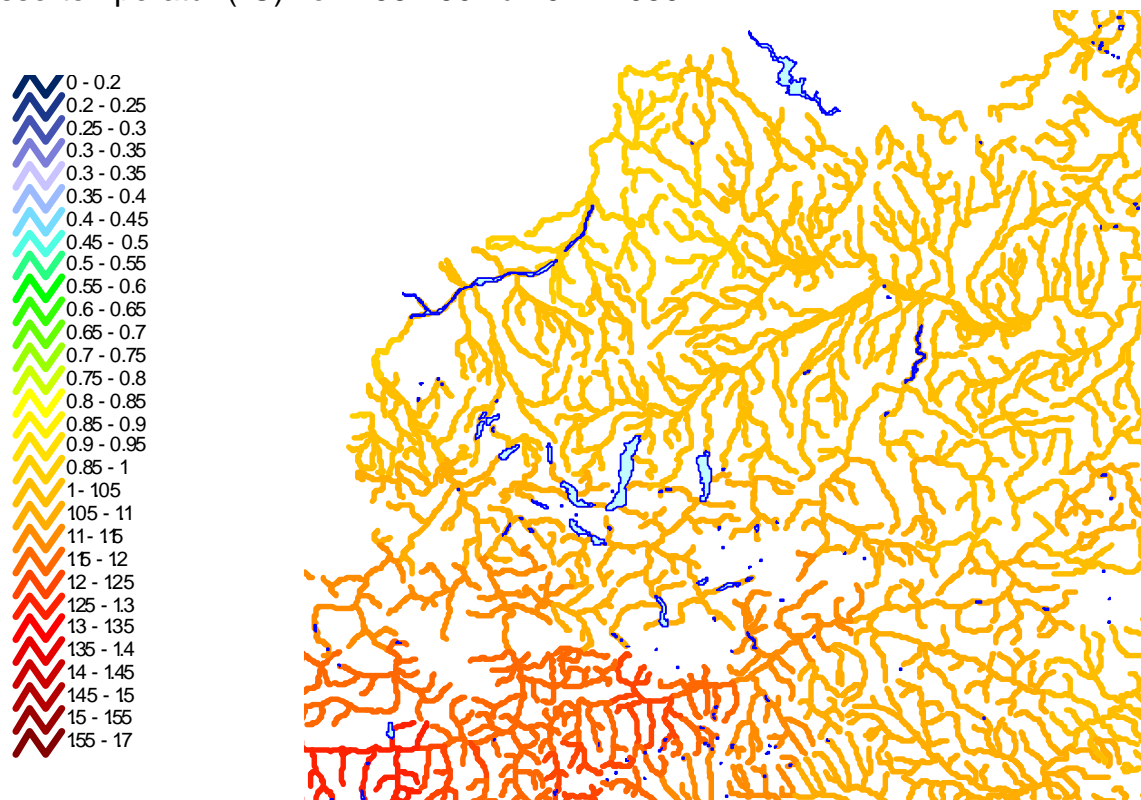
aus der Szenarienanalyse

Aus dem Klimamodell (CLM) rückgerechnete Zunahme der mittleren jährlichen Wassertemperatur (°C) von 1976-2007 zu 2021-2050.







Szenarienanalyse

Aus dem Klimamodell (CLM) rückgerechnete Zunahme der mittleren jährlichen Wassertemperatur (°C) von 1961-90 zu 2021-2050.



Analyse der Auswirkungen aufgrund der Klimaprognosen:

- Prognosen der Änderungen in den Grundwasserständen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden und die zukünftige Entwicklung des Klimas nicht in dieser Kleinräumigkeit zuverlässig berechnet werden kann. (*harte Aussage*) 
- Auswirkungen auf die Grundwasservorkommen sind jedoch zu erwarten. (*harte Aussage*) 
- Inwieweit die **erhöhten Winterniederschläge**, welche für die Grundwasserneubildung maßgebend sind, durch eine **erhöhte Verdunstung ausgeglichen** werden, bedarf einer weitergehenden Untersuchung. Aus heutiger Sicht ist eher mit einem **Rückgang der Grundwasserneubildung aus Niederschlägen** zu rechnen (*weiche Aussage*) 
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zu rechnen. (*harte Aussage*) 

Analyse der Daten

Unteres Salzachtal (40)

Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre:

im Süden leicht fallend, in der Mitte leicht steigend

Trend Grundwasserstand – Jahresmaximalwerte der letzten 30 Jahre:

im Süden leicht fallend, in der Mitte leicht steigend

Trend Grundwasserstand – Jahresminimalwerte der letzten 30 Jahre:

im Süden leicht fallend, in der Mitte leicht steigend

Trend Grundwassertemperatur – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre:

Nördliches u. südliches Linzer Feld (143, 154)

Trend Grundwasserstand – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre:

im Osten leicht fallend

Trend Grundwasserstand – Jahresmaximalwerte der letzten 30 Jahre:

vereinzelt leicht steigend

Trend Grundwasserstand – Jahresminimalwerte der letzten 30 Jahre:

öfter leicht steigend

Trend Grundwassertemperatur – Jahresmittelwerte der letzten 30 Jahre:

im Osten leicht steigend (nicht signifikant)

„Einfluss des Klimawandels auf Grundwasserressourcen: Anpassungsstrategien zur Entschärfung von Nutzungskonflikten zwischen Landwirtschaft und öffentlicher Wasserversorgung (Regionen: Mühlviertel, Machland, Eferdinger Becken)“ (AIT, OÖ-Landesregierung, 2011)

**Noch kein Bericht vorliegend
Informationen für Grundwasser ist zu erwarten**

„Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern“ (Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung, 2009)

Die Schätzung der Temperaturerhöhung von 2004 bis 2020 ergibt folgende Werte für die Bioregionen in Oberösterreich:

Alpenvorland und Flysch (J)	0,58 °C
Kalkalpen (M)	0,47 °C
Granit- und Gneisgebiet (K)	0,81 °C

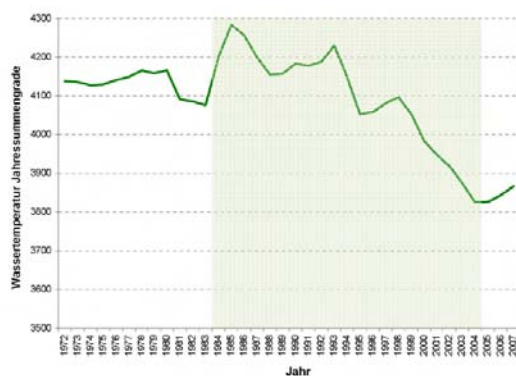


Abbildung 38 Wassertemperaturverlauf der Vöckla bei Timelkam, Jahressummengrade



Abbildung 31 Wassertemperaturverlauf der Traun bei Steeg (Seeausfluss), Jahressummengrade

„Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern“ (Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung, 2009)

*Einfluss vom Grundwasser auf Oberflächengewässer
antropogener Einfluss*



Abbildung 42 Wassertemperaturverlauf des Schwemmbaches bei Furth (Bundesstraße), Jahressummengrade

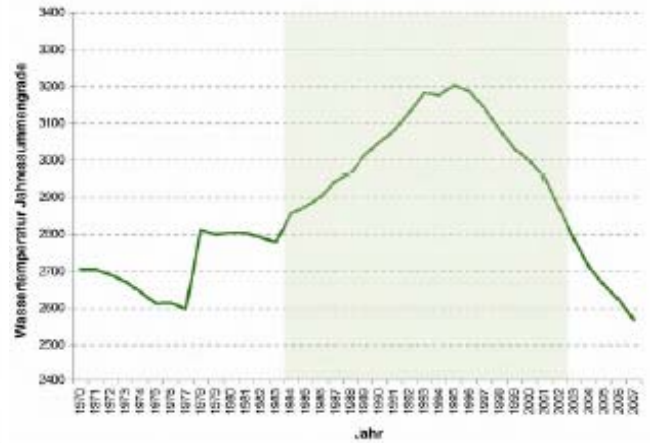


Abbildung 41 Wassertemperaturverlauf des Schaichener Brunnbaches bei Furth (Ort), Jahressummengrade

„Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern“ (Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung, 2009)

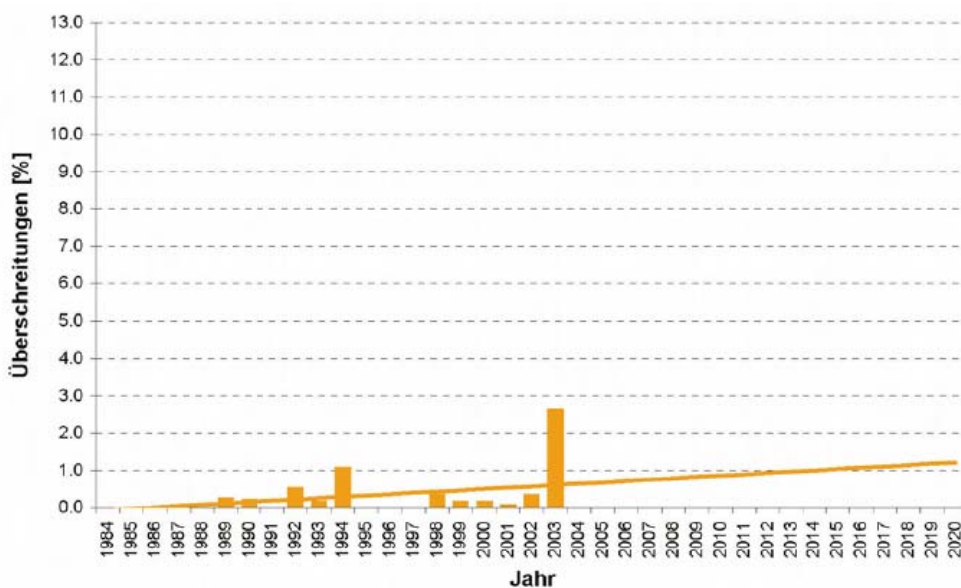


Abbildung 47 Überschreitungen des Temperaturgrenzwertes für die Grenze sehr gut – gut in der Fischregion Hyporhithral klein

„Zusammenfassung Wärmelastplan für die Untere Salzach und den Inn bis Passau“ (BOKU, ENERGIEAG, 2009)

Zur Beurteilung der Grundwassertemperaturen standen 4 Messungen an der Unteren Salzach

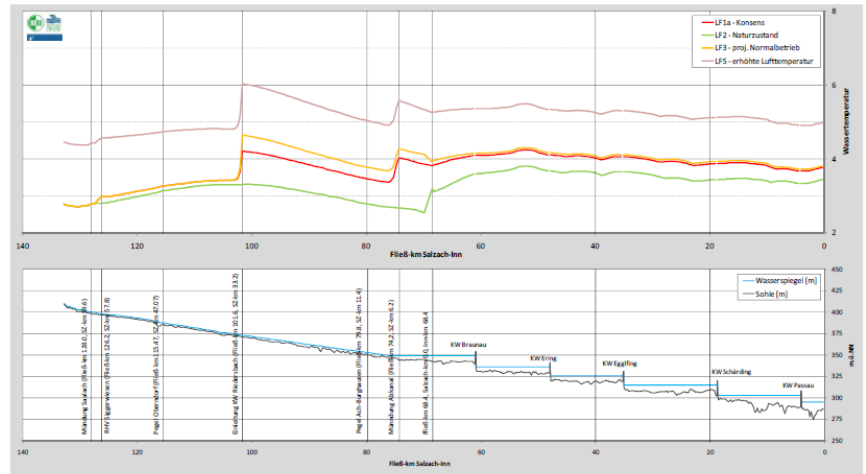


Abbildung 8: Längenschnitt der Wassertemperatur

Darstellung (Modellierung) IST-Situation

„Wärmelastplan Traun- und Agersystem Bewertung des fischökologischen Zustands der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen“ (BOKU, OÖ-Landesregierung, 2009)

- Diffuse- und punktförmige Quellen können modelliert werden, was für Grundwasser-Einflüsse wichtig ist

Folgende, sehr vereinfachte Annahmen sind der Simulation zugrunde gelegt:

- Vernachlässigung des Grundwassereinflusses

Darstellung (Modellierung) IST-Situation

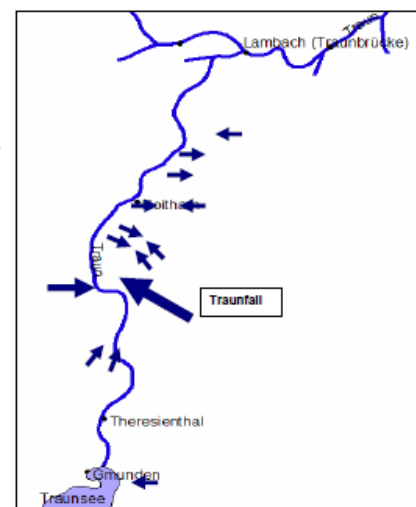


Abbildung 1 Traunfluss mit Grundwasserzutriften vom Traunsee bis Agermündung.

Wärmelastplan Traun- und Agersystem

Bewertung des fischökologischen Zustands der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen

Endbericht Mai 2009

Die Wassertemperatur von Quellen und von Gewässern, die vom Grundwasser beeinflusst sind, ist daher über den Jahresverlauf hinweg **relativ konstant**. Im Sommer sind Quellen und quellgespeiste Oberläufe **im Vergleich zur Lufttemperatur relativ kühl**, im Winter vergleichsweise warm (Schönborn, 1992, S. 27).

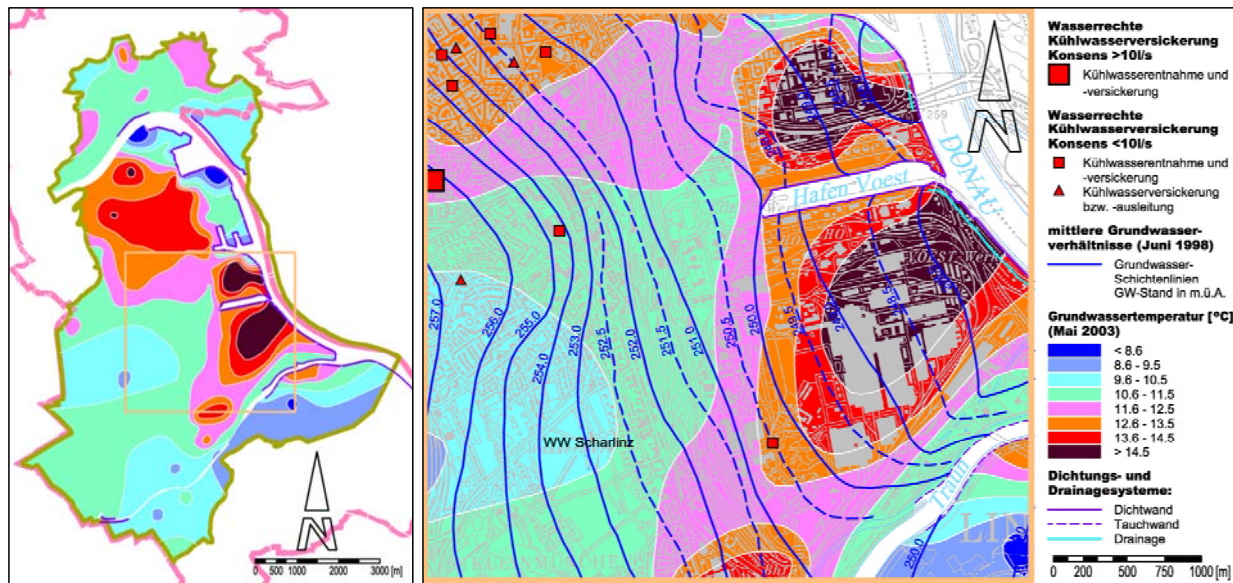


„Veränderung der Abflussregimetyphen Öö. Fließgewässer durch den Klimawandel“ (Umweltbundesamt, 2011, 2012)

keine Informationen hinsichtlich Grundwasser



„Grundwasserbewirtschaftung Linz, hydrologische und thermische Ist-Situation“ (OÖ-Landesregierung 2003, DonauConsult 2004)



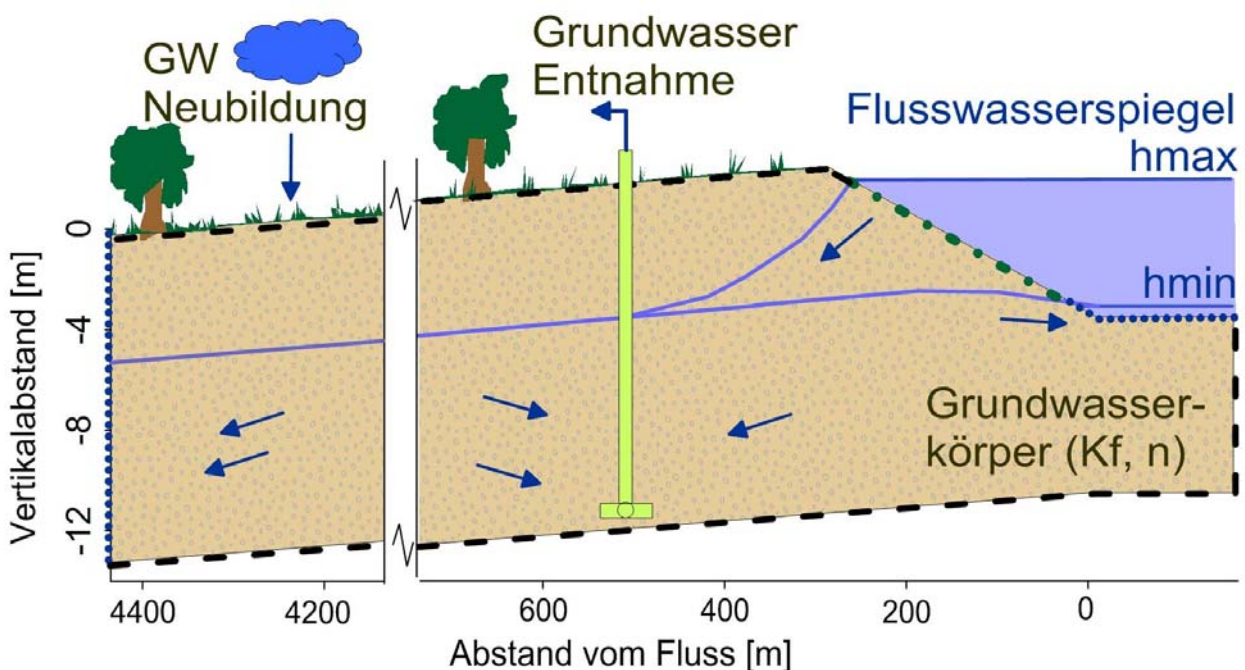
Datenanalyse IST-Situation

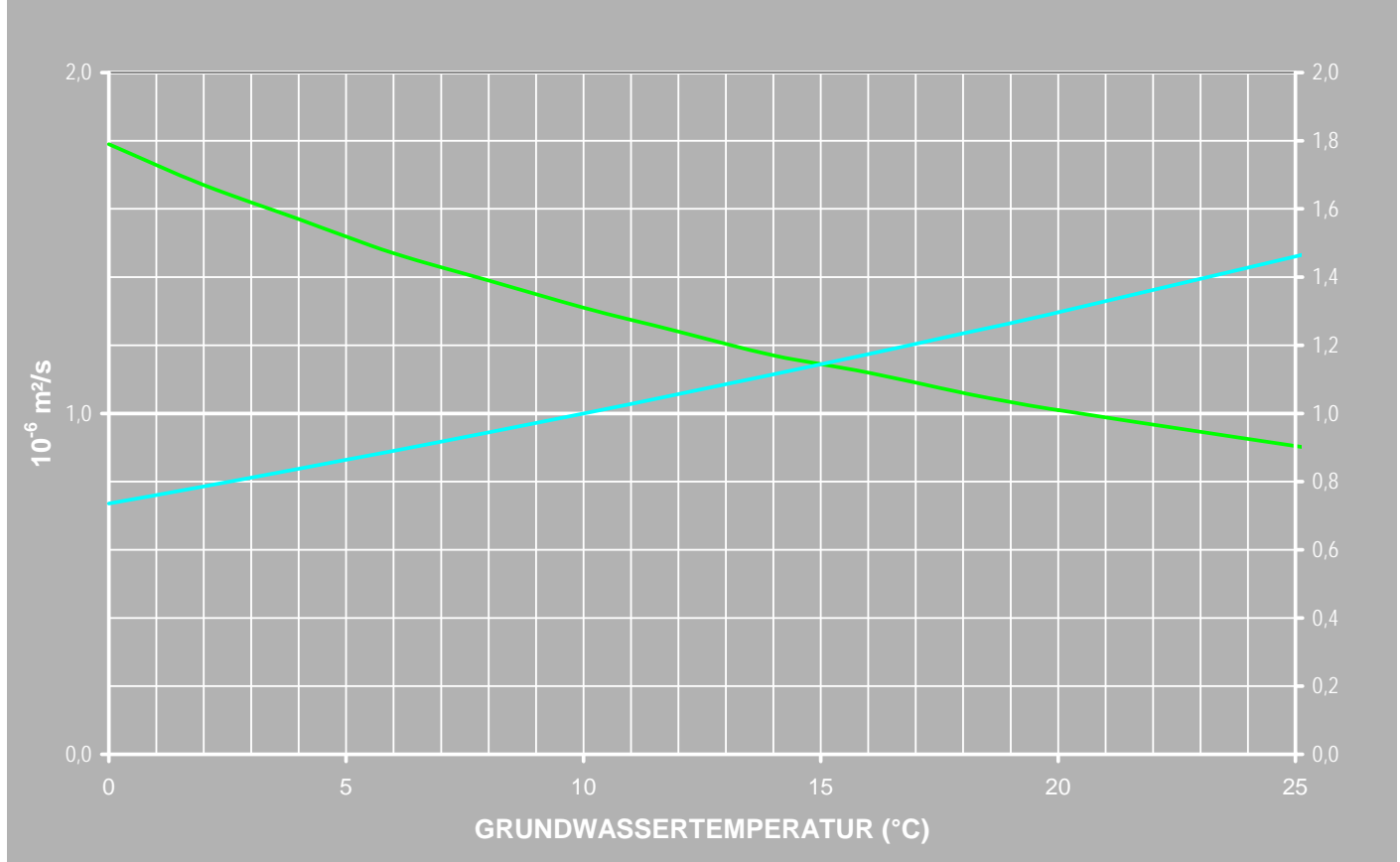


ZAMG



durch einen Eintrag von Dynamik





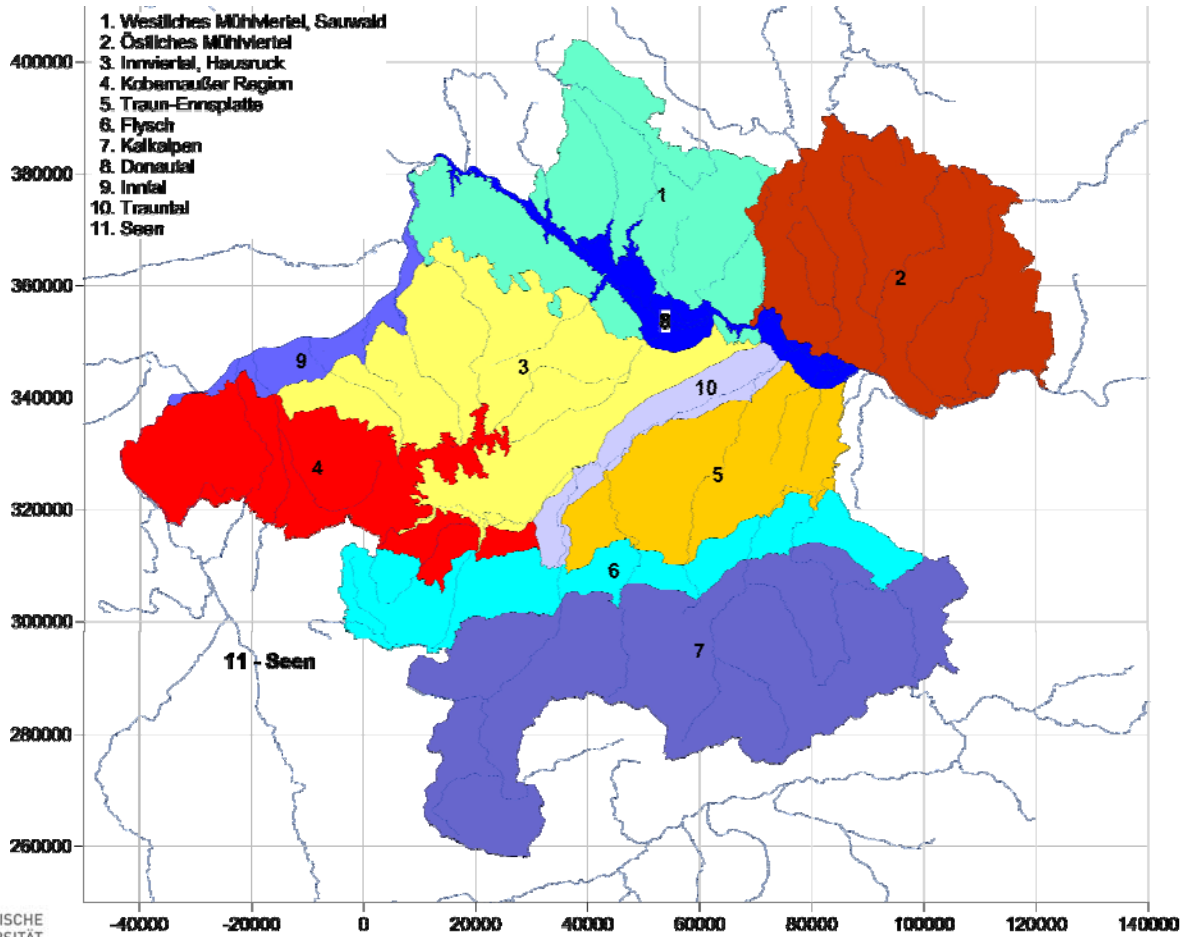
EINFLUSS WASSERTEMPERATUR

Impact of Climate Change on the Transport, Fate and Risk Management of Viral Pathogens in Water.



