

**DONAU-
KRAFTWERK
JOCHENSTEIN**
AKTIENGESELLSCHAFT

**Laboratorium für
Umweltanalytik GesmbH**

Zivilingenieure für Technische Chemie

Cottagegasse 5 | 1180 Wien
office@iua.co.at

Tel. +43 (0)1 4705504
Fax +43 (0)1 4705504 18

Klima



Erstellt	Lab. f. Umweltanalytik	Ch. Hübner <i>C. Hübner</i>	30.03.2021
Geprüft	Lab. f. Umweltanalytik	R. Ellinger <i>R. Ellinger</i>	30.03.2021
Freigegeben	DKJ/ ES-R	Ch. Rucker	31.03.2021
	Unternehmen / Abteilung	Vorname Nachname	Datum

[illegible]

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	6
2.	Aufgabenstellung	7
3.	Verwendete Unterlagen	8
4.	Untersuchungsraum und inhaltliche Abgrenzung	9
5.	Untersuchungsmethodik	10
5.1	Allgemeines	10
5.2	Erhebung des Ist-Zustandes	10
5.3	Beurteilung des Ist-Zustandes und der verbleibenden Auswirkungen	10
5.4	Energie- und Klimabilanz	11
5.4.1	Darstellung der Treibhausgasemissionen	11
5.4.2	Berechnung der Treibhausgasemissionen und des Energiebedarfs in der Bauphase	11
5.4.3	Berechnung der Treibhausgasemissionen und des Energiebedarfs in der Betriebsphase	12
6.	Bestandssituation	13
6.1	Untersuchungsraum	13
6.2	Beschreibung der Klima Ist-Situation	15
6.2.1	Lufttemperatur	15
6.2.2	Niederschlagsverhältnisse	18
6.2.3	Feuchtigkeit	19
6.2.4	Nebel	20
6.2.5	Windverhältnisse	22
6.3	Klimawandel - Langzeitprognosen	24
7.	Wesentliche positive und negative Auswirkungen	25
7.1	Auswirkungen während der Bauphase	25
7.2	Auswirkungen während der Betriebsphase	26
7.2.1	Teilraum Donautal (Jochenstein und GÖM Edlhof)	26
7.2.2	Teilraum Donauleiten	26
7.2.3	Teilraum Oberbecken	26
8.	Energie- und Klimabilanz des Vorhabens	37
8.1	Bauphase	37
8.2	Betriebsphase	37
9.	Klimawandel	38
10.	Wesentliche positive und negative Auswirkungen – Österreich	38
11.	Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung	38
12.	Vorschläge für die Beweissicherung und Kontrolle	39
13.	Nachsorgephase	39
14.	Zusammenfassung	40
14.1	Bestandssituation	40
14.2	Wesentliche negative und positive Auswirkungen	40
14.2.1	Auswirkungen während der Bauphase	40
14.2.2	Auswirkungen während der Betriebsphase	40
15.	Literaturverzeichnis	42
16.	Anhang	43
16.1	Aktivitätsdaten und Berechnungsgrößen für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen in der Bauphase	43
16.2	Schreiben DWD zur Aktualität der Daten	48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Projektübersicht (DKJ)	6
Abbildung 2	Lokalklimatische Einheiten (Klimatope)	14
Abbildung 3	Höhenschichtdarstellung des Untersuchungsraums Klima mit eingezeichnetem Projektgebiet (roter Kreis), (farbliche Abstufung <800 m in 50 m und >800 m in 100 m Intervallen), (Kartenquelle: Austrian Map Fly 5.0)	15

Abbildung 4	Jahresgang der Lufttemperatur an den Messstellen	16
Abbildung 5	Entwicklung der mittleren Lufttemperatur in Bayern im Zeitraum 1881-2018	16
Abbildung 6	Mittlerer Jahresgang der Lufttemperatur in Abhängigkeit von der Tageszeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwert der Jahre 2011-2020.	17
Abbildung 7	Jahresgang der Frosttage bzw. Eistage an den Messstellen Kollerschlag, Aschach und Gottsdorf/Riedl.....	18
Abbildung 8	Jahresverlauf der mittleren Niederschlagsmonatssumme bzw. der mittleren Neuschneemengen an den Langzeitmessstellen Kollerschlag, Fürstenzell und Aschach	18
Abbildung 9	Tage mit Niederschlagsmengen > 1 mm/d und > 10 mm/d sowie Gewitterhäufigkeit an den Langzeitmessstellen Kollerschlag und Aschach	19
Abbildung 10	Mittlerer Jahresgang der relativen Feuchte (14:00 Uhr-Beobachtung) an den Messstationen Kollerschlag, Aschach und Gottsdorf/Riedl.....	20
Abbildung 11	Mittlerer Jahresgang der relativen Feuchte in Abhängigkeit von der Tageszeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwert der Jahre 2011-2020.	20
Abbildung 12	Relative Nebelhäufigkeit (Strahlungsnebel) in Niederbayern, Untersuchungsraum: roter Kreis (Quelle: Nationalatlas Deutschland)	21
Abbildung 13	Mittlerer Jahresgang der Windgeschwindigkeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwert der Jahre 2011-2020.....	22
Abbildung 14	Häufigkeitsverteilung der Windrichtung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeitsklasse an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwerte der Jahre 2011-2020, Anemometerhöhe: 5 m.	23
Abbildung 15	Häufigkeitsverteilung Windrichtung und Windgeschwindigkeit während Nacht (22:00-6:00 Uhr) und Tag (8:00-20:00 Uhr) an der Messstelle Gottsdorf/Riedl der Jahre 2011-2020	23
Abbildung 16	Tagesgänge der Oberflächentemperatur unterschiedlicher Nutzungen	27
Abbildung 17	Abhängigkeit der Temperaturerhöhung (ΔT) einer Luftschicht (h), die über einen anfangs 10 K wärmeren Wasserkörper strömt, von der überstrichenen Weglänge (s), unterteilt nach verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten (vL) und Schichtdicken (h) (Quelle: Bild 8 in VDI 3787 Blatt 5, 2003).....	28
Abbildung 18	Abklingkurve für Schadstoffausbreitung bei 0,5 m/s, stabiler Schichtung (ABK I) und Rauigkeit $z_0 = 0.1$	29
Abbildung 19	Jahresgang der Wassertemperatur in der Donau (Messstelle Jochenstein, grüne Linie) und Lufttemperatur an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (blaue Linie) der Jahre 2015 und 2016	31
Abbildung 20	Jahresgang der Wassertemperatur in der Donau (Messstelle Jochenstein, grüne Linie) und Lufttemperatur an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (blaue Linie) der Jahre 2017 und 2018	32
Abbildung 21	Jahresgang der Wassertemperatur in der Donau (Messstelle Jochenstein, grüne Linie) und Lufttemperatur an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (blaue Linie) der Jahre 2019 und 2020	33
Abbildung 22	Ausschnitt aus dem Lageplan „Oberbecken“ sowie Schnitt 1-1 (West-Ost), Quellen: Lageplan: JES-A001-PERM1-A21001-00.pdf, Schnitte: JES-A001-PERM1-A21002-01.pdf	35
Abbildung 23	Horizontogramm für den Beurteilungspunkt „Riedlerhof“ (615 m ü.NN) und der Dammkrone des Oberbeckens (632,5 m ü.NN), dargestellt für ebenes Gelände, Höhe des Beobachtungspunktes: 1,75 m, Datenquelle: RayMan Pro berechnet für den Standort Riedlerhof.....	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Treibhausgaspotential (THG-Potenzial) der klimarelevanten Verbindungen.....	11
-----------	---	----