Microbial Pathogen Removal During Bank Filtration

Zonierung Oberösterreichs in Regionen



Zonierung Oberösterreichs in Regionen

- ZONE1: "Böhmische Masse - Granit" als geologische Einheit im Mühlviertel. Im westlichen Mühlviertel jedoch deutlich höhere Niederschläge und auch Abflüsse. -> Spezieller Einfluss auf Schutzfragen.
- ZONE2: "Böhmische Masse - Granit" als geologische Einheit im Mühlviertel. Im östlichen Mühlviertel jedoch deutlich niedrigere Niederschläge und auch Abflüsse. -> Spezieller Einfluss auf Nutzungsfragen.
- ZONE3: landwirtschaftlich stark genutztes Gebiet.
- ZONE4: vorwiegend forstlich genutztes Gebiet
- ZONE5: ebenfalls landwirtschaftlich stark genutztes Gebiet jedoch andere Untergrundverhältnisse
- ZONE6: in der Flyschzone im besonderen die Frage der Nutzung - Touristik, Trinkwasser, Quellen
- ZONE7: alpines Gebiet - Untergrund Kalkalpen.
- ZONE8: die Täler der großen Flüsse werden jeweils gesondert behandelt. Bei allen auch die Frage Interaktion mit dem Grundwasserbegleitstrom.. Donau - Frage Energienutzung, Hochwasserschutz
- ZONE9: Salzach, Inn - Frage Energienutzung, Wassertemperatur (Wärmelastplan)
- ZONE10: Salzach, Inn - Frage Energienutzung, Wassertemperatur (Wärmelastplan)
- ZONE11: die Seen sind hinsichtlich Temperaturverhalten (Temperaturschichtung) und der touristischen Nutzung in einer Gruppe zusammen gefasst.

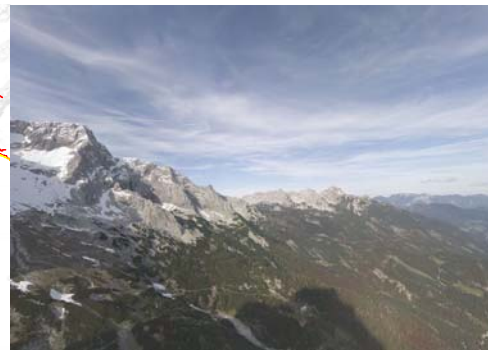
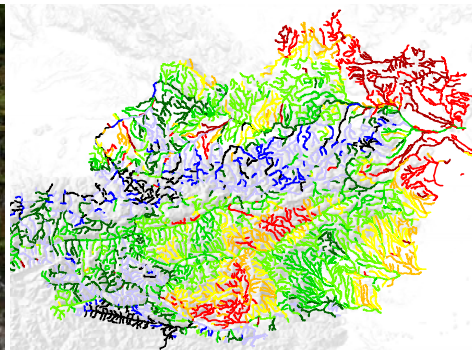
Anmerkungen Anregungen Diskussion

FOLIEN Workshop am 8.10.2012 in Linz

Klima-OÖ_Wassertemperaturen

Bearbeitung: STRENN, KREUZINGER (TU-WIEN)

Darstellung der klimarelevanten Studien in regionalisierter Form für die Wasserwirtschaft in Oberösterreich



10 vorliegende Studien:

- a ... Kronberger, B., Balas, M. und Prutsch, A., 2012. Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel
- b ... Wimmer, R. et al. 2011. Darstellung und Diskussion möglicher Veränderungen der Abflussregimetypen OÖ Fließgewässer durch den Klimawandel
- c ... Prinz, H., et al. 2009. Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern
- d ... Nachtnebel, H.P., Haberl, U. und Herrnegger M. (2009). Wärmelastplan für die untere Salzach und den Inn bis Passau
- e ... Schmutz, S., et al., 2009. Wärmelastplan Traun- und Agersystem - Bewertung des fischökologischen Zustandes der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen
- f ... Nachtnebel, H.P. und Haider, J. 2007. Hauptstudie zur Erstellung eines Wärmelastplanes für das oberösterreichische Traun-, Ager- und Vöcklagebiet
- g ... Nachtnebel, H.P. et al., 2006. Vorstudie zur Erstellung einer Wärmebilanz und eines Wärmelastplanes für das Oberösterreichische Traun-Ager-System
- h ... Amt der OÖ. Landesregierung, Wasserwirtschaft, Grund- und Trinkwasserwirtschaft, (April 2004): Grundwasserbewirtschaftung Linz – Hydrologische und thermische Ist-Situation (2003)
- i ... AIT - Einfluss des Klimawandels auf Grundwasserressourcen: Anpassungsstrategien zur Entschärfung von Nutzungskonflikten zwischen Landwirtschaft und öffentlicher Wasserversorgung - AGRIWA
- j ... Studie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und der Technischen Universität Wien, Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft,



Themenbezug „Wassertemperatur“ in den vorliegenden Klimastudien

- In den vorgelegten Klimastudien fand sich insgesamt **eine Arbeit** zum Thema „Wassertemperatur des Grundwassers“ für 1 der 11 Regionen
- **6 Studien** zum Thema „Wassertemperatur in Gewässern“ für 10 der insgesamt 11 Regionen
- Zwei Studie behandeln das Thema Wassertemperatur mit Sicht auf gesamt Österreich



Themenbezug „Wassertemperatur“ in den vorliegenden Klimastudien

Regionen		Temperatur		
		Grundwasser	Oberflächen- gewässer	Luft
1	Westl. Mühlviertel		c	
2	Östl. Mühlviertel		c	
3	Innviertel, Hausruck		c, e, f, g	
4	Kobernaußere Region		c, d	
5	Traun-Ennsplatte		c	
6	Flysch		e, f	
7	Kalkalpen		c	
8	Donautal	h	h	
9	Inntal		d	
10	Trauntal		c, e, f	
11	Seen		e	
	Linz	h	h	
	Österreich	a, j	a, j	j

a ... Kronberger, B., Balas, M. und Prutsch, A., 2012. Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel
 c ... Prinz, H., et al. 2009. Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern
 d ... Nachtnebel, H.P., Haberl, U. und Herrnegger M. (2009). Wärmelastplan für die untere Salzach und den Inn bis Passau
 e ... Schmutz, S., et al., 2009. Wärmelastplan Traun- und Agersystem - Bewertung des fischökologischen Zustandes der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen
 f ... Nachtnebel, H.P. und Haider, J. 2007. Hauptstudie zur Erstellung eines Wärmelastplanes für das oberösterreichische Traun-, Ager- und Vöcklagebiet
 g ... Nachtnebel, H.P. et al., 2006. Vorstudie zur Erstellung einer Wärmebilanz und eines Wärmelastplanes für das Oberösterreichische Traun-Ager-System
 h ... Amt der OÖ. Landesregierung, Wasserwirtschaft, Grund- und Trinkwasserwirtschaft, (April 2004): Grundwasserbewirtschaftung Linz – Hydrologische und thermische Ist-Situation (2003)
 j ... Studie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und der Technischen Universität Wien. Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft



Traun-Ager-Vöckla System Region 3 (Innviertel-Hausruck) und Region 10 (Trauntal)

IST-Zustand – Emittenten:

- In der **Traun** anthropogene Belastungen durch 14 Emittenten (delta T über Tag < 1°C)
- 6 Emittenten an der **Ager**
- 3 Emittenten/Beinflussungen an der **Vöckla**

IST-Zustand - Thermische Belastung:

	Temperatur Durchschnitt [°C]	höchste Temp.	niedrigste Temp.	Aufwärmungen letzten 30 Jahre
Traun	10-15°C	Sommer (19°C)	Winter/Frühling	+2.4°C
Ager	12.5-13°C	Sommer (22.5°C)	Winter	+2.4°C
Vöckla		Sommer (18-19°C)	Winter	sinkend



Literaturstellen: c, e, f



Traun-Ager-Vöckla System Region 3 (Innviertel-Hausruck) und Region 10 (Trauntal)

Zukunftsszenario:

	Einfluss Industrie	Einfluss Klima
Traun	+ 0.5°C bis 1°C	+ 0.5°C
Ager	+ 2.5°C bis 5.0°C	+ 1.0°C
Vöckla	+1.0°C bis 3.0°C	+ 1°C bis 1.5°C



Resümee – Traun:

- Positiv für die Traun - der längere Fließweg von rund 75 km
- Einfluss der Kraftwerke im Längenprofil erkennbar.
- Rund 55 km um Gleichgewichtstemperatur wiederzuerlangen.

Resümee – Ager:

- Limitierende Gewässertemp. 25°C im Sommer ohne Emittenten erreicht

Resümee – Vöckla:

- Geringe Fließlänge - kein vollständiger Temp.Abbau – Auswirkung auf Ager

Literaturstellen: c, e, f, g

Traunsee und Attersee Region 6 (Flysch) und Region 7 (Kalkalpen)

Traunsee:

- Die Wassertemperatur stieg innerhalb der letzten 30 Jahre um 2,4°C
- Mittlere Temp August. 19,2°C



Attersee:

- Das langjährige Augustmittel des Attersees ist um 1,5°C höher als das des Traunsees und liegt bei 20,7°C



Temperaturanstieg der Bioregionen:

Bioregionen	Temperaturanstieg °C	
	1984 - 2004	2004 - 2020
Alpenvorland und Flysch	0.80	0.58
Kalkvoralpen	0.54	0.47



Literaturstelle: e

Region 1 (Westliches Mühlviertel) und Region 2 (Östliches Mühlviertel)

Für die beiden Regionen liegen folgende Temperaturdaten in den Studien vor.

Temperaturanstieg der Bioregionen:

Bioregionen	Temperaturanstieg °C	
	1984 - 2004	2004 - 2020
Granit und Gneis	0.88	0.81



Literaturstelle: c



Untere Salzach und Inn bis Passau Region 4 (Kobenaüßer Region) und Region 9 (Inntal)

IST-Zustand:

- 4 Emittenten
- Gesamt Konsens der Aufwärmung für die Salzach max. 1,78°C

Ergebnisse der Zukunftsszenarien:

- höchste anthropogene Wärmebelastung – Winter
- konsensmäßiger Einleitung (295 MW) +1,3°C zum Naturzustand
- projektiertem Normalbetrieb (450 MW) + 1,8°C zum Naturzustand
- bei gleichzeitig erhöhter Lufttemp. (Annahme +2°C) = +3,2°C
- Temperaturschichtungen und –zonierungen unberücksichtigt
- A1B Szenario: Salzach + 1,7°C Inn + 1,5°C



Literaturstelle: c, d



Linz - Region 8 (Donautal) - Grundwasser

IST-Zustand:



- >200 thermische Nutzungen/Rechte
- Grundwassertemperaturen im Mittel zw. 7,8°C und 16°C
- Anstieg seit 80er +0,5°C bis 1°C
- Saisonale Schwankungen 4°C bis 5°C
- GW Temp. im Mittel leicht über dem Jahresmittel der Lufttemp.
- Aufhöhung durch:
 - städtischen Verbauung
 - Versickerung von Kühlwässern
 - weiteren anthropogenen Beeinflussungen
- Temperaturanstieg gefährdet Grundwasserqualität (4 angesiedelten Wasserwerke)
- Temperaturerhöhungen Auswirkungen auf Durchlässigkeit des Grundwasserleiters und mikrobiologischen Prozesse

Literaturstelle: h



Wassertemperatur – Linz - Region 8 (Donautal)

Resümee:

- Generell ist seit den 80iger Jahren ein leichter Anstieg der GW Temperatur zu erkennen
- Die Aufhöhung kann der städtischen Verbauung und der großräumigen sowie diffusen Versickerung von Kühlwässern und anderen anthropogenen Beeinflussungen zugeordnet werden
- Weitere Erhöhungen sind zu verhindern – Trinkwasserversorgung
- Temperaturanstieg gefährdet die Grundwasserqualität und somit die 4 angesiedelten Wasserwerke
- Temperaturerhöhungen haben auch Auswirkungen auf die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters und die mikrobiologischen Prozesse

Literaturstelle: h



FAZIT

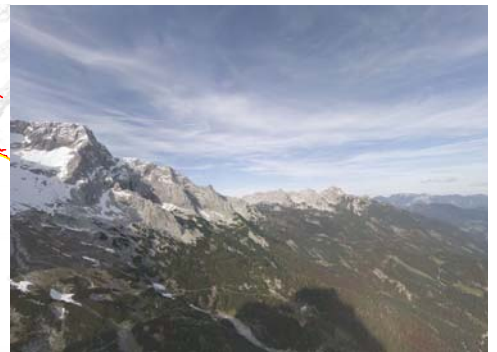
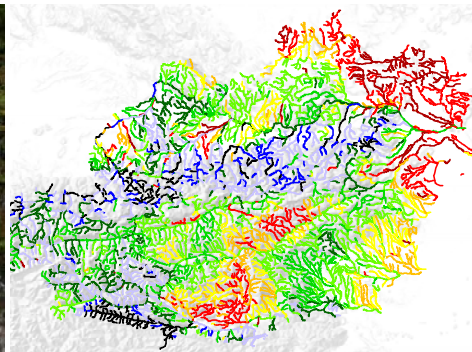
- Für die Regionen 1, 2, 5 und 11 keine ausreichenden Daten zum Thema Wassertemperatur und Klima
- Drei Studien beschäftigen sich mit dem Traun-Ager System.
- **Grundwassertemperaturen** bis 2050 zw. 0,2°C und 1°C ansteigen – abhängig von den lokalen Verhältnissen
- **Wassertemperatur der Flüsse** bis 2050 um etwa 0,8°C ansteigen
- **Wassertemperaturen** der österreichischen **Seen** steigende Tendenz
- **Temperaturzunahmen** der Gewässer sind anthropogen und auch durch die Klimaveränderung beeinflusst.
- Dort wo bewilligter Konsens der Erwärmung von Gewässern bereits durch die Klimaerwärmung erreicht - Aufwärmung durch Emissionen bedenklich.
- Neg. Auswirkungen auf die **Wasserqualität** nicht ausgeschlossen
- **Fließgewässer** geringerer Güteklasse stärker gefährdet – hohe Vulnerabilität

FOLIEN Workshop am 8.10.2012 in Linz

Klima-OÖ_Wassergüte-Fischökologie

Bearbeitung: STRENN, KREUZINGER (TU-WIEN)

Darstellung der klimarelevanten Studien in regionalisierter Form für die Wasserwirtschaft in Oberösterreich



10 vorliegende Studien:

- a ... Kronberger, B., Balas, M. und Prutsch, A., 2012. Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel
- b ... Wimmer, R. et al. 2011. Darstellung und Diskussion möglicher Veränderungen der Abflussregimetypen OÖ Fließgewässer durch den Klimawandel
- c ... Prinz, H., et al. 2009. Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern
- d ... Nachtnebel, H.P., Haberl, U. und Herrnegger M. (2009). Wärmelastplan für die untere Salzach und den Inn bis Passau
- e ... Schmutz, S., et al., 2009. Wärmelastplan Traun- und Agersystem - Bewertung des fischökologischen Zustandes der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen
- f ... Nachtnebel, H.P. und Haider, J. 2007. Hauptstudie zur Erstellung eines Wärmelastplanes für das oberösterreichische Traun-, Ager- und Vöcklagebiet
- g ... Nachtnebel, H.P. et al., 2006. Vorstudie zur Erstellung einer Wärmebilanz und eines Wärmelastplanes für das Oberösterreichische Traun-Ager-System
- h ... Amt der OÖ. Landesregierung, Wasserwirtschaft, Grund- und Trinkwasserwirtschaft, (April 2004): Grundwasserbewirtschaftung Linz – Hydrologische und thermische Ist-Situation (2003)
- i ... AIT - Einfluss des Klimawandels auf Grundwasserressourcen: Anpassungsstrategien zur Entschärfung von Nutzungskonflikten zwischen Landwirtschaft und öffentlicher Wasserversorgung - AGRIWA
- j ... Studie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und der Technischen Universität Wien, Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft,



Themenbezug „Wassergüte“ und „fischökologischer Zustand“ in den vorliegenden Klimastudien

- In den vorgelegten Klimastudien fanden sich insgesamt **3 Arbeiten** zum Thema „Wassergüte“ für 3 der 11 Regionen
- **2 Studien** zum Thema „Fischökologie“ für 2 Regionen
- Eine Studie behandelt die genannten Themen für gesamt Österreich



Themenbezug „Wassergüte“ und „fischökologischer Zustand“ in den vorliegenden Klimastudien

Regionen	Gewässergüte		Fischökologie	Grundwasser Neubildung
	Emission	Immission		
1	Westl. Mühlviertel			
2	Östl. Mühlviertel			i
3	Innviertel, Hausruck	f, g	e, g	
4	Kobernaußer Region			
5	Traun-Ennsplatte			
6	Flysch			
7	Kalkalpen			
8	Donautal	h		i
9	Inntal			
10	Trauntal	f, g	e, g	
11	Seen			
	Linz	h		
	Österreich	a, j		

a ... Kronberger, B., Balas, M. und Prutsch, A., 2012. Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel

e ... Schmutz, S., et al., 2009. Wärmelastplan Traun- und Agersystem - Bewertung des fischökologischen Zustandes der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen

f ... Nachtnebel, H.P. und Haider, J. 2007. Hauptstudie zur Erstellung eines Wärmelastplanes für das oberösterreichische Traun-, Ager- und Vöcklagebiet

g ... Nachtnebel, H.P. et al., 2006. Vorstudie zur Erstellung einer Wärmebilanz und eines Wärmelastplanes für das Oberösterreichische Traun-Ager-System

h ... Amt der OÖ. Landesregierung, Wasserwirtschaft, Grund- und Trinkwasserwirtschaft, (April 2004). Grundwasserbewirtschaftung Linz – Hydrologische und thermische Ist-Situation (2003)

i ... AIT - Einfluss des Klimawandels auf Grundwasserressourcen: Anpassungsstrategien zur Entschärfung von Nutzungskonflikten zwischen Landwirtschaft und öffentlicher Wasserversorgung - AGRiWA

j ... Studie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und der Technischen Universität Wien. Anpassungsstrategien an den Klimawandel für Österreichs Wasserwirtschaft



Traun-Ager-Vöckla System Region 3 (Innviertel-Hausruck) und Region 10 (Trauntal)

IST-Zustand – Emittenten:







- In der **Traun** anthropogene Belastungen durch 14 Emittenten
- 6 Emittenten an der **Ager**
- 3 Emittenten/Beinflussungen an der **Vöckla**
- 7 große Kläranlagen (zw. 50.000 und 160.000 EW) im Einzugsgebiet der Traun

Literaturstellen: e, g



Traun-Ager-Vöckla System Region 3 (Innviertel-Hausruck) und Region 10 (Trauntal)

Zukünftige Auswirkungen:

- Fließstrecke von ca. 90 km - um im Sommer 1°C abzukühlen 
- **Ager** und **Vöckla** – Überlagerung der thermischen Emissionen, können bis zur Mündung in die Traun nicht abgebaut werden.
- Mit **steigendem Pegel** nehmen Parameter der organischen Belastungen und Nährstoffe zu. 
- Mit **sinkende Wassermengen** (geringere Niederschläge) und gleichbleibenden Emissionen < Verdünnungsrate und > Frachten. 
- **Starke Niederschläge** → Oberflächenerosionen und damit vermehrtem Schwebstoffeintrag (Phosphor und organisch gebundener Stickstoff) führen. 
- **Erhöhung der Wassertemperatur** chemischen, biologischen und biochemischen Prozessen laufen schneller und vollständiger ab. 
- **Sauerstoffgehalt der Gewässer** limitierender Faktor: zwei schädliche Extreme – Sauerstoffmangel und Sauerstoffübersättigung 

Literaturstellen: e, g

Linz - Region 8 (Donautal) Grundwasser – IST Situation



- 20 Grundwasser-Qualitätswerte hinsichtlich der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung **unauffällig**
- **Härte** und **Mangan-Gehalt** lassen auf geogene Zuordnung schließen
- Hartes (12-18°dH) bzw. sehr hartes Wasser (18-30°dH) durch donaugerichteten Grundwasserstrom (bei Bodenpassage von CO₂haltigen Niederschlagswässern, wird Kalzium gelöst.)
- **Mangan** (0,05 mg/l) ist linksufrig der Donau erhöht (reduzierende Wässer im ehemaligen Donaualtarm)
- **Chlorid und Sulfat** nur in Gebieten mit anthropogenen Einfluss erhöht (70-80 mg/l bzw. 35-51 mg/l).
- **Orthophosphat** allgemein steigender Trend.
- **Nitrat** überschreitet Schwellenwert (45 mg/l) im landwirtschaftlich genutzten Osten von Linz mit einem Mittelwert von 67 mg/l
- **Nitrit unterschreitet** den Grenzwert (0,1 mg/l) hingegen deutlich (0,01 mg/l bei er VÖEST)

Literaturstellen: h

Traun-Ager System Region 3 (Innviertel-Hausruck) und Region 10 (Trauntal)



	Fischregion		Anzahl der Fischarten		häufigste Fischart
			historisch	aktuell	
Traun	Hyporhithral/Epipotamal	Äschen/Barbenregion	28	21	Äsche
Ager	Hyporhithral/Epipotamal	Äschen/Barbenregion	8	17	Barbe

- Häufigste Arten **Äsche, Barbe, Flussbarsch und Aitel** - andere Arten nur durch Besatz
- **Erwärmung** der Gewässer um **1°C** → Verschiebung der Fischregionen um 0,3 FRI Einheiten nach oben.
- Lt. WRRL Verschiebung des FRI um 0,6 Einheiten → starke Verschlechterung des Gewässerzustandes.
- Äschenregion (FRI=5): mittlere Temp. 13,5°C
- Barbenregion (FRI=6): mittlere Temp. 17°C





Literaturstellen: e, g



Traun-Ager System

Region 3 (Innviertel-Hausruck) und Region 10 (Trauntal)

Zukunftsszenarien:

- Durch Temperaturerhöhung verschieben der Fischregion nach oben - Überschreitung der **Toleranzgrenze von 19°C** für Salmoniden 
- Hydromorphologisch - **Gewässer** nicht für wärmeliebende Tiere geeignet. 
- Wassererwärmung hat im Traun-Ager System zwei Ursachen
→ thermische Emissionen und Klimawandel 
- Beides beeinflusst Fischbiozöosen negativ
→ Verschiebung, Rückgang und Verschwinden einzelner Arten 

Literaturstellen: e, g



FAZIT

- Wenig Konkretes
- „Nur“ Temperaturaspekte behandelt keine Änderung in Quantität
- Oft Qualität mit Temperatur gekoppelt
- In 4 von 10 Studien werden die Themen „Gewässergüte“ und „Fischökologie“ (2) behandelt.
- Die Studien beziehen sich auf das **Traun-Ager-Vöckla System** (Region 3 – Innviertel, Hausruck und Region 10 – Trauntal) und die **Grundwassersituation der Stadt Linz** (Region 8 – Donautal).



FAZIT

- **Traun-Ager-Vöckla Gebiet** gefährdet
- **Defizite für die Fischbiozönose und Gewässergüte** (thermischen Emittenten) → Erwärmung durch Klimaveränderungen *beschleunigen* die **Konsens-Auslastung**.
- Klimaerwärmung → thermischen Emissionen über die Fließstrecke nicht abgebaut → **Wasserqualität** gefährdet.
- **Grundwasser der Stadt Linz** - *zahlreichen anthropogenen Belastungen*
- 50% des Grundwasserdargebotes werden durch Entnahmen genutzt.
- *Geringere Grundwasserneubildungsraten durch veränderte klimatische Bedingungen*, z.B. weniger Niederschläge → für die **Qualität des Grundwassers, Bedarfsdeckung** Trinkwasserbereitstellung und **Konsensdeckung** von Bedeutung.

ANHANG B

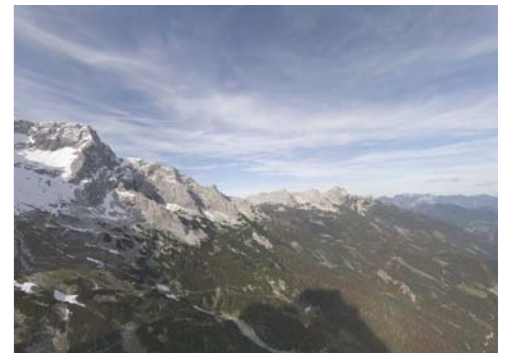
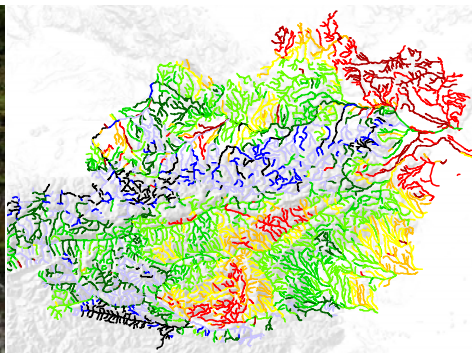
Folien des Workshops 2 – Problemfelder in den Regionen

FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

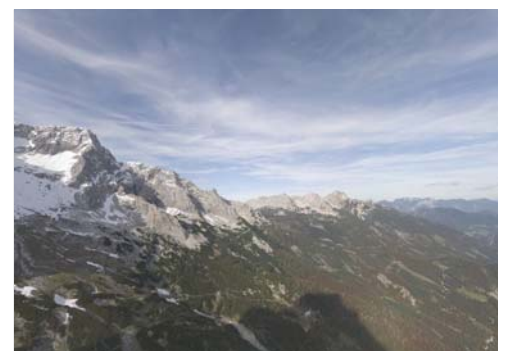
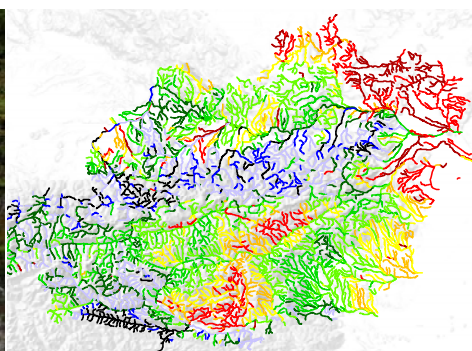
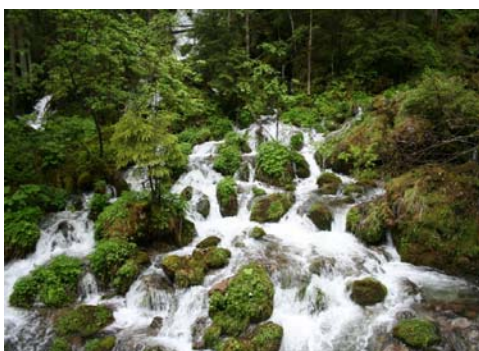
Klima-OÖ_Einführung_Klimamodell

Bearbeitung: SCHÖNER (ZAMG)

Darstellung der klimarelevanten Studien in regionalisierter Form für die Wasserwirtschaft in Oberösterreich

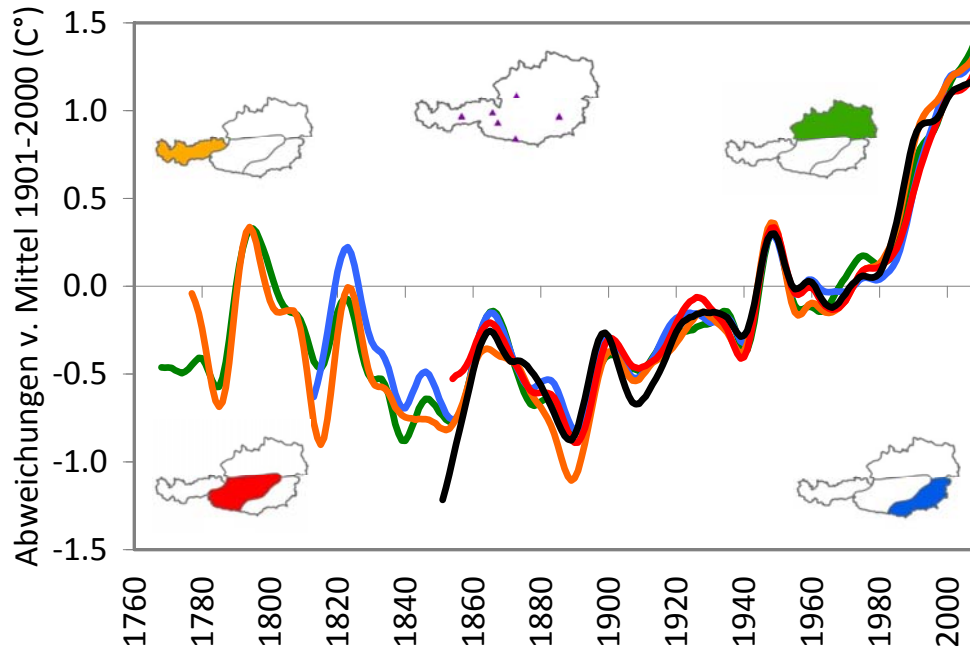


KLIMA W.Schöner, ZAMG

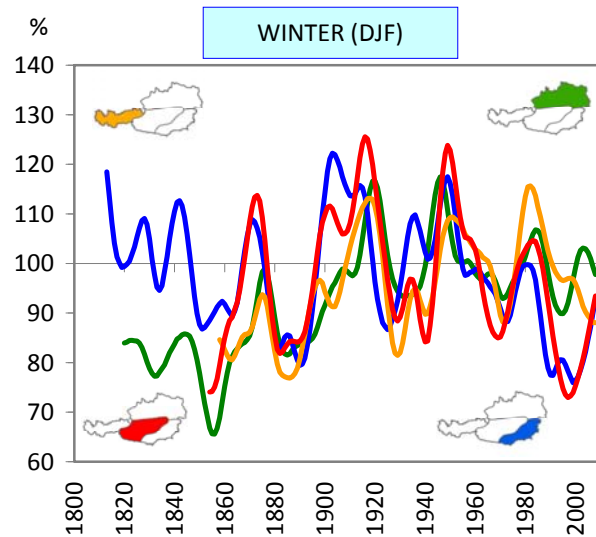
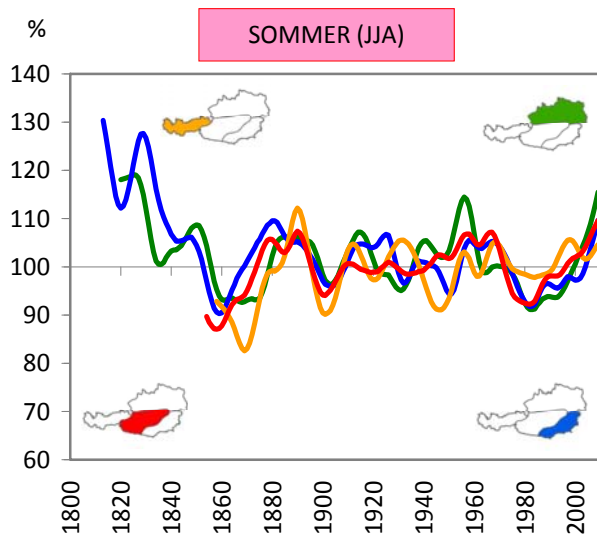




Temperatur:



Niederschlag:





Klima in den Studien für OÖ:

Trendfortschreibung bis 2020: Reaktion verschiedener Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässer

2xCO₂ (2070-2099):Wärmelastplan Traun-Ager, Nachtnebel 2007

Statist. Downscaling Matulla, 2007: Wärmelastplan Traun-Ager, Schmutzer 2009

ECHAM5 A1B - CLM C20 mit Vergleich Prudence Ensemble, ZAMG-TU Studie

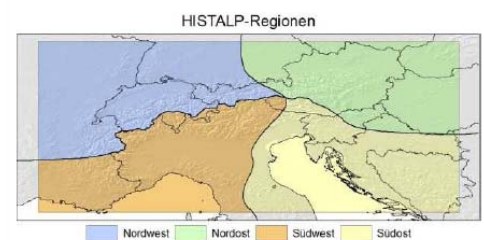
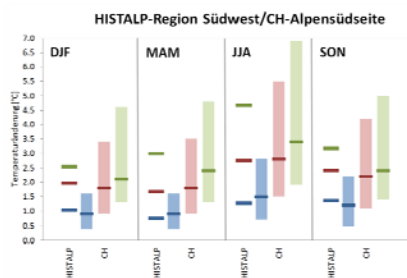
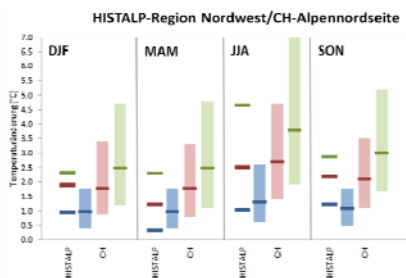
Übernahme von ZAMG-TU Studie: UBA, 2011

Keine Bezugnahme auf Klimaänderung: Rest

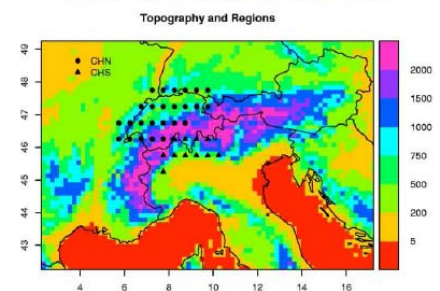
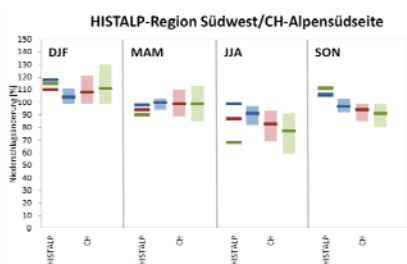
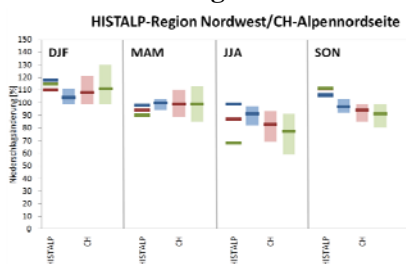


Zukunft:

Temperatur

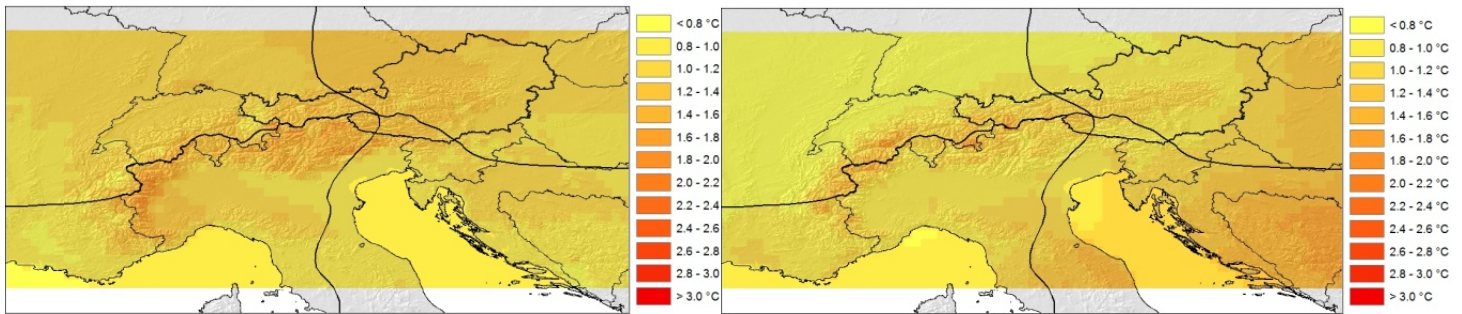


Niederschlag



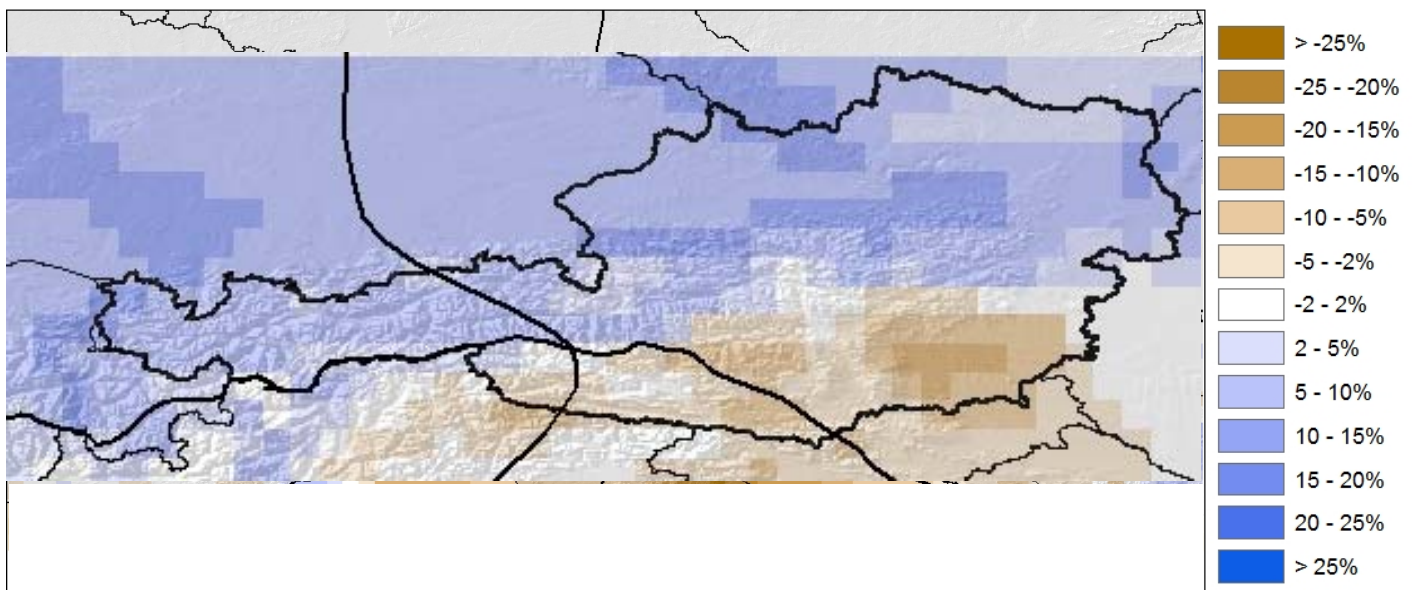
Zukunft: Temperatur im Winter (DJF) und Sommer (JJA)

2021-2050 im Vergleich zu 1976-2007
(Modell ECHAM5-CLM C20 A1B)



Zukunft: Niederschlag im Winter (DJF)

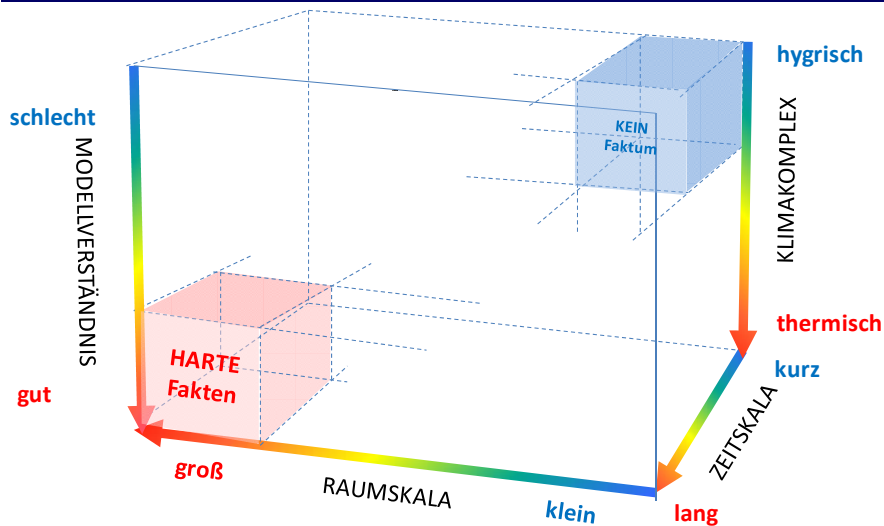
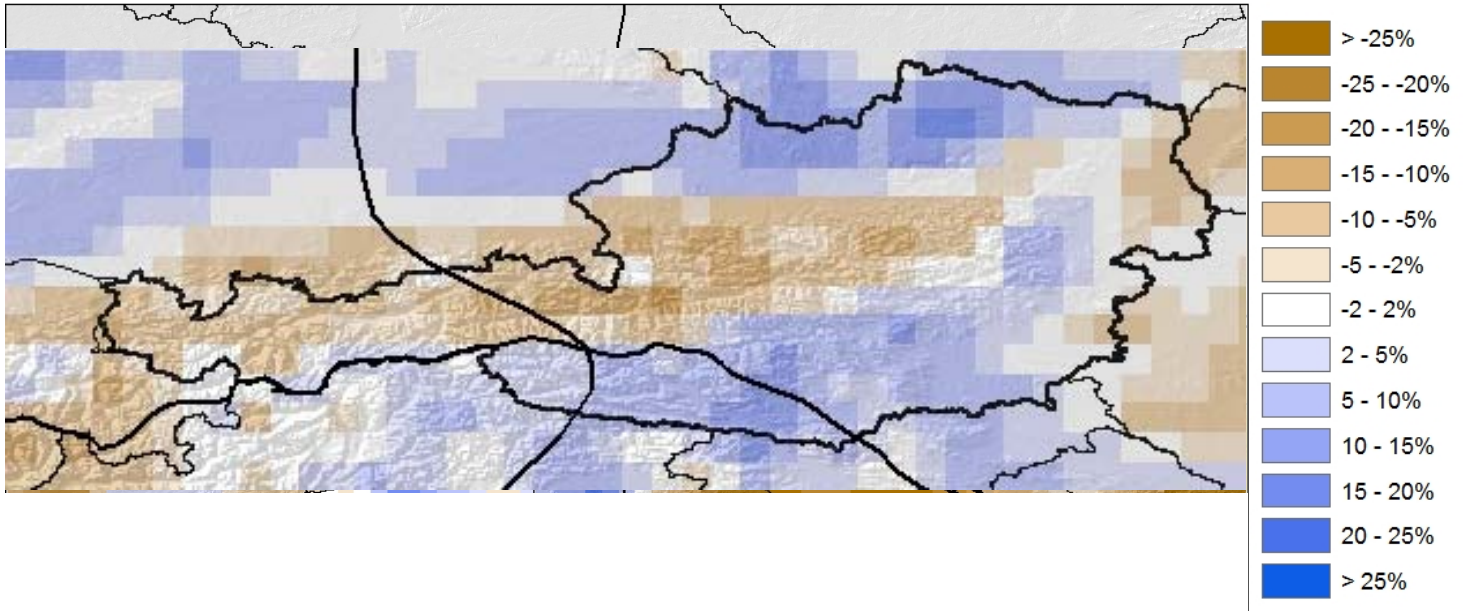
2021-2050 im Vergleich zu 1976-2007
(Modell ECHAM5-CLM C20 A1B)