Tabelle 2	Beschreibung der Klimastationen im Nahbereich des Untersuchungsraums	14
Tabelle 3	Minima und Maxima der Lufttemperatur in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (WG) und der Jahreszeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (2011-2020)	24
Tabelle 4	Sonnenauf- und -untergang sowie theoretische Sonnenscheindauer (SDmax) und Sonnenscheindauer nach Realisierung des Dammbauwerks für das Oberbecken (SDact) für den Beurteilungspunkt Riedlerhof	36
Tabelle 5	Energiebilanz und Bilanz der Treibhausgasemissionen in der Bauphase, gesamt (gerundete Zahlen).....	37
Tabelle 6	Bilanz der Treibhausgasemissionen für Bau- und Betriebsphase.....	38
Tabelle 7	Energiebilanz Bauphase, Baustellenbereiche	46
Tabelle 8	Energiebilanz und Bilanz der Treibhausgasemissionen Bauphase, Baustellenbereiche .	46
Tabelle 9	Ermittlung der Transportlängen durch externe PKW- und LKW-Fahrten sowie Schubleichter während der Bauphase (IO = Innerortsstraßen, AO = Außerortsstraßen, AB = Autobahnen und Schnellstraßen)	46
Tabelle 10	Energiebilanz und Bilanz der Treibhausgasemissionen Bauphase fossile Energieträger, Transporte außerhalb der Baustellenbereiche	47





1. Einleitung

Im Jahr 1952 vereinbarten Regierungsabkommen der Regierungen der Bundesrepublik Deutschland, des Freistaates Bayern und der Republik Österreich zur Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) wurde der Bau und die möglichst wirtschaftliche Nutzung der Kraftwerksanlage Jochenstein an der Grenzstrecke der Donau vereinbart. Zu den im Regierungsübereinkommen genannten Kraftwerksanlagen zählt auch ein Pumpspeicherwerk, dessen Errichtung noch aussteht.

Die derzeit herrschenden Rahmenbedingungen in der Europäischen Energiewirtschaft mit dem Willen, erneuerbare Energieträger nachhaltig in die Energieaufbringung mit einzubeziehen und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit, die erzeugte Energie aus volatilen Energieträgern (Wind, Photovoltaik) zu speichern, bedingen eine steigende Nachfrage nach Energiespeichern. Dabei stellen Pumpspeicherkraftwerke aus Wasserkraft die mit Abstand effizienteste und nachhaltigste Möglichkeit dar.

Vor diesem Hintergrund plant die Donaukraftwerk Jochenstein AG im Oberwasserbereich des Kraftwerks Jochenstein die Errichtung eines modernen Pumpspeicherkraftwerks, im Folgenden als „Energiespeicher Riedl“ bezeichnet. Die Grundkonzeption des Energiespeichers Riedl (ES-R) ist in Abbildung 1 dargestellt.