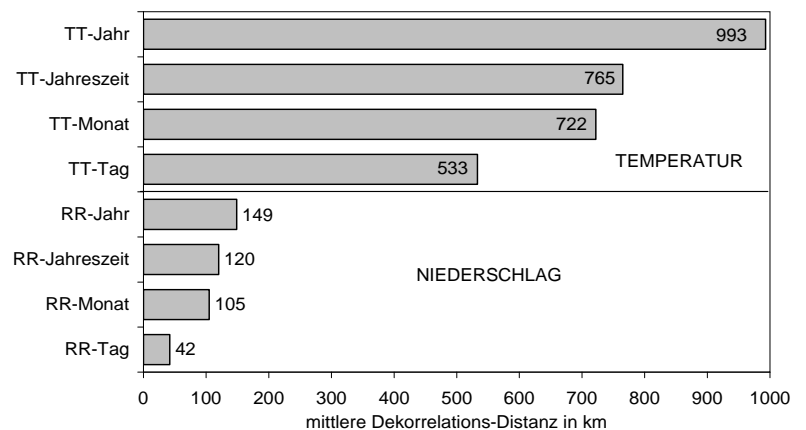
Zukunft: Niederschlag im Sommer (JJA)

2021-2050 im Vergleich zu 1976-2007

(Modell ECHAM5-CLM C20-A1B)



Unsicherheit:





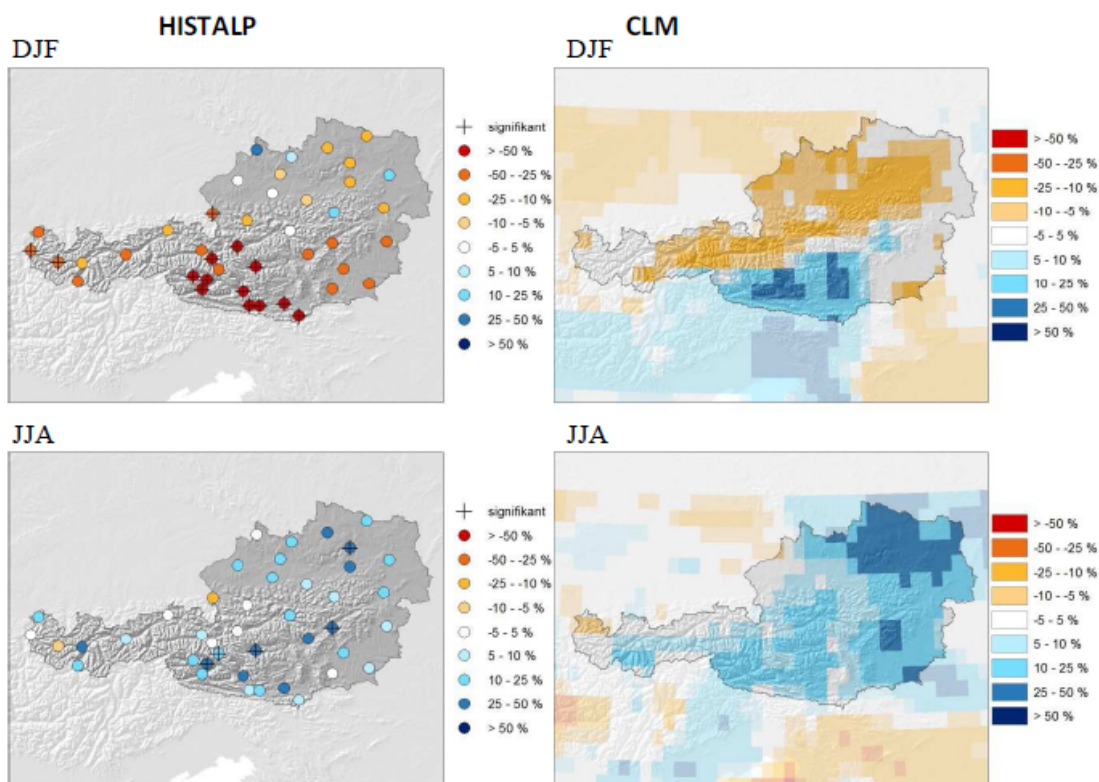
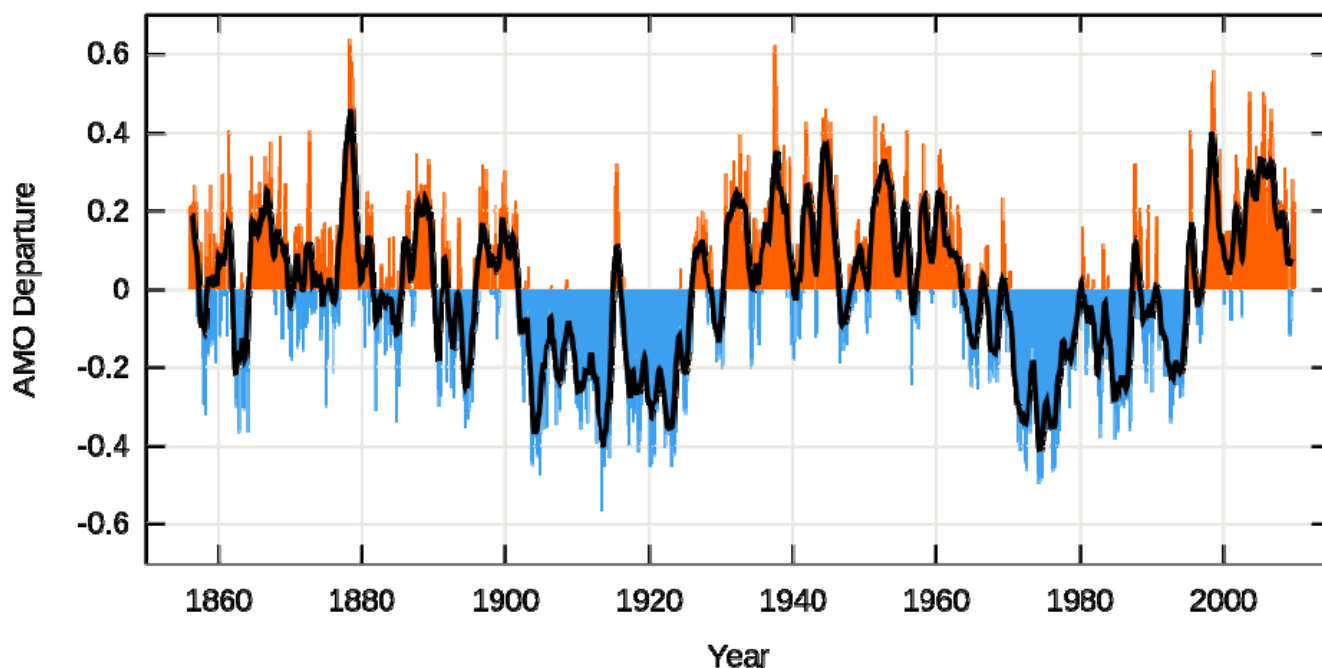
Unsicherheit:



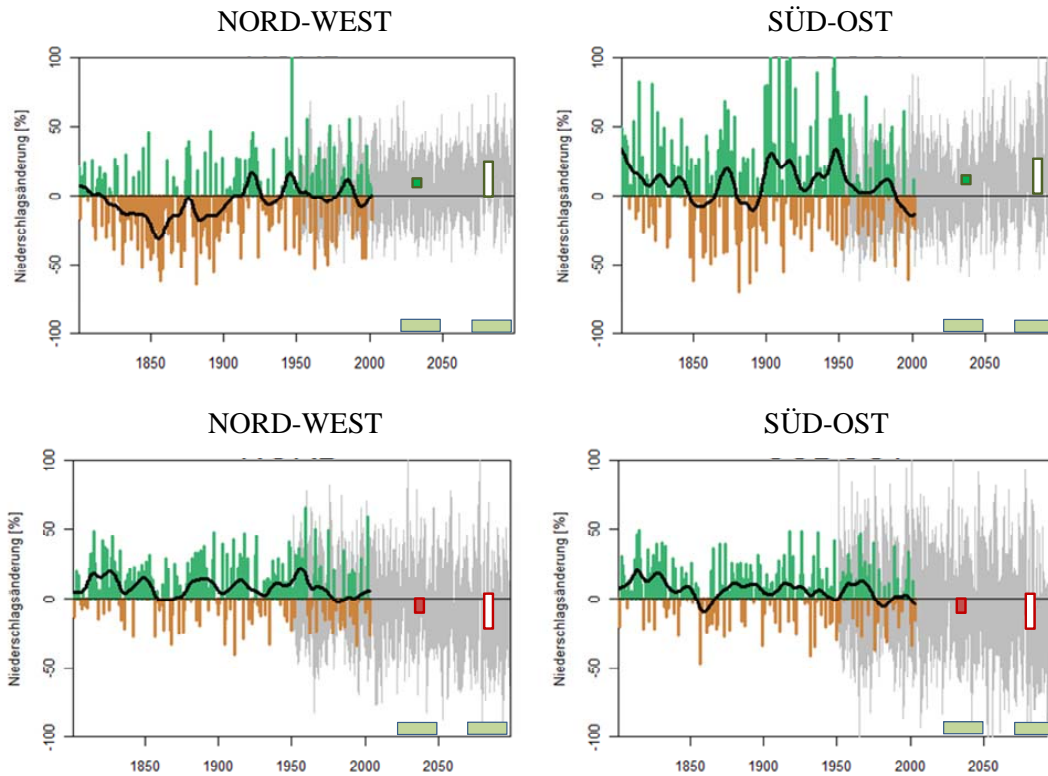
Situation in der Zukunft für OÖ Klima: Temperatur und Niederschlag

- *Die Lufttemperatur wird bis 2050 um ca. 1°C ansteigen, etwas stärker im Sommer etwas schwächer im Winter. Das wird einheitlich für OÖ sein.* 😊
- *Der Niederschlag wird im Winter zunehmen (ca. 10%), die Sommerniederschläge werden eher abnehmen.* 🤔?
- *Die Winterniederschläge werden am deutlichsten im Bereich Innviertel/Mühlviertel zunehmen, die Sommerniederschläge in den alpinen Regionen abnehmen in Mühlviertel und Innviertel noch zunehmen.* 😞

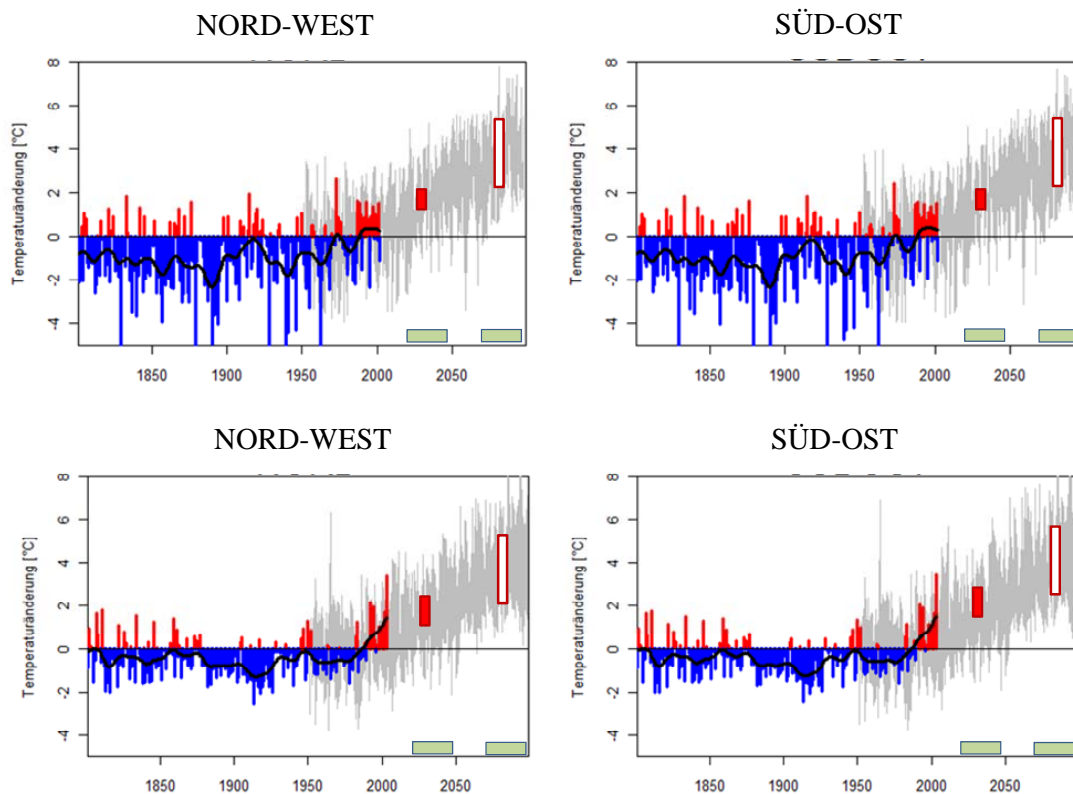
Monthly values for the AMO index, 1856 -2009



Neue Ergebnisse aus APCC:



Neue Ergebnisse aus APCC:

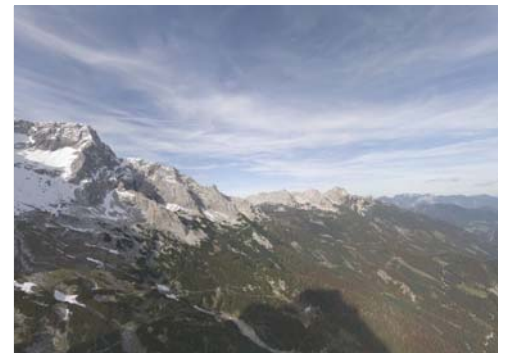
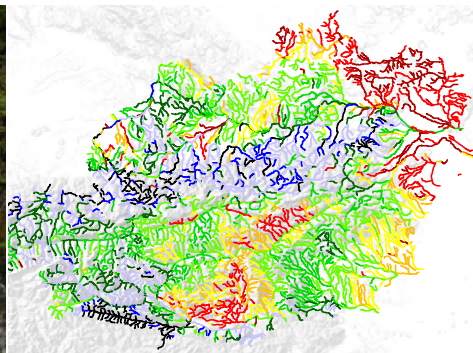


FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

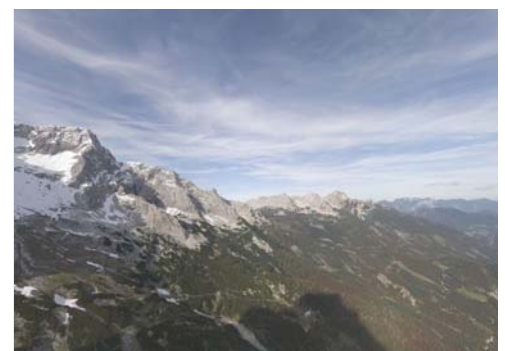
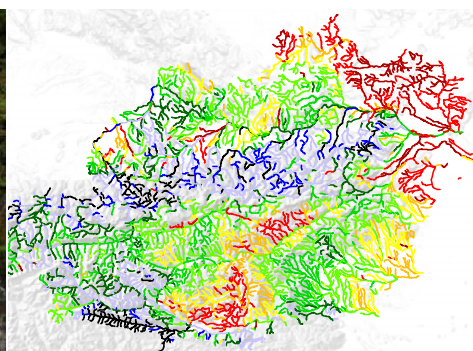
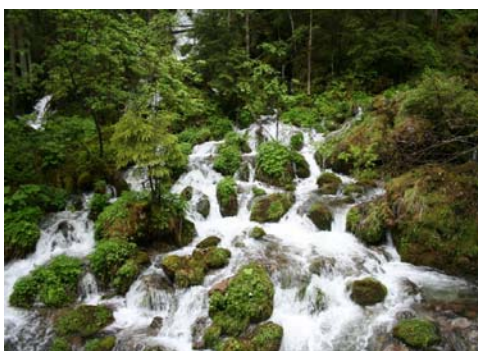
Klima-OÖ-Gletscher+Geschiebe+Permafrost

Bearbeitung: SCHÖNER (ZAMG)

Darstellung der klimarelevanten Studien in regionalisierter Form für die Wasserwirtschaft in Oberösterreich



GLETSCHER-PERMAFROST W.Schöner, ZAMG





Inhalt:

Geschiebepotential und Permafrost

- Abschätzung Erosionsflächenzunahme aus Permafroständerung bis 2021-2050 im Vergleich zu Gesamtflächen in den Einzugsgebieten

Gletscher

- Gletscherspende heute und zukünftig




Geschiebeführung

Relevante klimatische Einflussgrößen:

Starkniederschläge:

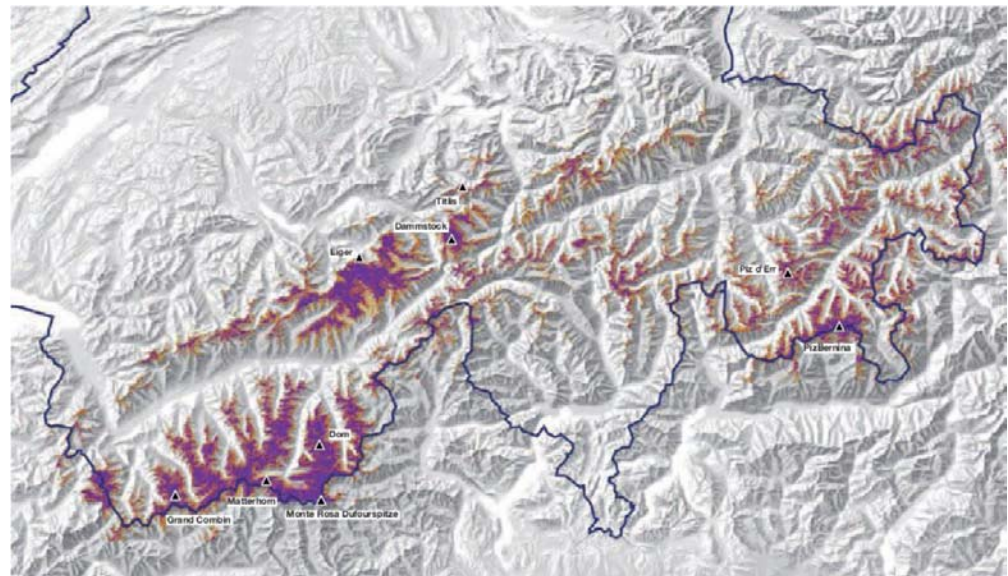
Die Klimamodelle lassen derzeit noch keine Aussagen über Veränderungen von Starkniederschlägen zu

Permafrostrückzug:

Auf Grund des Temperaturanstieges ist mit einem Rückzug des Permafrostes zu rechnen und damit einer Vergrößerung der erodierbaren Flächen. 

Permafrostverbreitung in den Alpen

Beispiel Schweiz



Legende: ■ Permafrost lokal möglich ■ Permafrost flächenhaft wahrscheinlich

Bommer et al., 2009

Permafrost in Österreich

Schätzung mit empirischen Modellen (Ebohon und Schrott, 2008)

Bundesland	Fläche (km ²)
Burgenland	0
Kärnten	74
Oberösterreich	0
Niederösterreich	1
Salzburg	92
Steiermark	1
Vorarlberg	16
Tirol	689
Wien	0
Österreich	873

Abschätzung Permafrostflächenrückzug

2021-2050 / 1976-2007

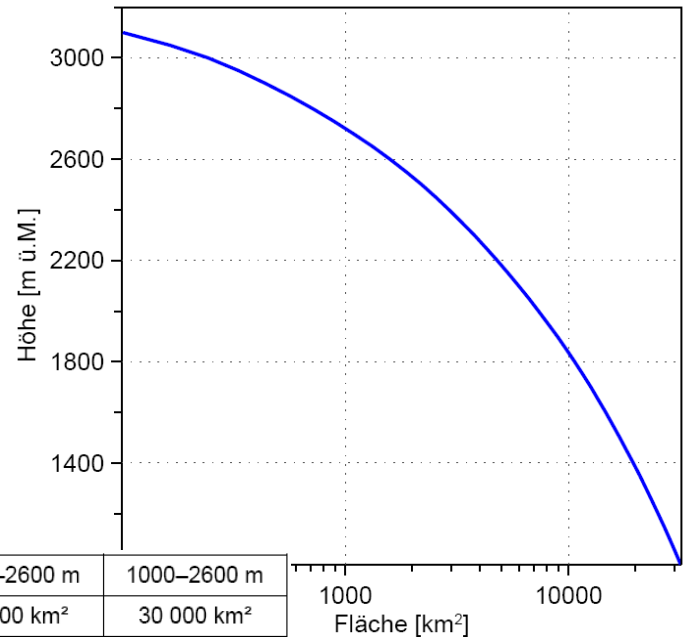
Permafrostuntergrenze heute:

ca. 2600m

Verschiebung: 150m/°C

Temperatursignal bis 2021-2050:

$\Delta T = +1^\circ\text{C}$



Seehöhenbereich	2600–2750 m	1500–2600 m	1000–2600 m
Fläche	800 km ²	15 000 km ²	30 000 km ²
Wahrscheinliche Permafrostfläche	400 km ²		
Permafrostfläche bezogen auf Fläche 1500–2600 m	2,7%		
Permafrostfläche bezogen auf Fläche 1000–2600 m	1,3%		

Gletscher

- Hochwasser (GLOFs, Glacier Outburst Floods)
- Abflussbeitrag (Gletscherspende)
- Geschiebepotential und Schwebstofffracht
- Wassertemperatur der Flüsse

Inventar der Gletscher Österreichs

Zustand 1998 und Vergleich zu 1969

Gesamtfläche	470 km ²
geschätztes Volumen	17.4 km ³
Flächenänderung 1998-1969	-17.1 %
Volumenänderung 1998-1969	-4.9 km ³
WW bezogen auf die Fläche von Österreich	ca. 58 mm
Mittlerer Abflussbeitrag pro Jahr	ca 2 mm/Jahr
Verhältnis des Abflussbeitrages zum Niederschlag	0.2% von mittl. Jahresniederschlag

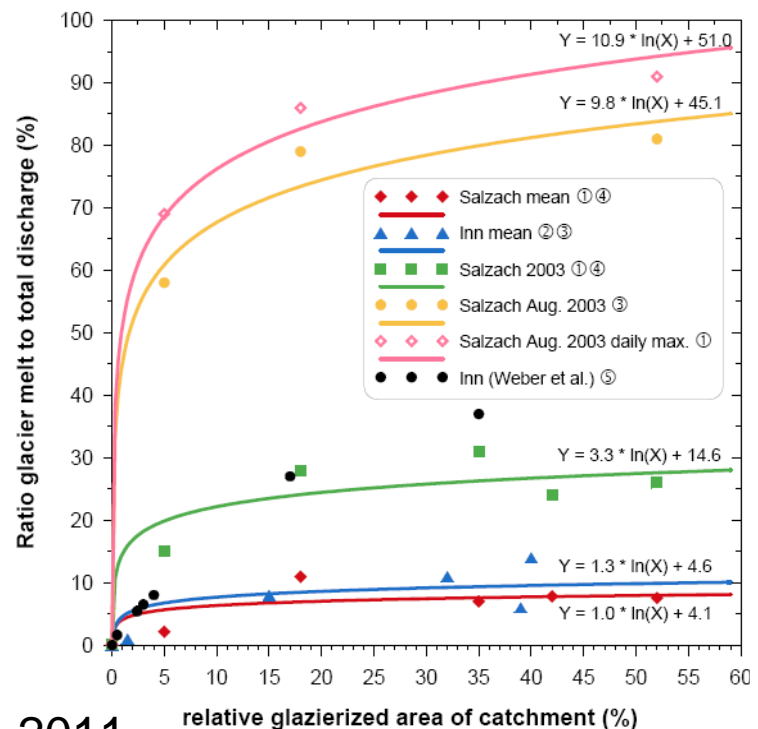
Lambrecht und Kuhn, 2007

Anteil der Gletscher am Abfluss

Anteil der Vergletscherung im Einzugsgebiet zu Anteil des Gletscherabflusses am Gesamtabfluss

Gebiete:

Inn, Salzach



Koboltschnig and Schöner, 2011

unter Verwendung aller verfügbarer Studien für Österreich



Dachsteingletscher schmelzen rascher

Die Dachsteingletscher sind im letzten Jahr in einem Rekordtempo geschmolzen. Neben der landschaftlichen Veränderung kann durch den Rückzug der Gletscher auch weniger Energie aus Wasserkraft gewonnen werden.

Soviel Masse haben die Gletscher auf dem Dachsteinmassiv noch nie in einem Jahr verloren. 2011 waren es alleine im oberösterreichischen Teil

sechs
Badev

Eigentlich würde man meinen, dass die Energiegewinnung aus Wasserkraft, durch die Wassermassen aus den schmelzenden Gletschern gefördert wird. Der Generaldirektor der Energie AG, Leo Windtner, erklärt aber, dass das Gegenteil der Fall ist: „Es erfolgt nicht mehr die Retention, also die Zurückhaltung des Wassers, sondern es kommt alles auf einmal. In diesen Mengen können wir das nicht nutzen und nachher, wenn wir es bräuchten, haben wir ein zu geringes Angebot.“

▶ OÖ-News

▶ Radio OÖ

▶ OÖ heute
On demand

▶ Landesstudio
Kontakt



Situation in der Zukunft:

- *Weitere Rückzug des Permafrostes auf Grund des Temperaturanstiegs (harte Aussage).*
- *Lokal kann das Geschiebepotential auf Grund des Permafrostrückganges ansteigen (mittelharte Aussage).*
- *Für die Vergangenheit ist aus den beobachteten Niederschlagsmessungen keine Änderung der Starkniederschläge in Folge des Klimawandels feststellbar (harte Aussage).*





Situation in der Zukunft:

- *Bis 2050 weiterhin mit einem deutlichen Rückgang der Gletscher zu rechnen (harte Aussage).*
- *Im unmittelbaren Einflussbereich ist bis ca. 2050 mit einem Anstieg der Sommerabflüsse in Folge verstärkter Gletscherschmelze zu rechnen. In größeren Einzugsgebieten spielen die Gletscher nur in Trockenjahren für den Abfluss eine Rolle (harte Aussage).*



FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

Klima-OÖ_Hochwasser+Wasserdargebot+Niederwasser
+Wasserkraft

Bearbeitung: BLÖSCHL (TU-WIEN)

Situation in der Zukunft

Im Innviertel, Mühlviertel und Umgebung:

- Hochwasser werden sich vermutlich stärker in den Winter verschieben
- Hochwasser werden vermutlich etwas größer werden

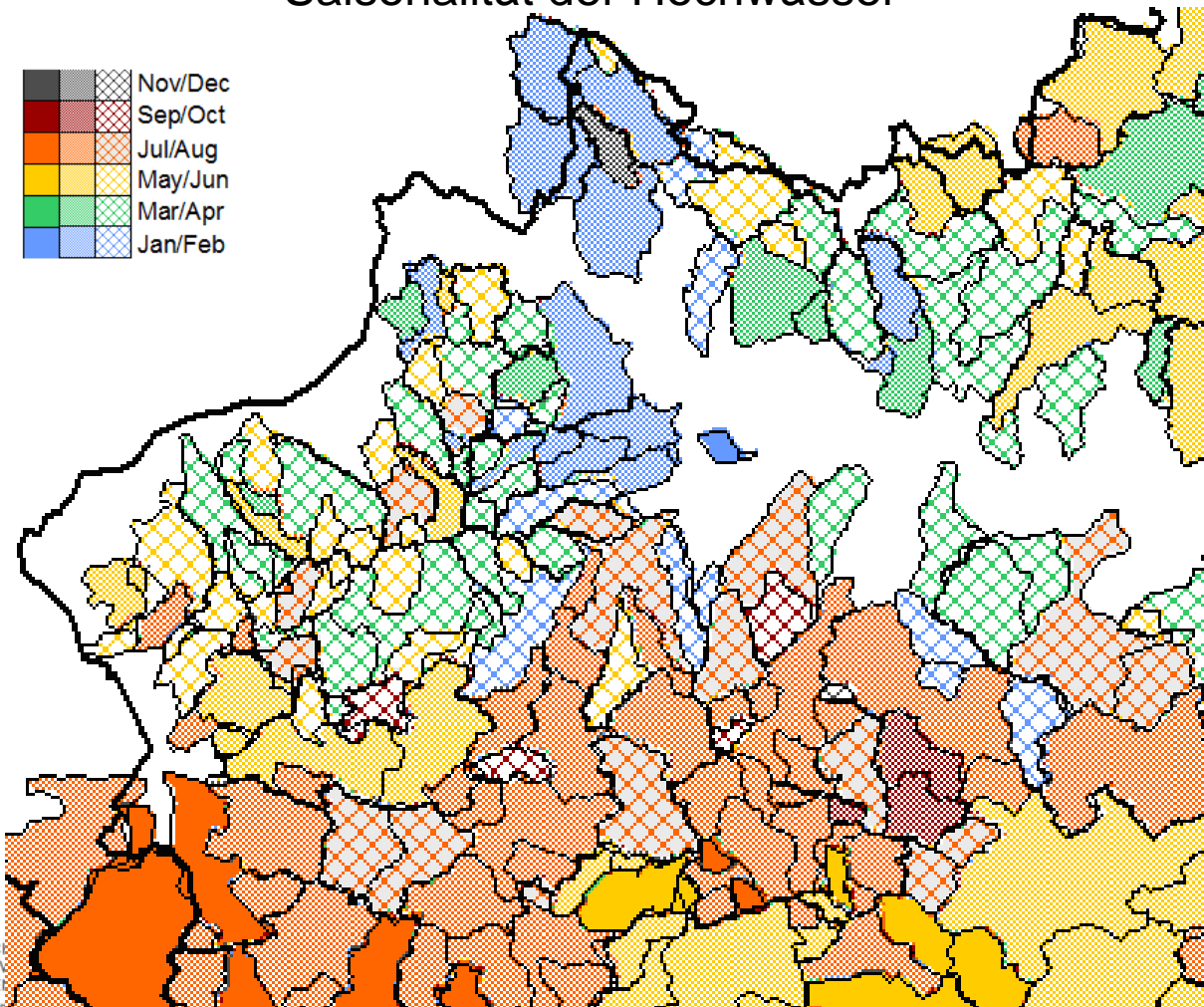
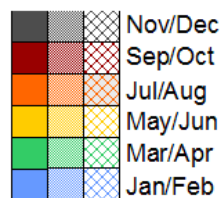


In anderen Regionen:

- Hochwasser werden vermutlich etwas früher auftreten
- Hochwasser werden möglicherweise etwas größer werden.



Saisonalität der Hochwässer





Mögliche Probleme

Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (mittelhart) 🤔

Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (mittelhart) 🤔

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (weich) 😞

Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> teilweise Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (weich) 😞

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (mittelhart) 🤔

Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (mittelhart) 🤔

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (weich) 😞

Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> teilweise Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (weich) 😞

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwässer werden vermutlich etwas größer und häufiger werden. (weich) 😞

Mehr Winter-/ Frühjahrshochwässer -> teilweise Regen auf Schnee wegen höherer Temperatur. (weich) 😞

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
 - in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
 - in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.

Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (weich) 😞

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
 - in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
 - in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.

Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen.
Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (weich)



Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

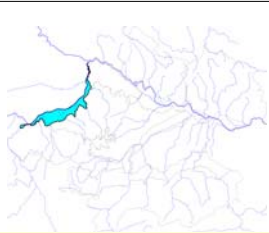
Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.

Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen.
Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (weich)



Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.

Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (weich) 😞

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
 - in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
 - in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Mögliche Probleme

Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.


Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (weich) 😞

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
 - in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
 - in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer

Mögliche Probleme

Hochwasserverhalten unklar, da es von der zukünftigen Entwicklung des Niederschlagsregimes abhängt.

Eine Zunahme der Hochwässer ist nicht auszuschließen. Möglicherweise mehr Frühjahrshochwässer. (weich) 

Belege: ZAMG/TU Wien Studie:

- Monte Carlo Simulationen
- Saisonalität der Hochwässer (Winter)
- Trends beobachteter Hochwässer: Hochwässer werden größer - vor allem im Winter
 - in den letzten 30 Jahren Zunahme der Winterhochwässer
 - in den letzten 30 Jahren weniger deutliche Zunahme der Sommerhochwässer



Situation in der Zukunft

Möglicherweise Zunahme des Abflusses im Winter und Abnahme im Sommer (Szenarien)



Abfluss im östlichen Mühlviertel besonders empfindlich auf Änderung des Niederschlages und der Lufttemperatur (Elastizität)



Jahresmaximums des Abflussregimes verschiebt sich vermutlich Richtung Jahresanfang wegen Schneeschmelze



Wasserdargebot

Region 1: westliches Mühlviertel, Sauwald

Mögliche Probleme

a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)



b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)

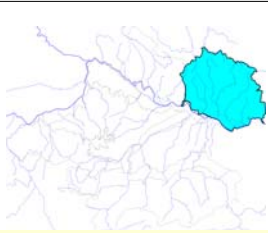


Belege:

a) Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)

b) ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



Mögliche Probleme

- Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)
- Abfluss besonders empfindlich auf Änderungen des Niederschlages und der Lufttemperatur. (hart)



Belege:

- Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- ZAMG/TU Wien Studie:
 - Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



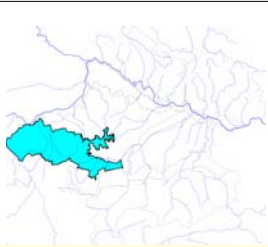
Mögliche Probleme

- Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)



Belege:

- Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- ZAMG/TU Wien Studie:
 - Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



Mögliche Probleme

- Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)



Belege:

- Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- ZAMG/TU Wien Studie:
 - Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



Mögliche Probleme

- Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)





Belege:

- Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- ZAMG/TU Wien Studie:
 - Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



Mögliche Probleme



- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart) 
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich) 

Belege:

- a) Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- b) ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time

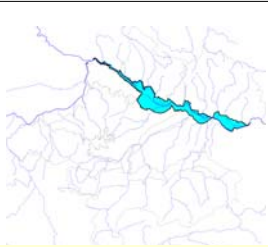


Mögliche Probleme

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart) 
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich) 

Belege:

- a) Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- b) ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



Mögliche Probleme

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)



Belege:

- a) Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- b) ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



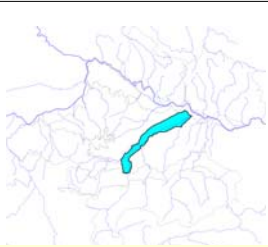
Mögliche Probleme

- a) Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- b) Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)



Belege:

- a) Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- b) ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time



Mögliche Probleme

- Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)



Belege:

- Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- ZAMG/TU Wien Studie:
 - Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time

Mögliche Probleme

- Jahresmaxima des Abflussregimes verschiebt sich weiter Richtung Jahresanfang. (mittelhart)
- Möglicherweise eine Zunahme der Abflüsse im Winter und Abnahme im Sommer. (weich)



Belege:

- Wimmer et al. 2011: Verschiebung des Abflussregimes von den 70iger Jahren auf 2000 (Trend dürfte sich wegen Temperaturzunahme fortsetzen)
- ZAMG/TU Wien Studie:
 - Trendanalyse, - Szenarienrechnungen, - Elastizität, - Space for Time

Situation in der Zukunft

Vermutlich Zunahme des Niederwasserdurchflusses
in hohen Lagen (Kalkalpen)



Vermutlich Abnahme des Niederwasserdurchflusses
in niederen Lagen (andere Regionen)



Niederwasserdurchfluss im östlichen Mühlviertel
besonders empfindlich auf Änderung des
Niederschlages und der Lufttemperatur





Niederwasser

Region 1: westliches Mühlviertel, Sauwald

Mögliche Probleme

Vermutlich Abnahme des Q95 (mittelhart) und Abnahme im Sommer. (weich)



Belege:

ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
- Szenarien des Q95



Niederwasser

Region 2: östliches Mühlviertel

Mögliche Probleme

Niederwasserdurchfluss besonders empfindlich auf Änderung des Niederschlages und Temperatur (hart)
Vermutlich Abnahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
- Szenarien des Q95



Mögliche Probleme

Vermutlich Abnahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95



Mögliche Probleme

Vermutlich Abnahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95



Mögliche Probleme

Vermutlich Abnahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95



Mögliche Probleme

Möglicherweise Zunahme des Q95 (weich)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95



Mögliche Probleme

Vermutlich geringe Zunahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95



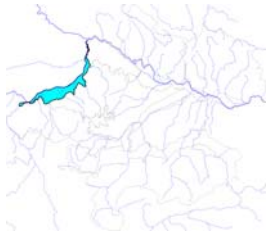
Mögliche Probleme

Vermutlich geringe Zunahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95



Mögliche Probleme

Vermutlich geringe Zunahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95



Mögliche Probleme

Vermutlich geringe Zunahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

- ZAMG/TU Wien Studie:
- Trendanalyse des Q95
 - Szenarien des Q95

Mögliche Probleme

Vermutlich geringe Zunahme des Q95 (mittelhart)



Belege:

ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse des Q95
- Szenarien des Q95

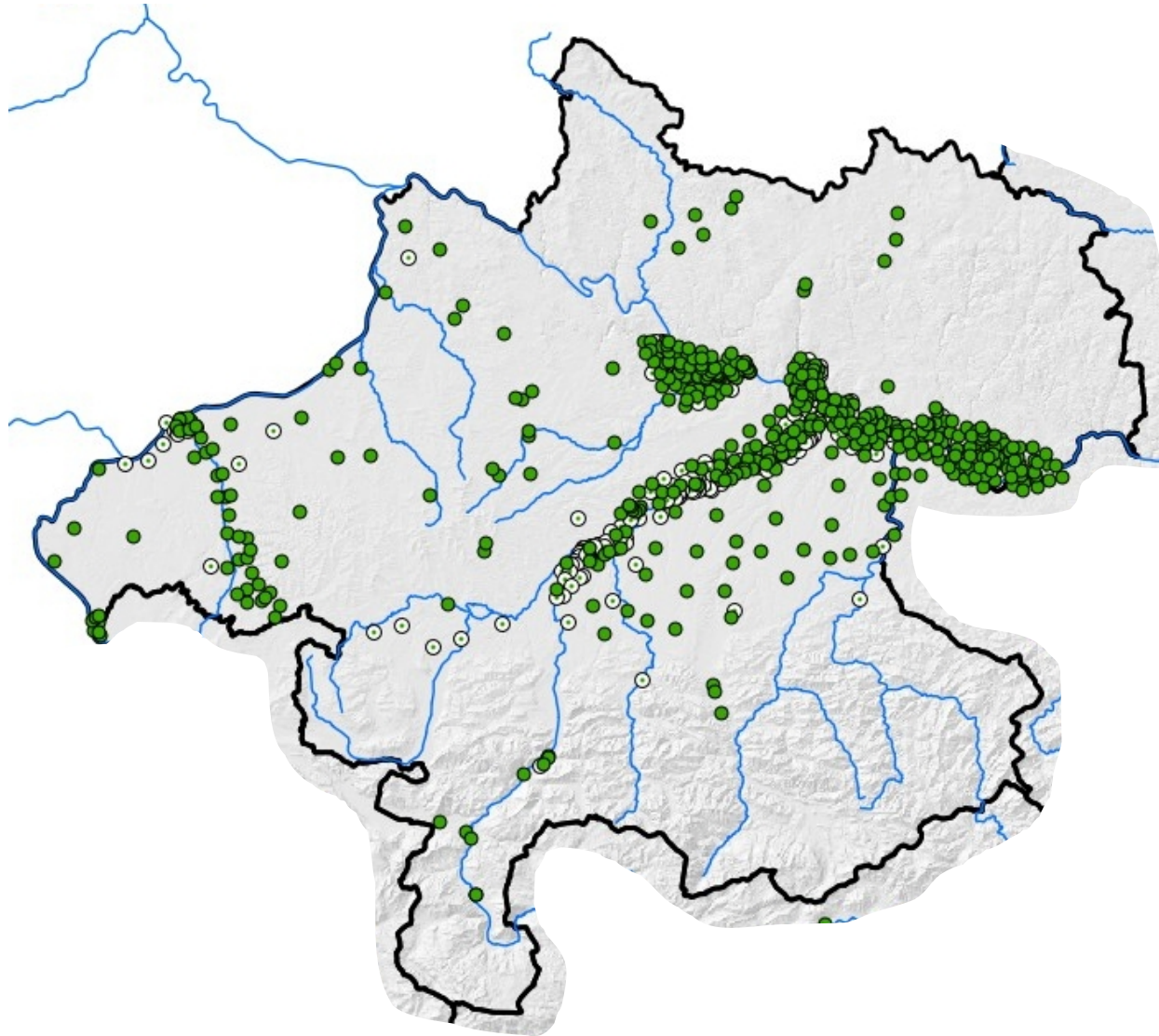
FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

Klima-OÖ_ Grundwasser

Bearbeitung: BLASCHKE (TU-WIEN)

Grundwasserquantität

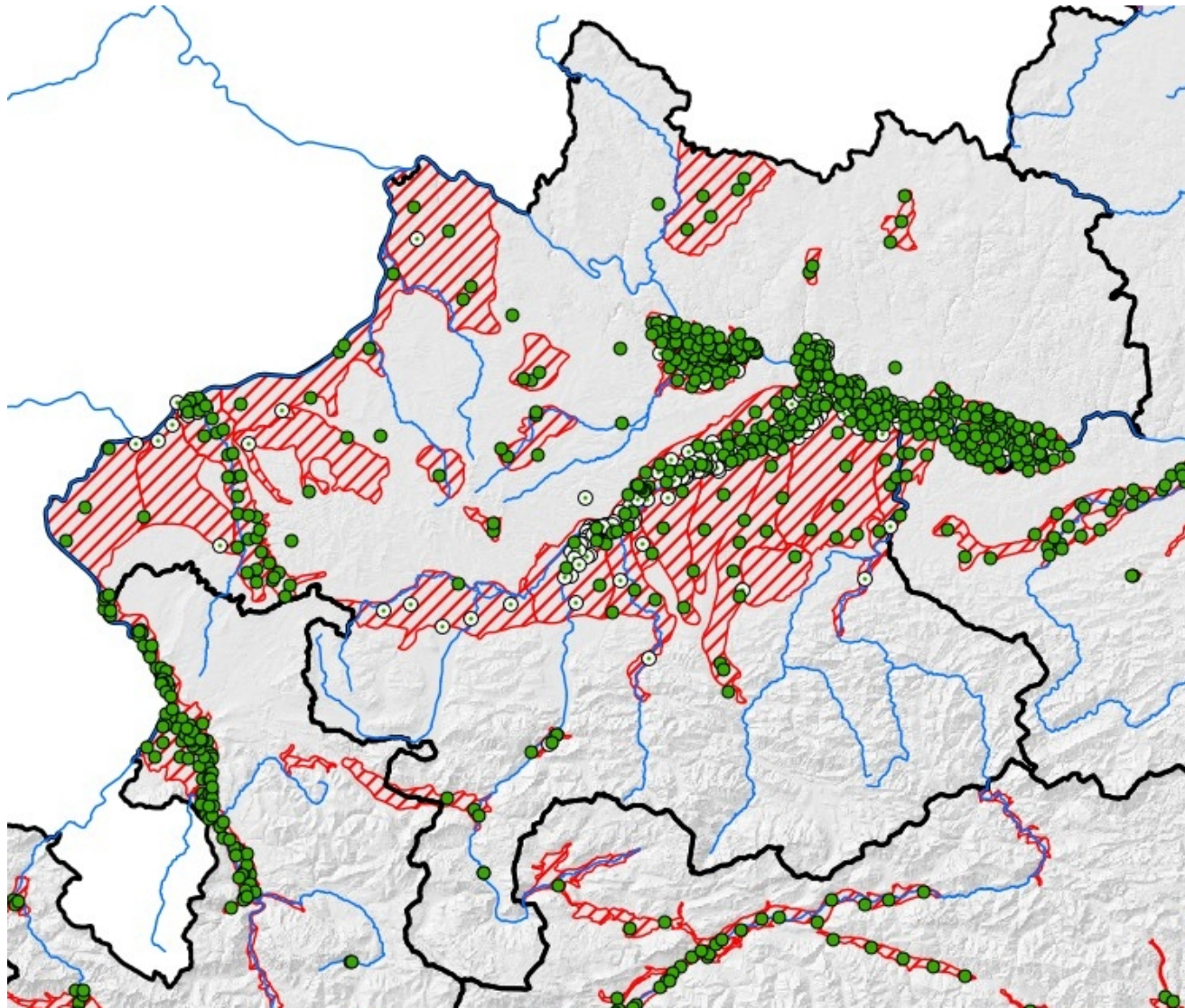
Grundwassermessstellen



die Trends bei aufeinander folgende Dekaden zeigen häufig entgegengesetzte Trends (harte Aussage)