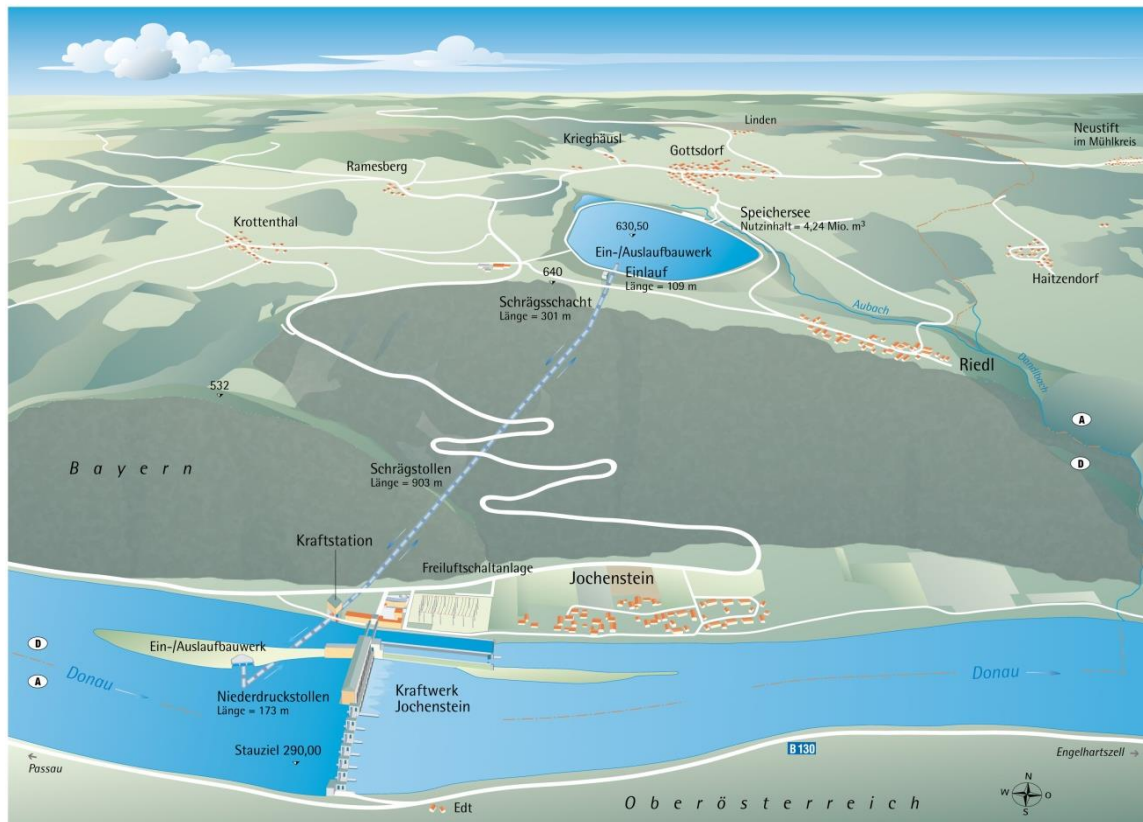


Abbildung 1: Projektübersicht (DKJ)

Das Wasser für die neue Anlage soll der Donau aus dem Stauraum Jochenstein am rechten Ufer des Trenndamms zwischen dem bestehenden Kraftwerk Jochenstein und der bestehenden Schleusenanlage über ein Ein-/Auslaufbauwerk sowohl entnommen als auch zurückgegeben werden. Ein neu zu errichtender Speichersee, welcher in der "Riedler Mulde" südwestlich der Ortschaft Gottsdorf und nördlich der Ortschaft Riedl vorgesehen ist, soll als Oberbecken verwendet werden. Die beiden Wasserkörper sollen durch Stollen zu einer Kraftstation als Schachtbauwerk im Talbodenbereich von Jochenstein verbunden werden, in welcher die beiden Pumpen und Turbinen aufgestellt werden sollen. Die erzeugte elektrische Energie soll in einem unterirdischen Kabelkanal

in die bestehende Schaltanlage des Kraftwerks Jochenstein eingespeist werden. Alle Anlagenteile des Energiespeichers Riedl befinden sich auf deutschem Staatsgebiet.

Im Stauraum von Passau bis Jochenstein ist zudem die Umsetzung von insgesamt sieben gewässerökologischen Maßnahmen (GÖM) an der bayrischen Donau geplant. Hierzu zählen folgende Maßnahmen:

- V1: Vorschüttung Kiesbank und Kiesinsel Hafen Racklau
- V2: Vorschüttung Kiesbank Innstadt Passau
- V3: Adaptierung Kernmühler Sporn
- V4: Adaptierung Mannheimer Sporn
- V5: Neuerrichtung Stillgewässer Edlhof, Stauraum Jochenstein
- V6: Strukturierung und Adaptierung Leitwerk Erlau
- V7: Strukturierung und Adaptierung Altarm Obernzell

Der Energiespeicher Riedl ist eine Wasserkraftanlage, für deren Errichtung eine Planfeststellung und für deren Betrieb eine wasserrechtliche Bewilligung erforderlich ist. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens ist gemäß §§ 1 ff. in Verbindung mit Anlage 1 („Liste UVP-pflichtige Vorhaben“) des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen.

Der Träger des Vorhabens hat gemäß § 16 UVPG der zuständigen Behörde einen Bericht zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens (UVP-Bericht) vorzulegen. Das gegenständliche Fachgutachten ist Teil des UVP-Berichts zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Energiespeichers Riedl.