Grundwasserquantität

Grundwassermessstellen

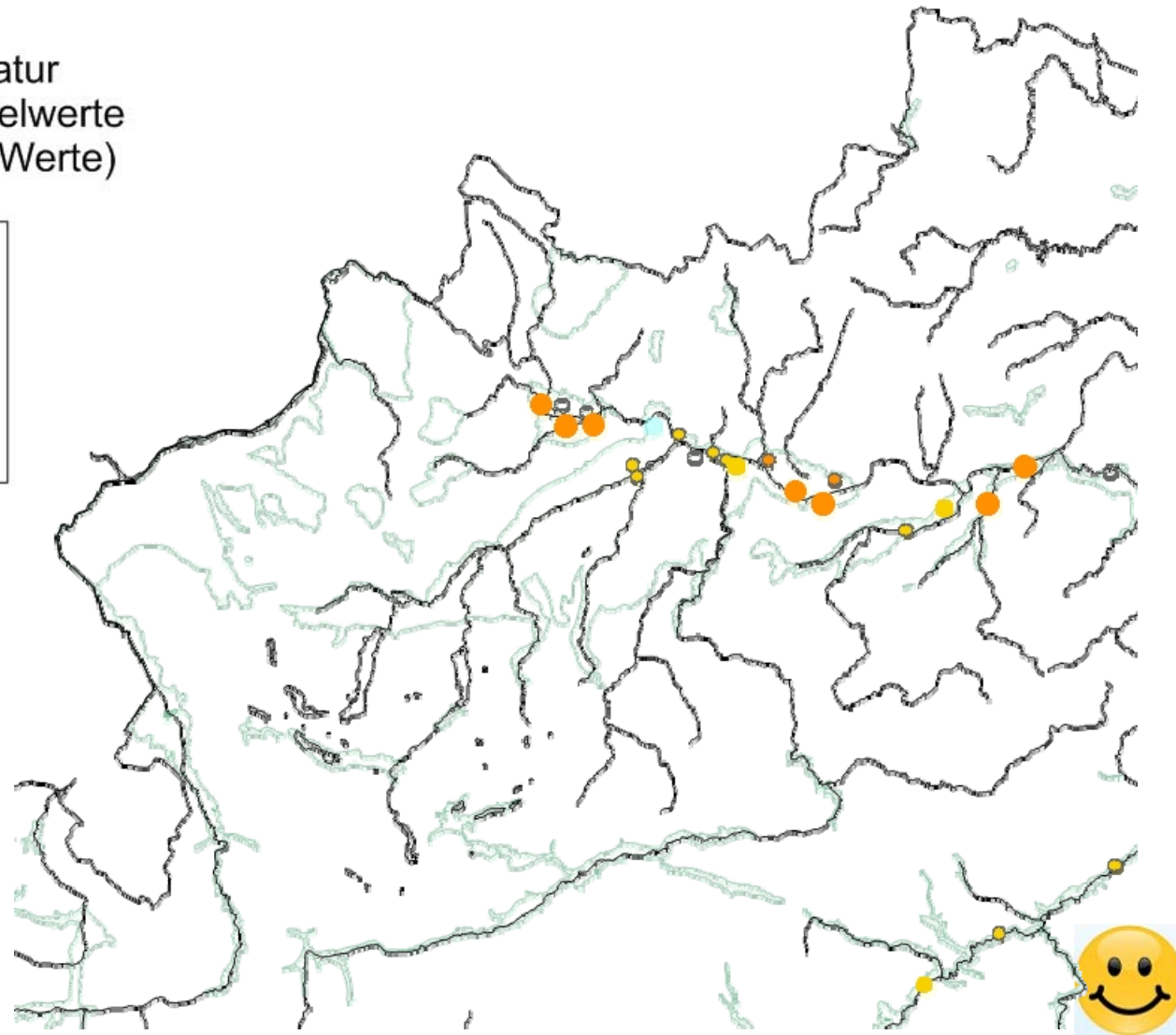
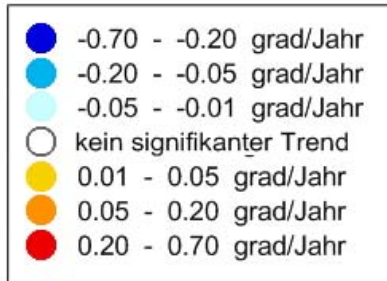


In vielen Grundwassergebieten wenige Messstellen bzw. längere Messreihen

Grundwasserquantität

Grundwassermessstellen - Temperatur

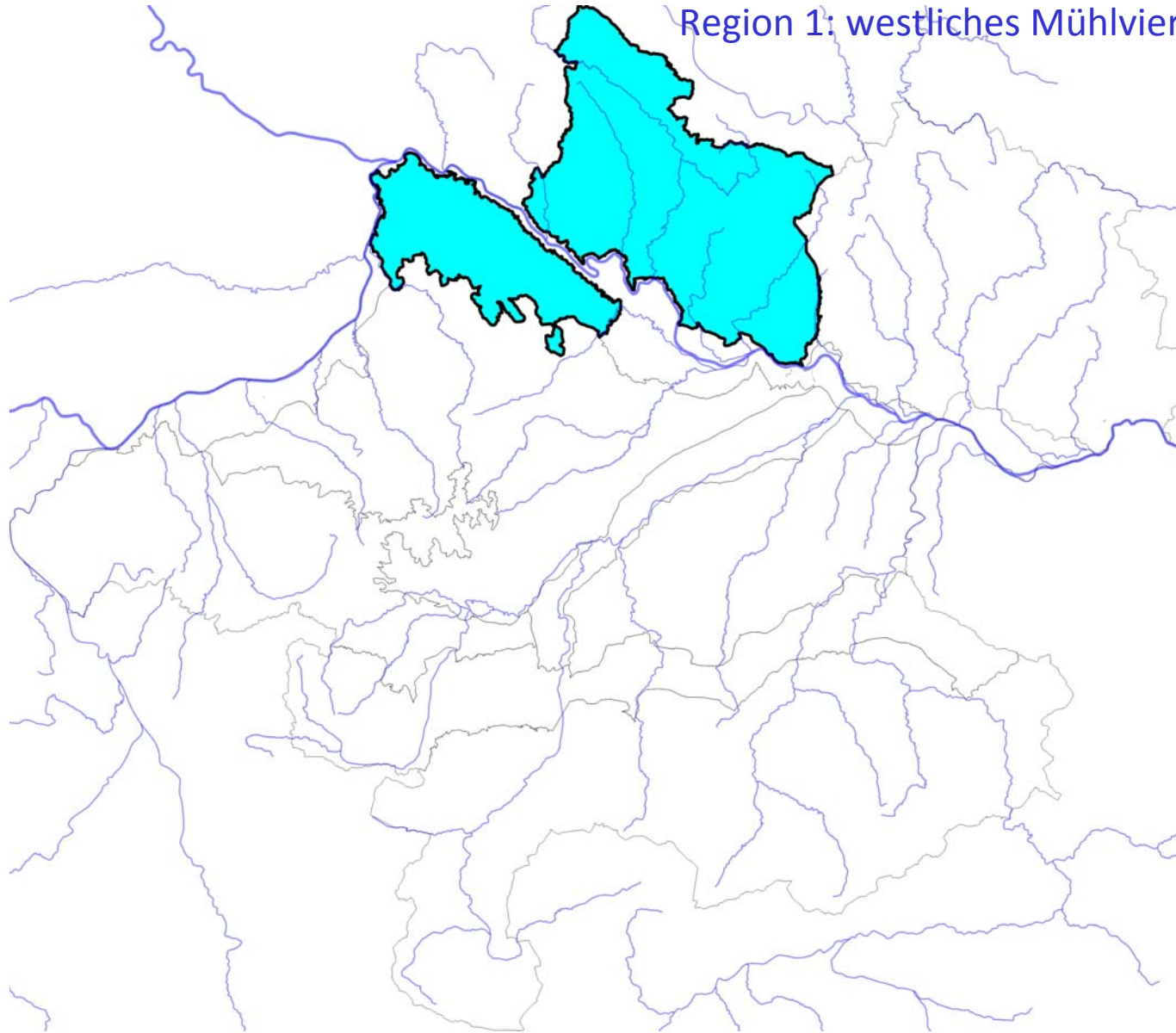
Grundwassertemperatur
Trend der Jahresmittelwerte
1976 - 2006 (min 10 Werte)



Alle Grundwassertemperaturmessstellen zeigten in den letzten 30 Jahren einen steigenden Trend (harte Aussage)

Grundwasser

Region 1: westliches Mühlviertel, Sauwald





Grundwasser

Region 1: westliches Mühlviertel, Sauwald



Veränderung zum Ist-Zustand positiv



Trinkwasser – Uferfiltrat häufiger beeinflusst

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Verschiebung des Niederschlages (+5 bis +12%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.

Leichte Zunahme der mittleren Abflüsse. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.

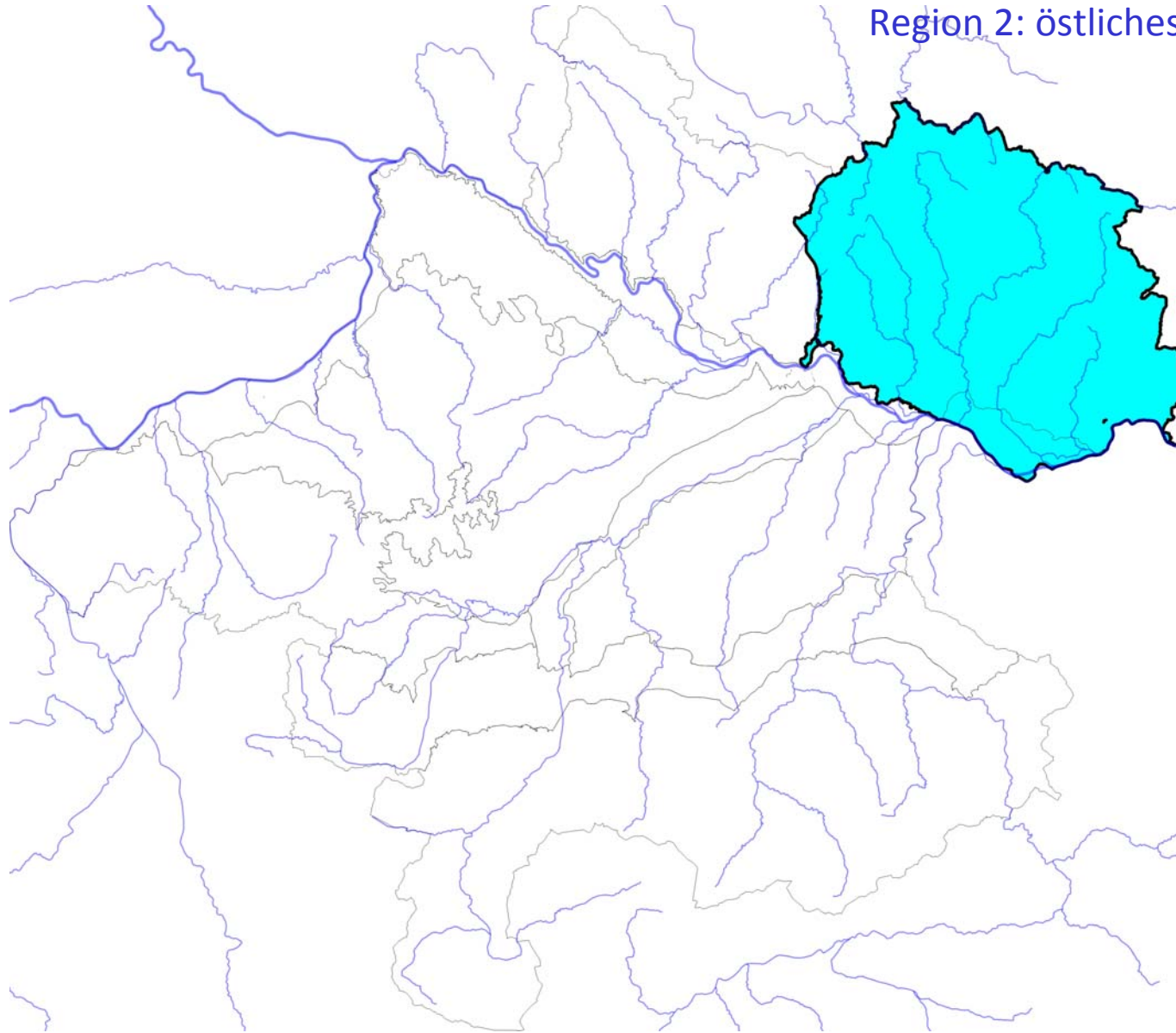


ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser

Grundwasser

Region 2: östliches Mühlviertel





Grundwasser

Region 2: östliches Mühlviertel



Veränderung zum Ist-Zustand positiv



Trinkwasser – Uferfiltrat häufiger beeinflusst

Freistädter Becken - fraglich ob Veränderungen positiv wirken

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Verschiebung des Niederschlages (+5 bis +12%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.

Leichte Zunahme der mittleren Abflüsse. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.

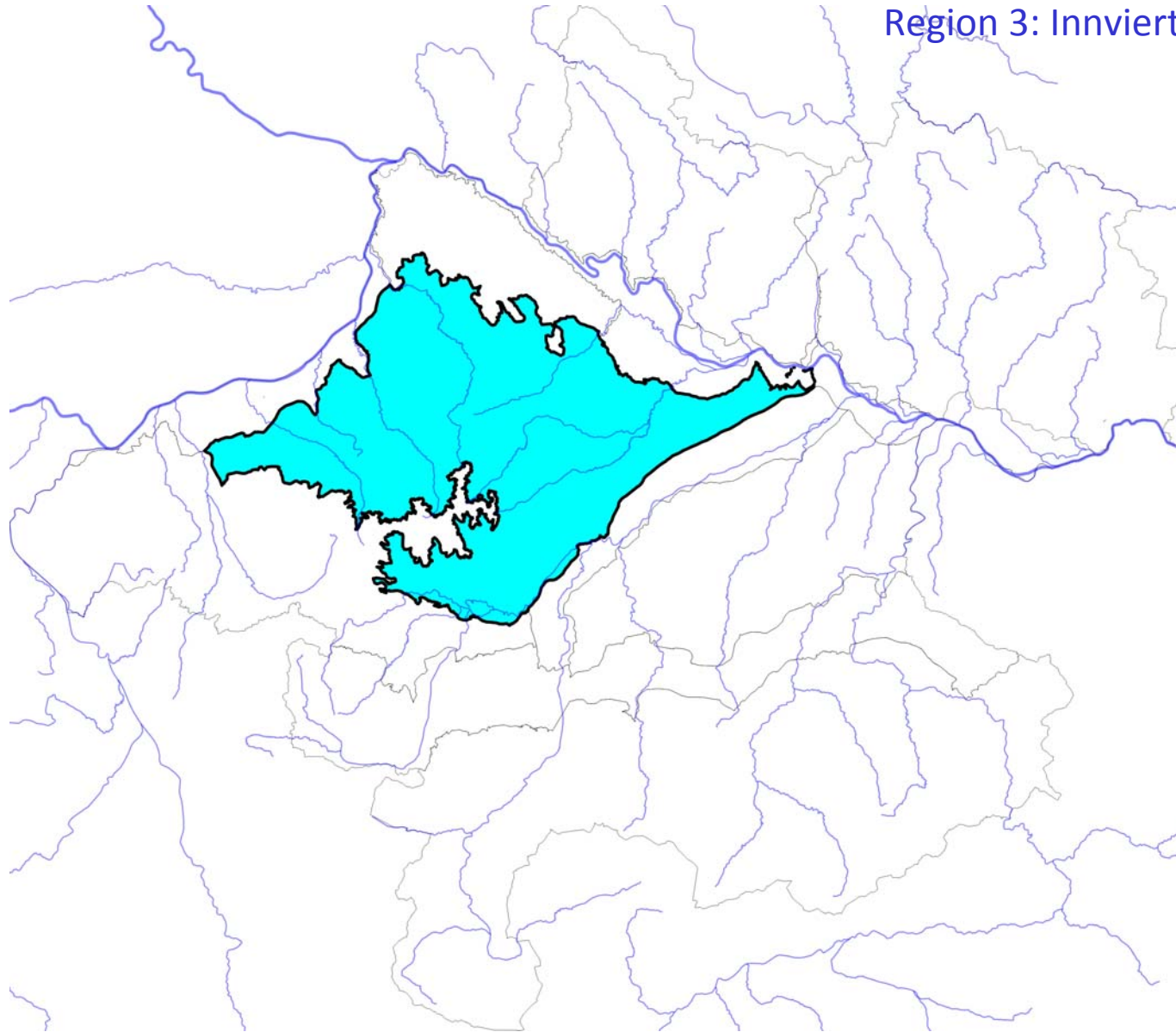


ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser

Grundwasser

Region 3: Innviertel, Hausruck





Grundwasser

Region 3: Innviertel, Hausruck



Veränderung zum Ist-Zustand positiv



Trinkwasser – Uferfiltrat häufiger beeinflusst

Zunahme an Bewässerungsbedarf

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Verschiebung des Niederschlages (+5 bis +12%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.

Leichte Zunahme der mittleren Abflüsse. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.



ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse

- Aussagen zu:

Niederschlagsentwicklung

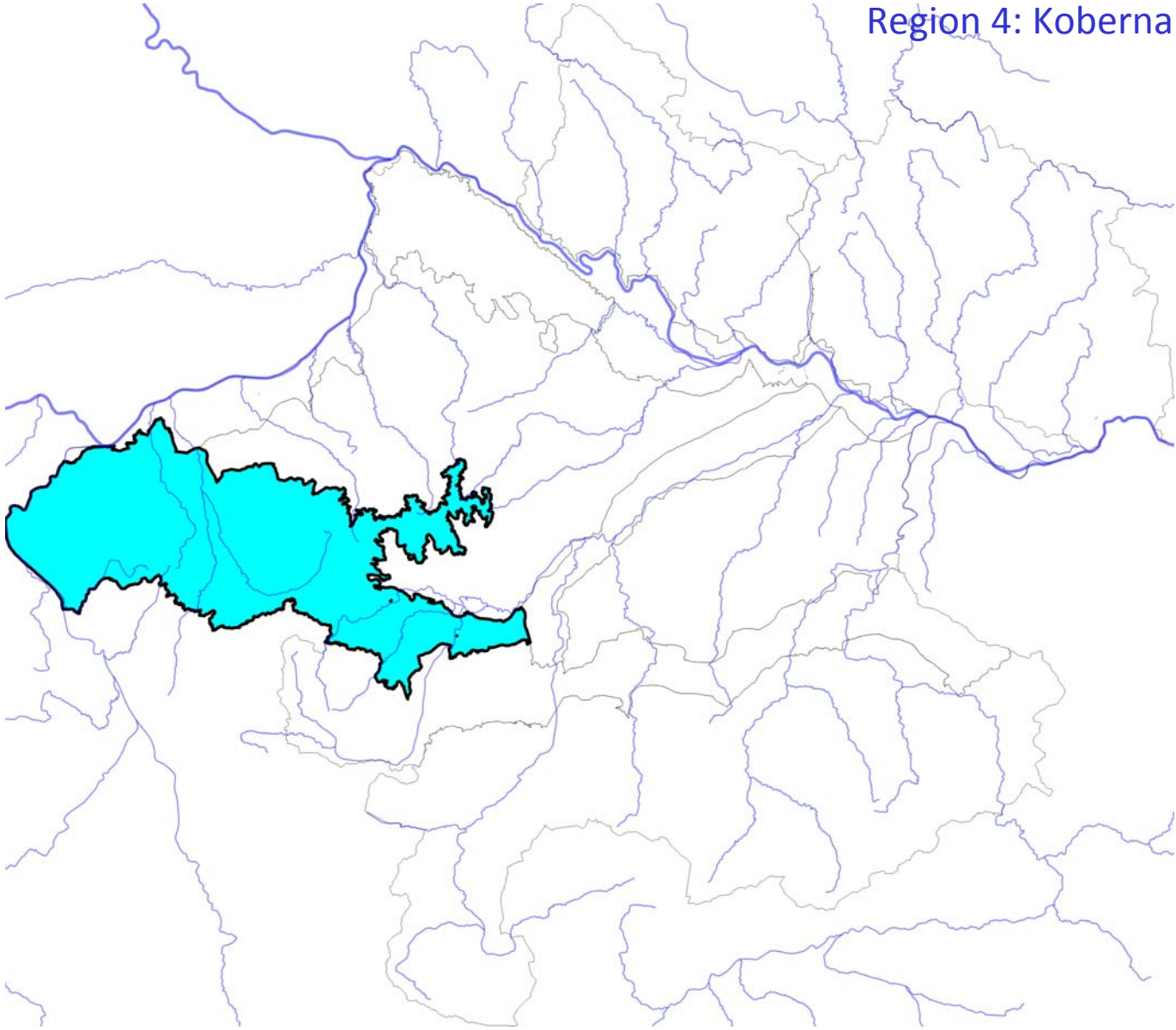
Temperaturentwicklung

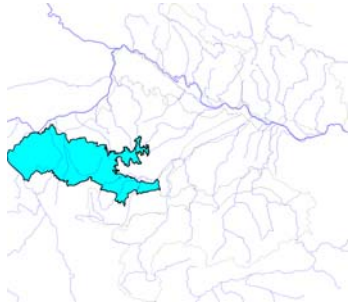
Wasserdargebot OG

Niederwasser

Grundwasser

Region 4: Kobernaußer Region





Grundwasser

Region 4: Kobernauber Region



Veränderung zum Ist-Zustand positiv



Trinkwasser – Uferfiltrat häufiger beeinflusst

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Zunahme des Niederschlages (+6 bis +10%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr. Verbesserung der Situation.

Leichte Abnahme der mittleren Abflüsse im Sommer. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.