Soweit in den Antragsunterlagen vereinzelt von Umweltverträglichkeitsstudie (UVS) gesprochen wird, beruht diese Formulierung auf der über viele Jahre gängigen Bezeichnung, die seit dem Jahr 2019 begrifflich durch die Formulierung UVP-Bericht ersetzt wurde. Einzelne Teile der Antragsunterlagen wurden ursprünglich auf Grundlage einer früheren Fassung des UVPG erstellt und verwenden daher teilweise noch den ursprünglichen Begriff UVS. Inhaltlich sind diese Unterlagen gleichwohl aktuell.

2. Aufgabenstellung

Im Auftrag der Donaukraftwerk Jochenstein AG erstellten der Deutsche Wetterdienst (DWD) und die Laboratorium für Umweltanalytik GmbH im Jahr 2011 den Fachbeitrag "Klima" im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zum Projekt "Energiespeicher Riedl". Zusätzlich wurden vom DWD ein Bericht über die meteorologischen Messungen und Kaltluftabflussrechnungen und eine Expertise zum Bemessungswind über der geplanten Speichersee des „Energiespeicher Riedl“ im Jahr 2011 erstellt.

Die Laboratorium für Umweltanalytik GmbH wurde im Jahr 2020 von der Donaukraftwerk Jochenstein AG mit der Überarbeitung bzw. Aktualisierung des Fachbeitrages beauftragt. Im ursprünglichen Beitrag erfolgte eine kurze Beschreibung der Ist-Situation, sowie eine Darstellung möglicher mikroklimatischer Auswirkungen des gegenständlichen Projekts während der Bau- und Betriebsphase.

Im Folgenden werden, aufbauend auf den im Jahr 2011 erstellten Fachbeitrag, Planänderungen sowie Auswertungen der seit 2011 betriebenen Projektmessstelle in Gottsdorf berücksichtigt und in den aktuellen Fachbeitrag eingearbeitet. Des Weiteren erfolgt eine Bilanzierung der Treibhausgasemissionen für die Bau- und Betriebsphase und es werden Aspekte des Klimawandels untersucht.



3. Verwendete Unterlagen

Plan- und Anlagenbezug

Anlage	Format	File Name	Ordner Nr.	Register
Anlage 1: Oberbecken „Energiespeicher Riedl“, Bericht über die meteorologischen Messungen und Kaltluftabflussrechnungen (Deutscher Wetterdienst)	A4	JES-A001-DWD_1- B40018-02	16b	UVS 6.2
Expertise zum Bemessungswind über der geplanten Stauanlage Oberbecken des PSW „Energiespeicher Riedl“	A4	JES-A001-DWD_1- B40008-00	12	TA 4
Verkehrsaufkommen, Material- und Personentransporte	A4	JES-A001-PERM1- B10006-00	13	TA 10.5

TU Wien/EEG (2020): Hydro Pumped Storage Riedl Project, TYNDP 2020: Assessment of System and Project Level Benefits, September 2020

VDI 3787 Blatt 5 (2003): Umweltmeteorologie – Lokale Kaltluft

Meteorologische Messdaten der Projektmessstelle Gottsdorf/Riedl des Zeitraums 2011-2020

Sonstige Literatur: die verwendete Literatur ist im Kapitel 15 aufgelistet.

4. Untersuchungsraum und inhaltliche Abgrenzung

Das Klima und seine Parameter werden, je nach Fragestellung, in unterschiedlichen Maßstäben untersucht. Das Makroklima bezieht sich auf globale Fragen bzw. große Landschaftsräume (Klimazonen). Das Mesoklima beschreibt das Klima in Gebieten von 1 km bis 100 km Ausdehnung. Fragen des Lokalklimas, welche die Besonderheiten einer durch Bauwerke und Vegetation geprägten Erdoberfläche betreffen, fallen teils in das Mesoklima, teils in das Mikroklima. Letzten Endes ist das Lokalklima in das großräumige Klima eingebettet.

Der Untersuchungsrahmen konzentriert sich thematisch auf mikroklimatologische Analysen, wobei die Untersuchungstiefe die Flächeninanspruchnahmen durch das Vorhaben sowie den Wirkraum (direkt beeinflusste Fläche) umfasst.

Gegenstand des Fachbeitrags Klima ist somit die Darstellung des Ist-Zustandes der klimabeeinflussenden Faktoren aufgrund bestehender meteorologischer Beobachtungsreihen und die Diskussion von etwaigen positiven bzw. negativen Auswirkungen der zu erwartenden Änderungen auf das Mikroklima im Untersuchungsgebiet (Vorhabensort und Eingriffsraum).

Die Systemabgrenzung für die Energie- und Klimabilanz bezieht sich konkret auf den beantragten Projektgegenstand und dessen Herstellung. Vorgelagerte Produktionsketten sowie der Energieverbrauch, der durch andere Vorhaben bereitgestellt wird (Bezug von Kraft- und Baustoffen, Produktion von Anlagen- und Maschinenteilen), liegen außerhalb der Systemgrenzen des Vorhabens. Zum Vorhaben gehören jedoch die Bauphase und der durch das Vorhaben induzierte Verkehr.



5. Untersuchungsmethodik

5.1 Allgemeines

Entsprechend der Definition der WMO (World Meteorological Organisation) ist das Klima „die für einen Ort oder einen größeren Raum typische Zusammenfassung der erdnahen und die Erdoberfläche beeinflussenden atmosphärischen Zustände und Witterungsvorgänge während eines längeren Zeitraumes in charakteristischer Verteilung der häufigsten, mittleren und extremen Werte“.

Das Klima an einem Ort wird von vielen Faktoren beeinflusst. Wesentliche Einflussgrößen sind die geographische Breite, die Entfernung zu den Ozeanen, die Höhe des Gebietes über NN, die Landnutzung und das Geländeerelief.

Bezogen auf die möglichen lokalklimatischen Auswirkungen des Vorhabens sind im Wesentlichen von Bedeutung:

- Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse
- Auswirkungen auf die Feuchteverhältnisse und die Nebelhäufigkeit
- Auswirkungen auf die Strömungs- und Durchlüftungsverhältnisse
- Auswirkungen auf Besonnung/Beschattung

5.2 Erhebung des Ist-Zustandes

Die Beschreibung der klimatologischen Verhältnisse im Bestand erfolgt anhand einer allgemeinen Zuordnung des Untersuchungsgebietes zu einem Klimaraum sowie der Auswertung und Darstellung der das Klima beschreibenden Kenndaten von für den Untersuchungsraum repräsentativen Langzeitmessstationen ("Klimanormalperiode").

5.3 Beurteilung des Ist-Zustandes und der verbleibenden Auswirkungen

Eine Beurteilung des Ist-Zustandes ließe sich aufgrund der vorgefundenen topografischen Strukturen und der Nutzungen (z.B. Siedlungsraum, Wald etc.) durchführen, indem z.B. bewertet wird, wie sehr diese geeignet sind, ein eigenes Mikroklima (bei bestimmter Wetterlage) auszubilden. Andererseits werden in exponierten Lagen die kleinklimatischen Gegebenheiten durch die großräumigen Witterungsverhältnisse sehr stark geprägt. Als weitere Konsequenz ist mit dem Auftreten von starken tageszeitlichen Schwankungen der meteorologisch relevanten Größen Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und vor allem des Windes zu rechnen, sodass der Untersuchungsraum generell als robust gegenüber kleinräumigen Veränderungen einzustufen ist.

Mögliche Änderungen der klimatischen Gegebenheiten durch das Vorhaben können im Allgemeinen nur qualitativ beschrieben werden. Der Wirkungsgrad der Eingriffe erfolgt daher phänomenologisch anhand mikroklimatischer Grundkenntnisse und auf der Basis von Analogieschlüssen. Die möglichen Änderungen zwischen dem Nullplanfall und der Situation bei Vorhabensverwirklichung werden beschrieben und typischen räumlichen und zeitlichen Schwankungsbreiten gegenübergestellt.