Zunahme der GW-Temperatur

Mattigtal: GW min-mitt-max leicht fallend

Antropogener Einfluss: GW in OG



„Reaktion ausgewählter Fischarten auf verschiedene Wassertemperaturen in OÖ Fließgewässern“ (Inst. Scharfling, OÖ-Landesregierung, 2009)

ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse

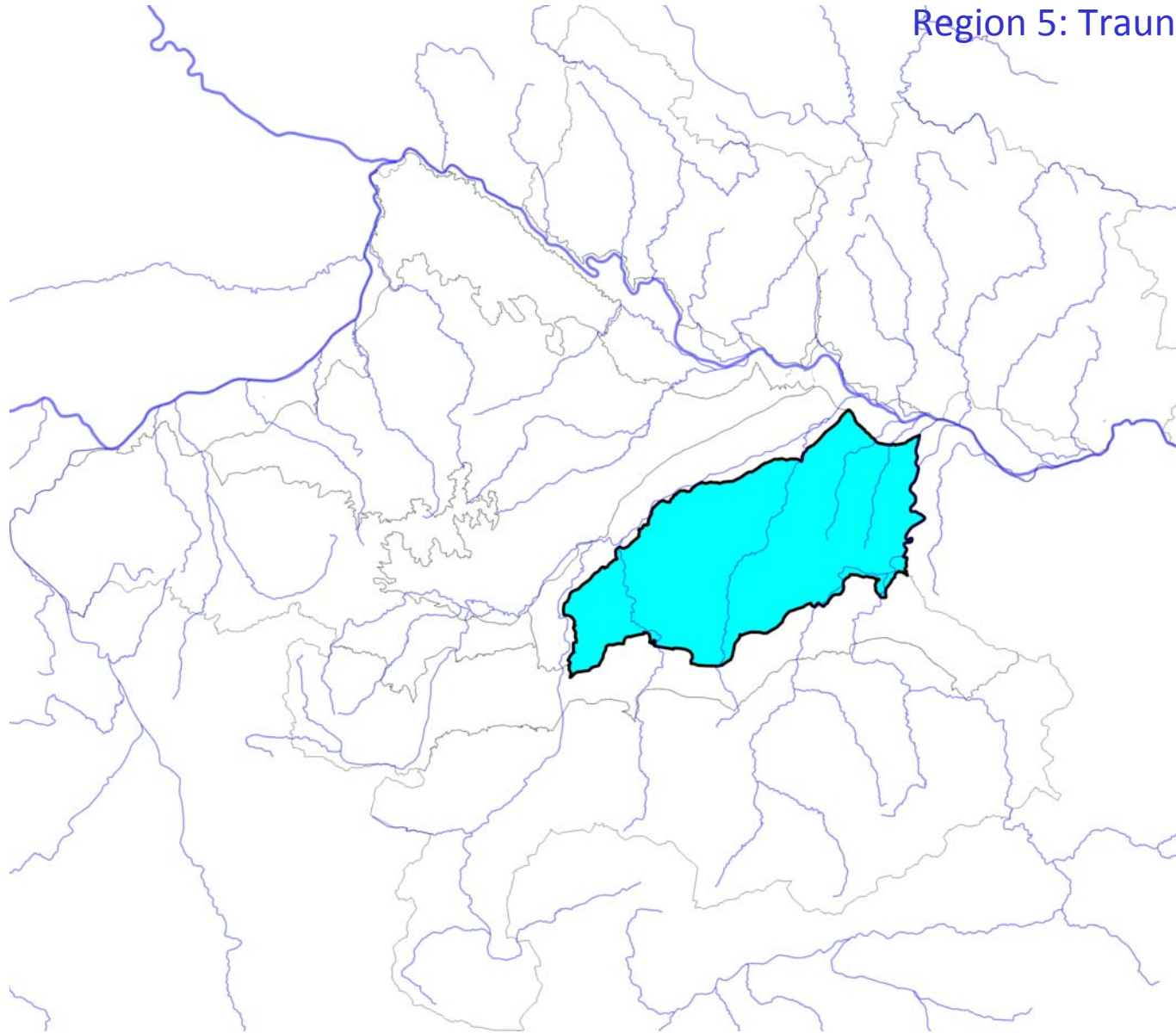
- Aussagen zu:

Niederschlagsentwicklung

Temperaturentwicklung

Wasserdargebot OG

Niederwasser





Grundwasser

Region 5: Traun - Ennsplatte



Veränderung zum Ist-Zustand positiv



Trinkwasser – Uferfiltrat häufiger beeinflusst
Zunahme an Bewässerungsbedarf

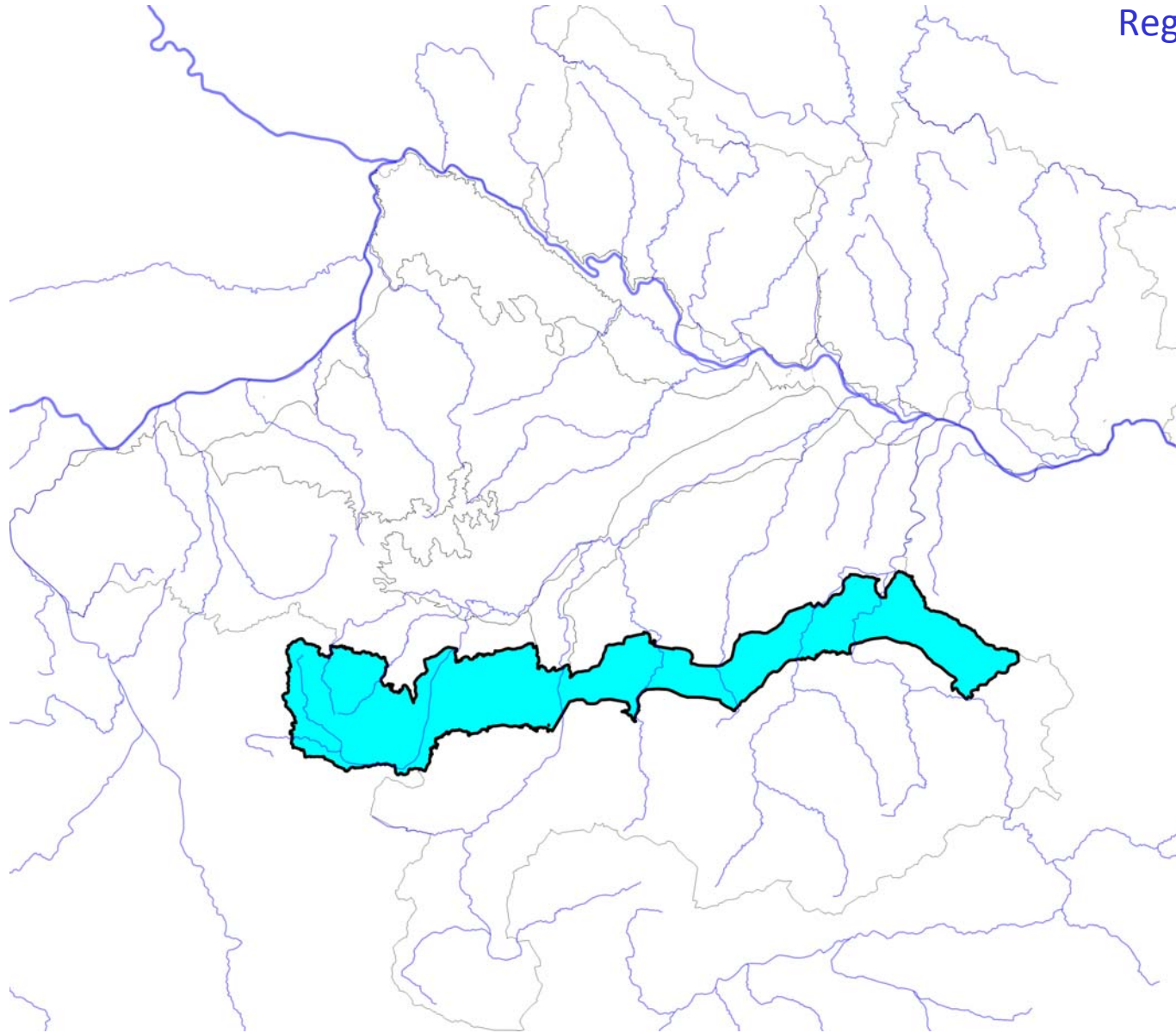
mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Zunahme des Niederschlages (+6 bis +10%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.
Verbesserung der Situation.

Leichte Abnahme der mittleren Abflüsse im Sommer. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.



ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser





Grundwasser

Region 6: Flysch



Veränderung zum Ist-Zustand positiv

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Zunahme des Niederschlages (+6 bis +10%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.

Leichte Abnahme der mittleren Abflüsse im Sommer. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.

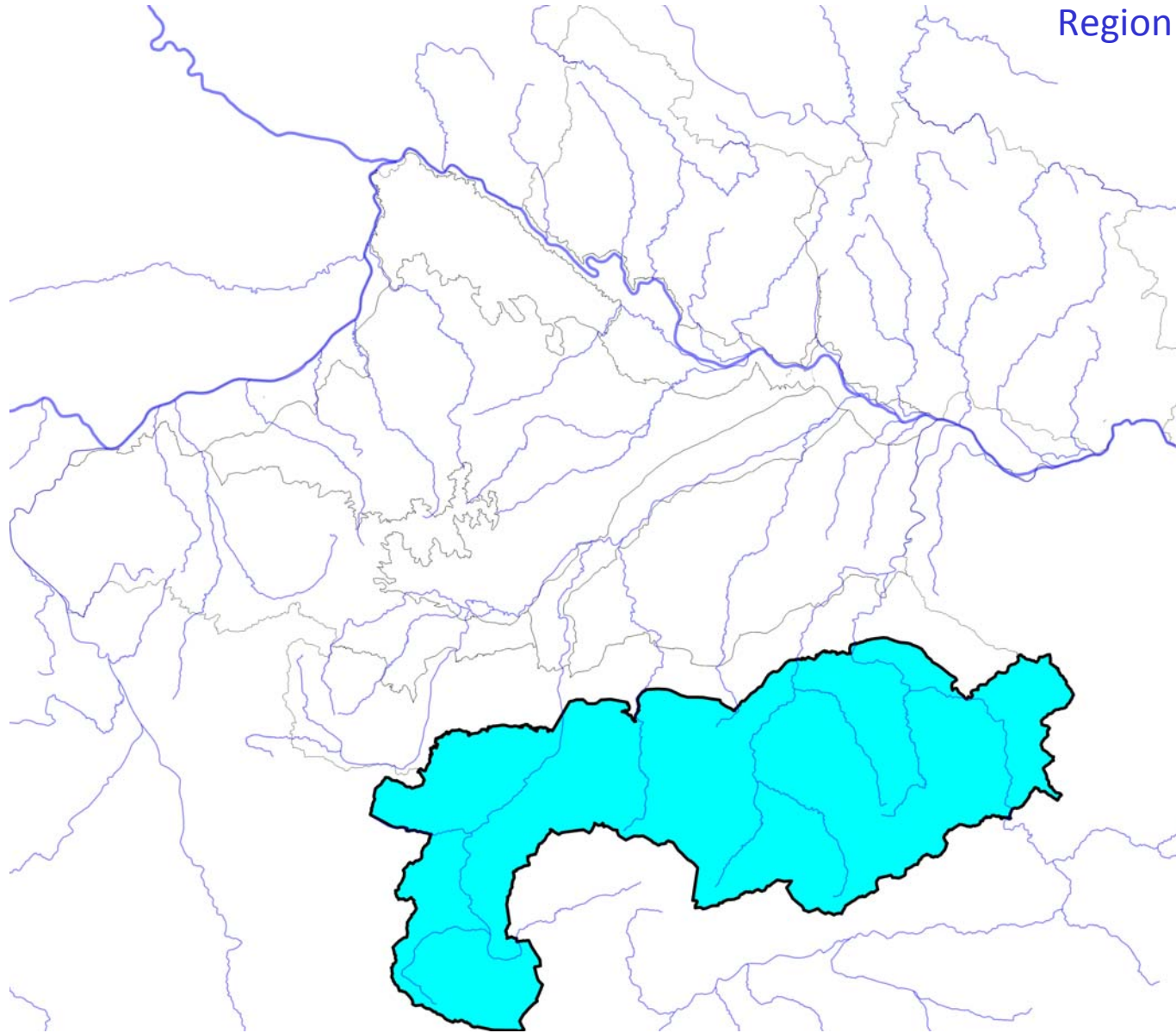


ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser

Grundwasser

Region 7: Kalkalpen





Grundwasser

Region 7: Kalkalpen



Veränderung zum Ist-Zustand positiv

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Zunahme des Niederschlages (+6 bis +10%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.

Leichte Abnahme der mittleren Abflüsse im Sommer. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.

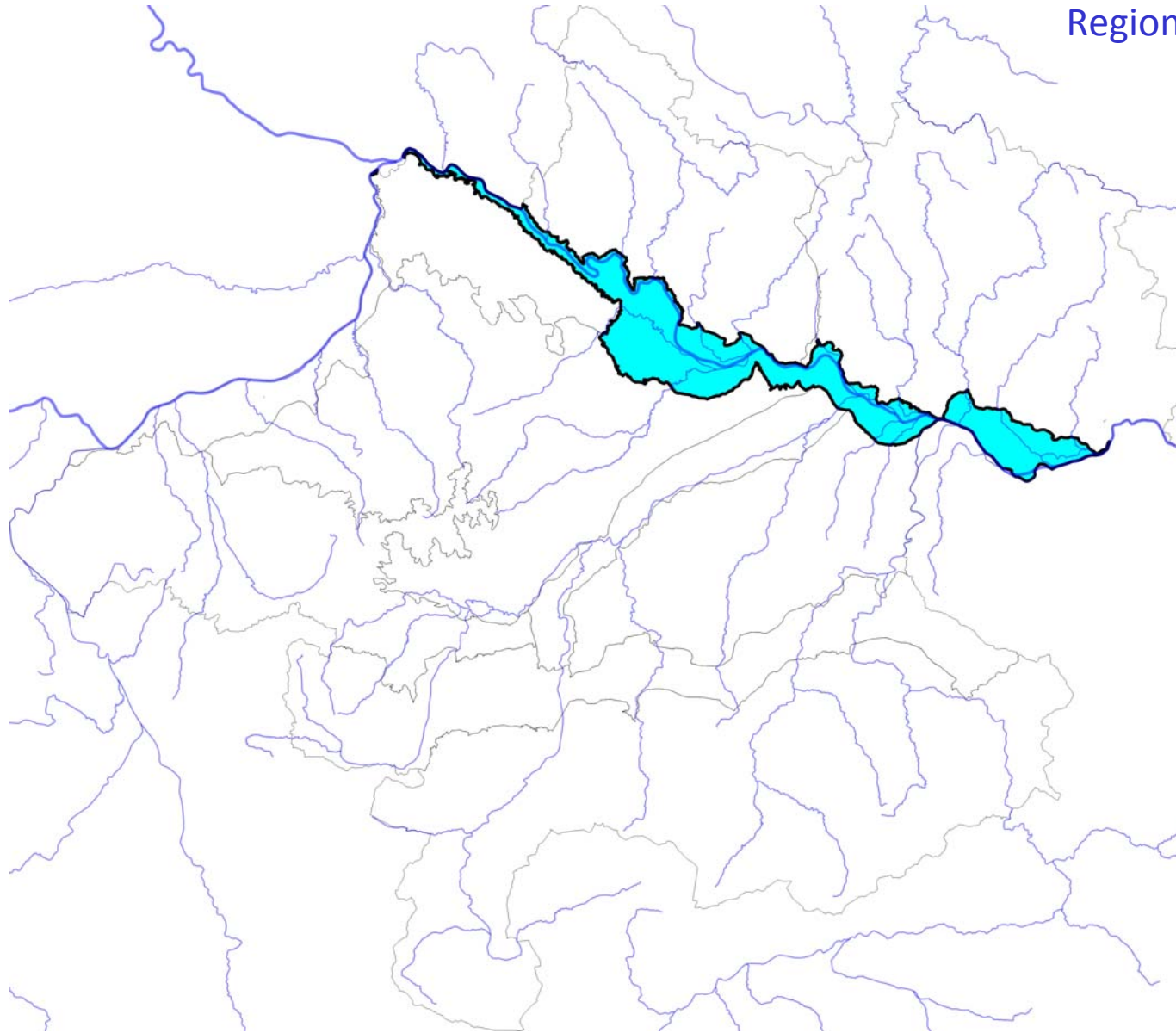


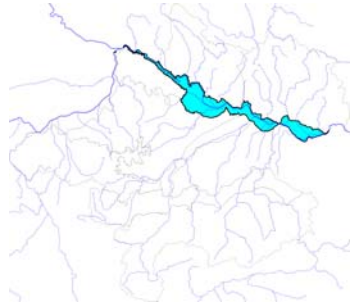
ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser

Grundwasser

Region 8: Donautal





Grundwasser

Region 8: Donautal

Veränderung zum Ist-Zustand positiv,
Problem Kellervernässung,
kürzere Betriebszeiten bei Trinkwasserversorgung
(Uferfiltration)

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Zunahme des Niederschlages (+6 bis +10%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr. Leichte Abnahme der mittleren Abflüsse im Sommer. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.

Eferdinger Becken: GW min-mitt-max leicht fallend
Linzer Feld: GW min-mitt-max WEST leicht steigend, OST leicht fallend
in Linz teilweise stark erhöhte GW-Temperatur
Machland: leicht steigend

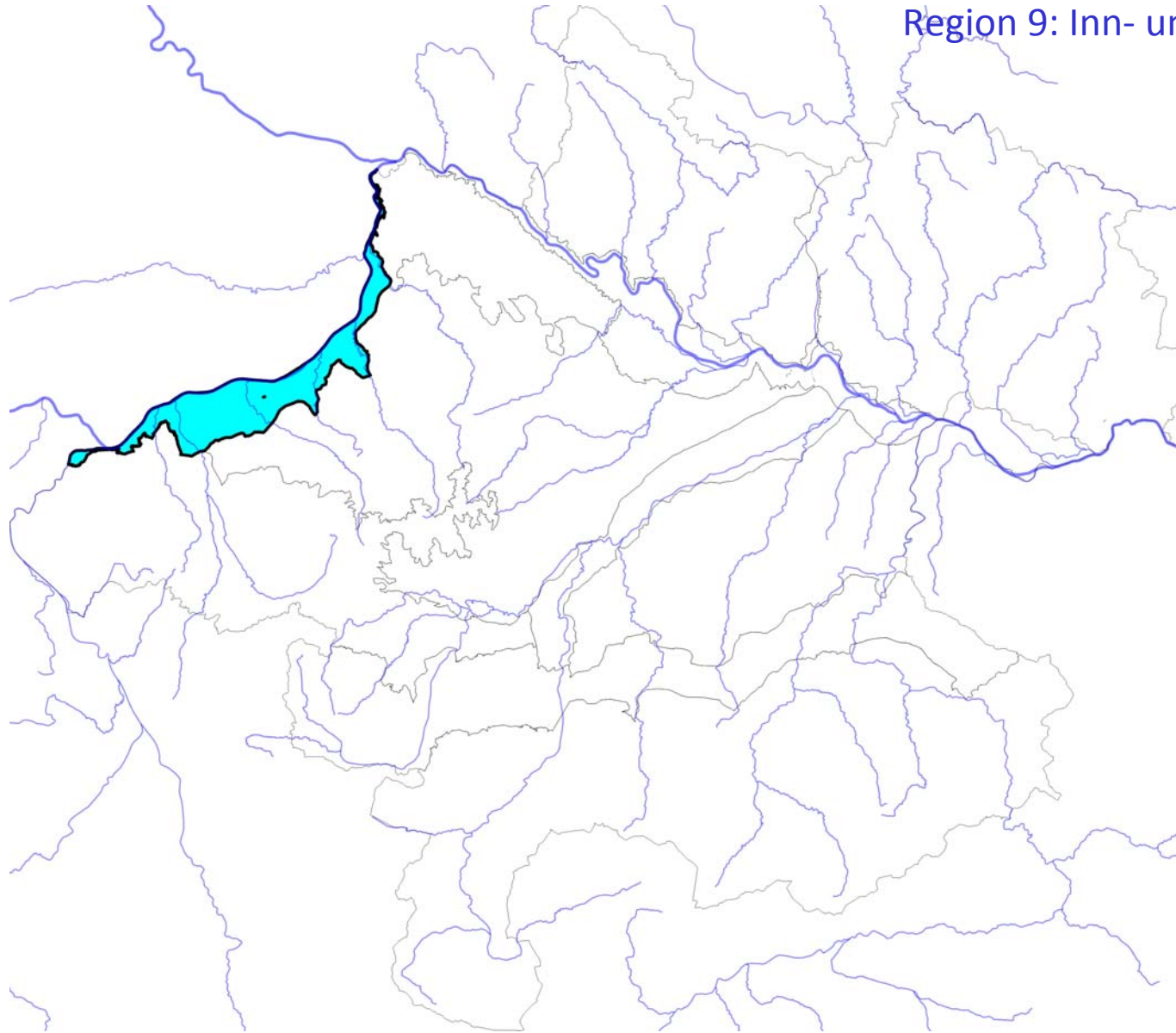


ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser

„Wärmelastplan Traun- und Agersystem Bewertung des fischökologischen Zustands der Traun und Ager unter besonderer Berücksichtigung thermischer Belastungen“ (BOKU, OÖ-Landesregierung, 2009)

„Grundwasserbewirtschaftung Linz, hydrologische und thermische Ist-Situation“ (OÖ-Landesregierung 2003, DonauConsult 2004)





Veränderung zum Ist-Zustand positiv,
Problem Kellervernässung,
kürzere Betriebszeiten bei Trinkwasserversorgung
(Uferfiltration)

Grundwasser

Region 9: Inn- und Salzachtal

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Zunahme des Niederschlages (+6 bis +10%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.

Leichte Abnahme der mittleren Abflüsse im Sommer. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.

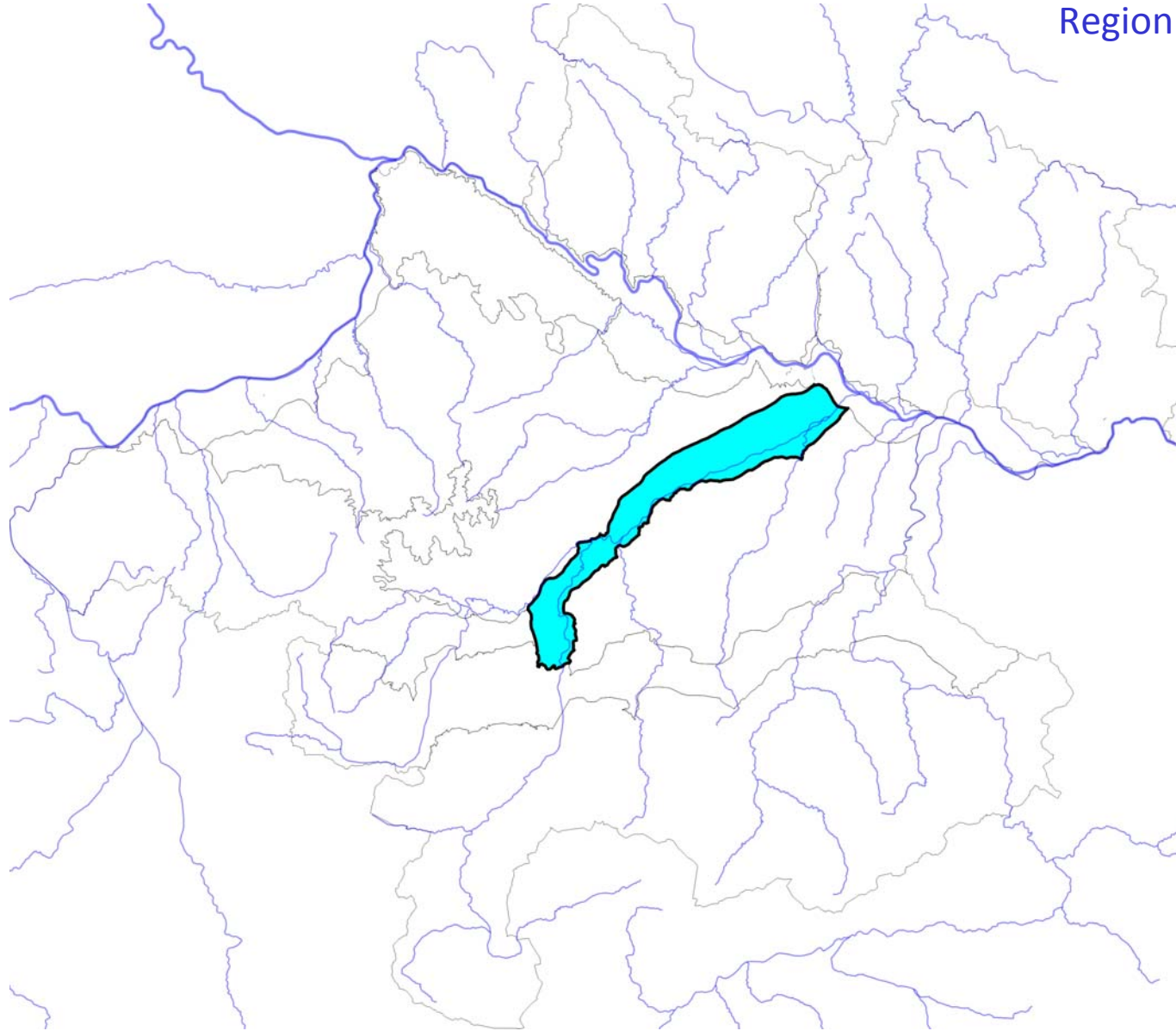


ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser

Grundwasser

Region 10: Trauntal





Veränderung zum Ist-Zustand positiv,
Problem Kellervernässung,
kürzere Betriebszeiten bei Trinkwasserversorgung
(Uferfiltration)

Grundwasser

Region 10: Trauntal

mögliche Zunahme der Grundwasserneubildung durch Zunahme des Niederschlages (+6 bis +10%) und der Temperatur (+1°C) im Winter- u. Frühjahr.

Leichte Abnahme der mittleren Abflüsse im Sommer. Stärke Zunahme der Abflüsse im Winter.





Welser Heide GW min-mitt-max leicht fallend





ZAMG/TU Wien Studie:

- Trendanalyse
- Aussagen zu:
 - Niederschlagsentwicklung
 - Temperaturentwicklung
 - Wasserdargebot OG
 - Niederwasser

Analyse der Auswirkungen aufgrund der Klimaprognosen:

- Prognosen der Änderungen in den Grundwasserständen sind nach dem derzeitigen Kenntnisstand nicht möglich, da diese von den sehr lokalen Verhältnissen geprägt werden und die zukünftige Entwicklung des Klimas nicht in dieser Kleinräumigkeit zuverlässig berechnet werden kann. (*harte Aussage*) 
- Auswirkungen auf die Grundwasservorkommen sind jedoch zu erwarten. (*harte Aussage*) 
- Inwieweit die **erhöhten Winterniederschläge**, welche für die Grundwasserneubildung maßgebend sind, durch eine **erhöhte Verdunstung ausgeglichen** werden, bedarf einer weitergehenden Untersuchung. Aus heutiger Sicht ist eher mit einem **Rückgang der Grundwasserneubildung aus Niederschlägen** zu rechnen (*weiche Aussage*) 
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zu rechnen. (*harte Aussage*) 

Analyse der Auswirkungen aufgrund der Klimaprognosen:

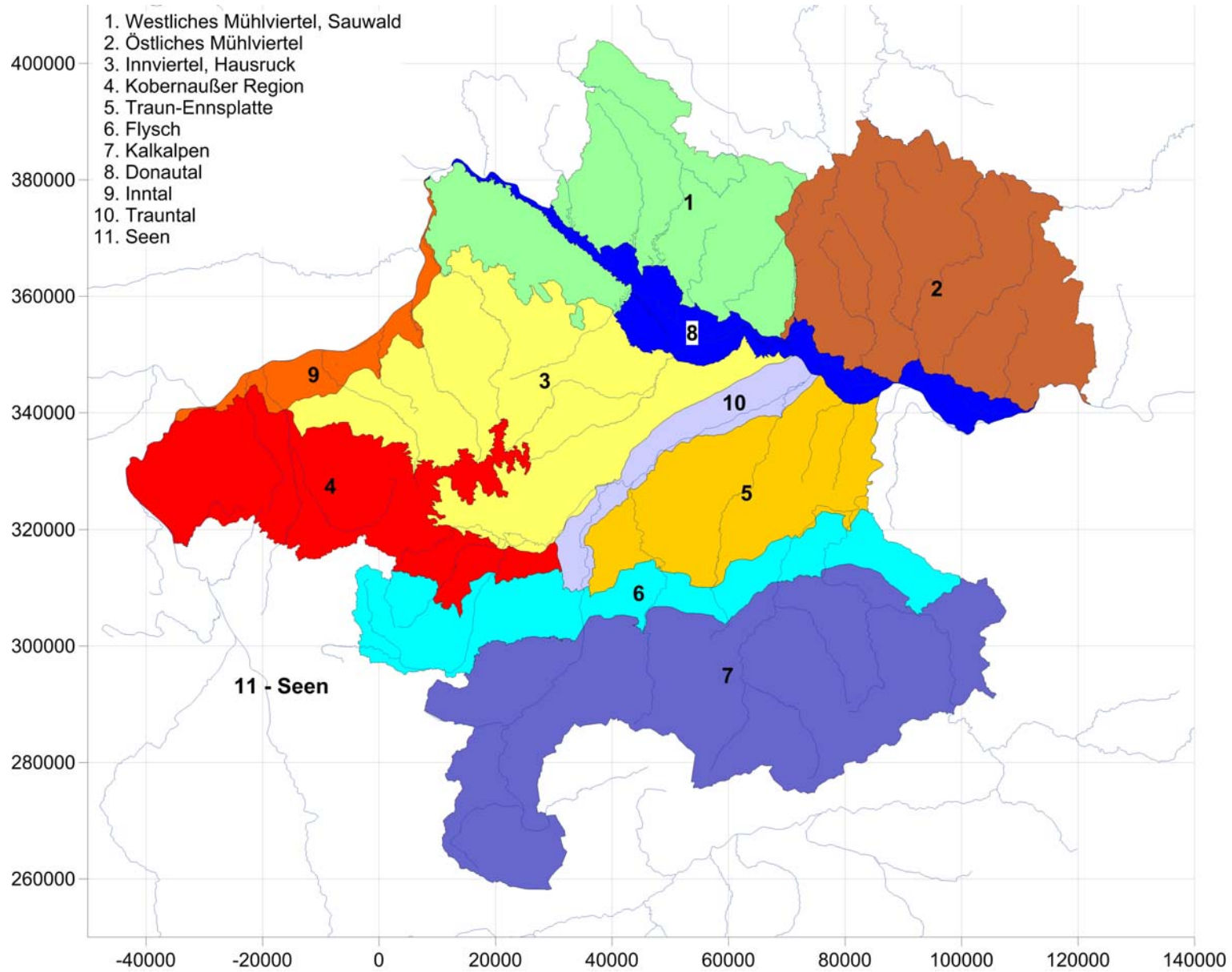
- Mit einer Zunahme der Grundwassertemperatur zwischen 0,5 und 1,0 °C ist zu rechnen. (*harte Aussage*) 
- Veränderungen bei der Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasser durch Temperaturzunahme. (*harte Aussage*) 

Grundwasser

Region 11: Seen

Anmerkungen Anregungen Diskussion

Zonierung Oberösterreichs in Regionen



FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

Klima-OÖ_Wassergüte-GW

Bearbeitung: STRENN, KREUZINGER (TU-WIEN)



Wassergüte GW

Region 1: westliches Mühlviertel, Sauwald

mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte GW

Region 2: östliches Mühlviertel

mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte GW

Region 3: Innviertel, Hausruck

mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte GW

Region 4: Kobernaußer Region

mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte GW

Region 5: Traun - Ennsplatte

mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte GW

Region 6: Flysch

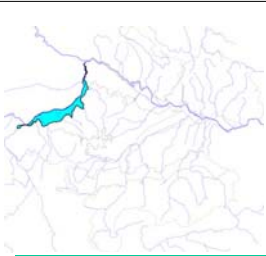
mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturanstieg gefährdet die Wasserqualität → 4 angesiedelten Wasserwerke • Temperaturerhöhungen → Auswirkungen auf Durchlässigkeit des GW-Leiters und die mikrobiologischen Prozesse • weitersteigende Temperaturen des GW - Konsens kann die GW-Qualität negativ beeinflussen. • Geringere Grundwasserneubildungsraten durch ändernde klimatische Bedingungen (z.B. geringere Niederschläge) → Gefahr für GW-Qualität, Bedarfsdeckung des Trinkwassers und Konsensdeckung. 	<p><i>OÖ Landesreg., 2004: Grundwasserbewirtschaftung Linz</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • 200 thermische Nutzungen/Rechte • GW-Temp. stark schwankend (+7.8°C - 16°C) • Anstieg seit der 80er +0.5 bis 1°C • GW-Temp. leicht über dem Jahresmittel der Lufttemp. • Temperaturerhöhung durch städtische Verbauung-Versickerung von Kühlwässern + sonstige anthropogene Beeinflussungen • GW-Qualitätswerte unauffällig (Chlorid und Sulfat erhöht in Gebieten anthropogenen Einflusses, Nitrat erhöht im Bereich des landwirtschaftlich genutzten Ostens in Linz)



Wassergüte GW

Region 9: Inn- und Salzachtal

mögliche Probleme - Wassergüte GW

Begründung / Beleg der Behauptung

--	--



Wassergüte GW

Region 10: Trauntal

mögliche Probleme - Wassergüte GW

Begründung / Beleg der Behauptung

--	--

mögliche Probleme - Wassergüte GW	Begründung / Beleg der Behauptung

FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

Klima-OÖ_Wassergüte-OG

Bearbeitung: STRENN, KREUZINGER (TU-WIEN)



Wassergüte OG

Region 1: westliches Mühlviertel, Sauwald

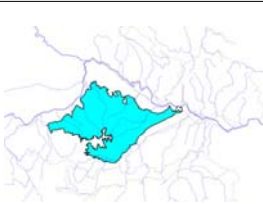
mögliche Probleme – Wassergüte OG	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte OG

Region 2: östliches Mühlviertel

mögliche Probleme – Wassergüte OG	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte OG

Region 3: Innviertel, Hausruck

mögliche Probleme – Wassergüte OG	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> Im Sommer ca. 90 km Fließstrecke benötigt um 1°C abzukühlen steigender Pegel → Zunahme der organischen Belastung und der Nährstoffe sinkende Wassermenge (geringe Niederschläge) + gleichbleibenden Emissionen → Verdünnungsrate, > Frachten steigen Starke Niederschläge → Oberflächenerosionen, vermehrter Schwebstoffeintrag (Phosphor, org. geb. Stickstoff) Starke Niederschläge → höhere Abflüsse + verstärkter Geschiebetransport → ungünstige für Laichgeschehen > Wassertemperatur → rascherer + vollständigerer Ablauf biologischer, chemischer und biochemischer Prozesse Sauerstoffgehalt limitierende Faktor im Gewässer - zwei Extreme: Sauerstoffmangel und Sauerstoffübersättigung, beides ungünstig für Wasserqualität + Fische. 	<p><i>Nachtnebel et al, 2006 / Nachtnebel und Haider, 2007</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Anthropogene Belastung Ager 6 Emittenten Vöckla 3 Emittenten Aufwärmung bis zu +2.4°C in den letzten 30 Jahren. <p><i>NGP, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gesamtzustand Ager 3 Gesamtzustand Vöckla 3



Wassergüte OG

Region 4: Kobernaußere Region

mögliche Probleme - Wassergüte OG	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte OG

Region 5: Traun - Ennsplatte

mögliche Probleme - Wassergüte OG

Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte OG

Region 6: Flysch

mögliche Probleme - Wassergüte OG

Begründung / Beleg der Behauptung

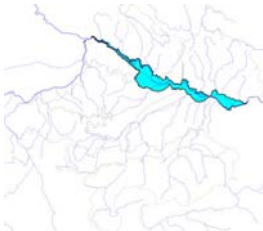


Wassergüte OG

Region 7: Kalkalpen

mögliche Probleme - Wassergüte OG

Begründung / Beleg der Behauptung

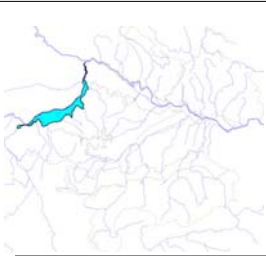


Wassergüte OG

Region 8: Donautal

mögliche Probleme - Wassergüte OG

Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte OG

Region 9: Inn- und Salzachtal

mögliche Probleme - Wassergüte OG	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassergüte OG

Region 10: Trauntal

mögliche Probleme – Wassergüte OG	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> Im Sommer ca. 90 km Fließstrecke benötigt um 1°C abzukühlen steigender Pegel → Zunahme der organischen Belastung und der Nährstoffe sinkende Wassermenge (geringe Niederschläge) + gleichbleibenden Emissionen → Verdünnungsrate, > Frachten steigen Starke Niederschläge → Oberflächenerosionen, vermehrter Schwebstoffeintrag (Phosphor, org. geb. Stickstoff) Starke Niederschläge → höhere Abflüsse + verstärkter Geschiebetransport → ungünstige für Laichgeschehen > Wassertemperatur → rascherer + vollständigerer Ablauf biologischer, chemischer und biochemischer Prozesse Sauerstoffgehalt limitierende Faktor im Gewässer - zwei Extreme: Sauerstoffmangel und Sauerstoffübersättigung, beides ungünstig für Wasserqualität + Fische. 	<p><i>Nachtnebel et al, 2006 / Nachtnebel und Haider, 2007</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Anthropogene Belastung Traun 14 Emittenten 7 große Kläranlagen (zw. 50.000 und 160.000 EW) im Einzugsgebiet der Traun Aufwärmung bis zu +2.4°C während der letzten 30 Jahre <p><i>NGP, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Gesamtzustand Traun 3

mögliche Probleme - Wassergüte OG	Begründung / Beleg der Behauptung

FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

Klima-OÖ_Wassertemperaturen

Bearbeitung: STRENN, KREUZINGER (TU-WIEN)



Wassertemperatur

Region 1: westliches Mühlviertel, Sauwald

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • Bioregion Granit und Gneis: Temperaturanstieg 2004 - 2020 +0.8°C • Fließgewässer geringerer Güteklasse stärker gefährdet → hohe Vulnerabilität 	<p><i>Prinz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bioregion Granit und Gneis: Temperaturanstieg 1984 - 2004 +0.9°C <p><i>NPG, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtzustand – Große Mühl 2-3 – Kleine Mühl 3 – Pesenbach 3 – Kleine Michl 3-2 – Aschach 4



Wassertemperatur

Region 2: östliches Mühlviertel

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • Bioregion Granit und Gneis: Temperaturanstieg 2004 - 2020 +0.8°C • Fließgewässer geringerer Güteklasse stärker gefährdet → hohe Vulnerabilität 	<p><i>Prinz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bioregion Granit und Gneis: Temperaturanstieg 1984 - 2004 +0.9°C <p><i>NPG, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtzustand – Feldaist 3-2 – Große Rodl 3-2 – Gusen 2-3 – Klammleitenbach 2-3 – Naarn 3 – Wald Aist 3



Wassertemperatur

Region 3: Innviertel, Hausruck

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • zukünftig steigende Wassertemperatur • Einfluss der Industrie +0.5 bis +5°C • Einfluss des Klimas +0.5 bis +1.5°C • Kein vollständiger Temperaturabbau über die Fließlänge möglich → Fließlänge zu gering (Vöckla) • limitierende Gewässertemperatur (25°C) im Sommer ohne Emittenten erreicht (Ager) • Gefahr: Konsens bereits durch klimabedingte Steigerung der Wassertemperatur erreicht • Temperaturanstieg negative Auswirkungen auf die Wasserqualität • Fließgewässer geringerer Güteklasse stärker gefährdet → hohe Vulnerabilität 	<p><i>Nachtnebel et al, 2006 / Nachtnebel und Haider, 2007 / Prinz et al., 2009 / Schmutz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufwärmung der letzten 30 Jahre bis zu +2.4°C • anthropogene Belastung durch zahlreiche Emittenten (Industrie, Karftwerke) (Traun 14 Emittenten) • Wassertemperatur heute bereits hoch • Temperaturschwankungen über den Tag < 1°C • höchste Temperaturen im Sommer 18-22.5°C (Augustmittel) • Jahrestemperaturmittel 10-15°C <p><i>NGP, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtzustand <ul style="list-style-type: none"> – Ager 3 – Vöckla 3.



Wassertemperatur

Region 4: Kobernauber Region

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • höchste anthropogene Wärmebelastung im Winter • konsensmäßige Einleitung (295 MW) +1.3°C zum Naturzustand • projektierter Normalbetrieb (450 MW) +1.8°C • bei gleichzeitiger Zunahme der Lufttemperatur (Annahme +2°C) → +3.2°C • A1B Szenarion: Zunahme der mittl. Wassertemperatur der Salzach +1.7°C • Gefahr: Konsens bereits durch klimabedingte Steigerung der Wassertemperatur erreicht • Temperaturanstieg negative Auswirkungen auf die Wasserqualität • Fließgewässer geringerer Güteklasse stärker gefährdet → hohe Vulnerabilität 	<p><i>Nachtnebel, Haberl u. Herrnegger, 2009 / Prinz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtkonsens der Aufwärmung Salzach max. 1.78°C • beeinflusst durch anthropogene Belastungen <p><i>NPG, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtzustand Salzach mäßiges oder schlechtes Potential (33).



Wassertemperatur

Region 5: Traun - Ennsplatte

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassertemperatur

Region 6: Flysch

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • Bioregion Alpenvorland und Flysch: Temperaturanstieg 2004 - 2020 +0.6°C 	<p><i>Prinz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bioregion Alpenvorland und Flysch: Temperaturanstieg 1984-2004 +0.8°C



Wassertemperatur

Region 7: Kalkalpen

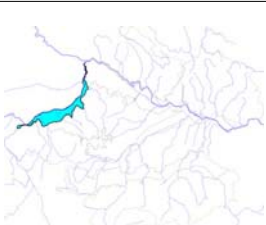
mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> Bioregion Kalkalpen: Temperaturanstieg 2004 - 2020 +0.5°C 	<p><i>Prinz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Bioregion Kalkalpen: Temperaturanstieg 1984-2004 +0.5°C



Wassertemperatur

Region 8: Donautal

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung



Wassertemperatur

Region 9: Inn- und Salzachtal

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • höchste anthropogene Wärmebelastung im Winter • konsensmäßige Einleitung (295 MW) +1.3°C zum Naturzustand • projektierter Normalbetrieb (450 MW) +1.8°C • bei gleichzeitiger Zunahme der Lufttemperatur (Annahme +2°C) → +3.2°C • A1B Szenarion: Zunahme der mittl. Wassertemperatur der Salzach +1.7°C • Gefahr: Konsens bereits durch klimabedingte Steigerung der Wassertemperatur erreicht • Temperaturanstieg negative Auswirkungen auf die Wasserqualität • Fließgewässer geringerer Güteklasse stärker gefährdet → hohe Vulnerabilität 	<p><i>Nachtnebel, Haberl u. Herrnegger, 2009 / Prinz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtkonsens der Aufwärmung Salzach max. 1.78°C • beeinflusst durch anthropogene Belastungen <p><i>NPG, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtzustand Salzach mäßiges oder schlechtes Potential (33).



Wassertemperatur

Region 10: Trauntal

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • zukünftig steigende Wassertemperatur • Einfluss der Industrie +0.5 bis +5°C • Einfluss des Klimas +0.5 bis +1.5°C • Kein vollständiger Temperaturabbau über die Fließlänge möglich → Fließlänge zu gering (Vöckla) • limitierende Gewässertemperatur (25°C) im Sommer ohne Emittenten erreicht (Ager) • Gefahr: Konsens bereits durch klimabedingte Steigerung der Wassertemperatur erreicht • Temperaturanstieg negative Auswirkungen auf die Wasserqualität • Fließgewässer geringerer Güteklasse stärker gefährdet → hohe Vulnerabilität 	<p><i>Nachtnebel et al, 2006 / Nachtnebel und Haider, 2007 / Prinz et al., 2009 / Schmutz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufwärmung letzten 30 Jahre bis zu +2.4°C • anthropogene Belastung (Industrie, Kraftwerke) • Traun 14 Emittenten • Wassertemperatur heute bereits hoch • Temperaturschwankungen über den Tag < 1°C • höchste Temperaturen im Sommer 18-22.5°C (Augustmittel) • Jahrestemperaturmittel 10-15°C <p><i>NPG, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtzustand Traun 3.

mögliche Probleme - Wassertemperatur	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> weiterer Temperaturanstieg der Seen infolge der Klimaerwärmung Negative Auswirkungen auf die Wasserqualität 	<p><i>Schmutz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Anstieg der Wassertemperatur Traunsee letzten 30 Jahre +2.4°C langjähriges Augustmittel Traunsee 19.2°C langjähriges Augustmittel Attersee 20.7°C

FOLIEN Workshop am 12.11.2012 in Linz

Klima-OÖ_Fischökologie

Bearbeitung: STRENN, KREUZINGER (TU-WIEN)



mögliche Probleme - Fischökologie	Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Fischökologie	Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Fischökologie

- Temperaturerhöhung → Fischgrenzen verschieben sich nach oben
- Überschreitung der Toleranzgrenze von 19°C für Salmoniden
- Wassererwärmung – Artenanpassung → ABER Gewässer hydromorphologisch nicht für wärmeliebende Arten geeignet
- Artenrückgang, Artenverschiebung und Verschwinden einzelner Arten muss gerechnet werden.

Begründung / Beleg der Behauptung

Nachtnebel et al., 2006 / Schmutz et al., 2009

- Ager: Äschen/Barbenregion Hyporthithral/Epipotamal
- Fischarten aktuell 17 von 8, häufigste Barbe.
- Fischarten Äsche, Barbe, Flussbarsch und Aitel -andere Arten nur durch Besatz
- Lt. WRRL Verschiebung des FRI um 0.6 Einheiten → starke Verschlechterung des Gewässerzustandes.
- Äschenregion (FRI=5): Ø13.5°C
- Barbenregion (FRI=6): Ø17°C.

NGP, 2006

- Gesamtzustand Ager 3,
- Gesamtzustand Vöckla 3.



mögliche Probleme - Fischökologie

Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Fischökologie

Begründung / Beleg der Behauptung

--	--



mögliche Probleme - Fischökologie

Begründung / Beleg der Behauptung

--	--



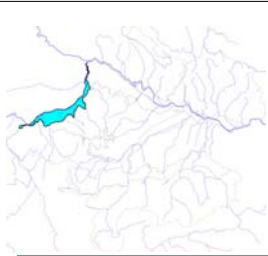
mögliche Probleme - Fischökologie

Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Fischökologie

Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Fischökologie	Begründung / Beleg der Behauptung



mögliche Probleme - Fischökologie	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • Temperaturerhöhung → Fischgrenzen verschieben sich nach oben • Überschreitung der Toleranzgrenze von 19°C für Salmoniden • Wassererwärmung – Artenanpassung → ABER Gewässer hydromorphologisch nicht für wärmeliebende Arten geeignet • Artenrückgang, Artenverschiebung und Verschwinden einzelner Arten muss gerechnet werden. 	<p><i>Nachtnebel et al., 2006 / Schmutz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Traun: Äschen/Barbenregion Hyporthithral/Epipotamal • Fischarten aktuell 21 von 28, häufigste Äsche. • Fischarten Äsche, Barbe, Flussbarsch und Aitel -andere Arten nur durch Besatz • Lt. WRRL Verschiebung des FRI um 0.6 Einheiten → starke Verschlechterung des Gewässerzustandes. • Äschenregion (FRI=5): Ø13.5°C • Barbenregion (FRI=6): Ø17°C. <p><i>NGP, 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtzustand Traun 3

mögliche Probleme - Fischökologie	Begründung / Beleg der Behauptung
<ul style="list-style-type: none"> • Klimatischer Temperaturanstieg bewirkt Anstieg der Wassertemperaturen der Seen • → Auswirkungen auf die Fischpopulationen 	<p><i>Schmutz et al., 2009</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fischarten: Traunsee (Seeausrinn) 17 von 15 Attersee (Seeausrinn) 18 von 14 • häufigste Arten: Traunsee (FRI=5.6) Aalrute, Äsche, Bachforelle, Elritze, Koppe. Attersee (FRI=5.3) Aitel, Barbe Nase, Schneider • Keine Aussage über Auswirkungen für Wasserschichtung infolge Temperaturänderung