5.4 Energie- und Klimabilanz

5.4.1 Darstellung der Treibhausgasemissionen

Wasserkraftanlagen und Pumpspeichieranlagen emittieren auf Grund ihrer Funktionsweise keine relevanten Mengen an Treibhausgasen während der Betriebsphase. Treibhausgasemissionen entstehen nur durch den anlagenbezogenen Verkehr sowie durch einen regelmäßigen Betrieb der Notstromaggregate. In der Bauphase entstehen durch das Vorhaben klimarelevante Spurenstoffe durch Einsatz fossiler Brennstoffe in Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen und Baumaschinen sowie indirekt durch den Stromverbrauch von elektrisch betriebenen Geräten und bei den Baustelleneinrichtungen.

Treibhausgasemissionen infolge von permanenten Landnutzungsänderungen (z.B. Flächenbedarf für den Energiespeicher Riedl) sind ebenfalls zu bilanzieren und werden der Betriebsphase zugerechnet.

Treibhausgasemissionen sind generell als CO₂-Äquivalente (CO_{2äq}) gemäß ihrem THG-Potenzial anzuführen (siehe Tabelle 1). Bilanziert wird für das Vorhaben nur CO₂, da andere klimarelevante Spurengase bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe bzw. infolge der Landnutzungsänderungen nicht oder nur in vernachlässigbarer Größenordnung freigesetzt werden.

Treibhausgas	Quellen (Beispiele)	THG-Potenzial ¹⁾
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	Verbrennung	1
Methan (CH ₄)	Verbrennung, Abfallagerung	25
Distickstoffdioxid (N ₂ O)	Verbrennung, Verkehr, Landwirtschaft	298
teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW)	Kühlmittel, Nichteisenmetall-Industrie	12-14.800
perfluorierte Kohlenwasserstoffe (P-FKW)	Kühlmittel, Nichteisenmetall-Industrie	7.390-20.000
Schwefelhexafluorid (SF ₆)	Schaltanlagen	22 800

1) Treibhausgaspotential bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren gemäß UN-FCCC (2014)

Tabelle 1 Treibhausgaspotential (THG-Potenzial) der klimarelevanten Verbindungen

5.4.2 Berechnung der Treibhausgasemissionen und des Energiebedarfs in der Bauphase

Die Bilanzierung des Energiebedarfs und der Treibhausgasemissionen in der Bauphase erfolgt für die energie- und klimarelevanten Anlagenteile für die eingesetzten Baumaschinen und Geräte, den induzierten Verkehr sowie die Baustellen-Logistik (Ausnutzung der LKWs, Beleuchtung etc.).

Auf Grundlage des beschriebenen Einsatzes der Baumaschinen und Geräte sowie Annahmen zum mittleren Lastfaktor, abgeleitet aus der Datenbank für die Berechnung von Offroad-Emissionen (BUWAL, 2007) wurde der erforderliche Kraftstoffbedarf ermittelt.

Der notwendige Energiebedarf errechnet sich aus:

Nennleistung x Lastfaktor x geplanter Einsatzdauer / mechanischer Wirkungsgrad

Bei einem mechanischen Wirkungsgrad der eingesetzten Dieselmotoren von 40% resultiert ein Kraftstoffverbrauch von rund 0,21 kg Dieselmotorkraftstoff/kWh_{mech.}. Je kg eingesetztem Dieselmotorkraftstoff wird von 3,15 kg CO₂ Emissionen ausgegangen (Basis: Elementaranalyse 86% C, 14% H).

Die Ermittlung von Energiebedarf und Emissionen der KFZ für Transportfahrten sowie der Personalfahrten erfolgt über die Fahrleistung gemäß voraussichtlichem Verkehrsaufkommen (JES-A001-PERM1-B10006-00 Verkehrsaufkommen) und dem spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren der KFZ. Die CO₂-Emissionsfaktoren (in g/km) aus dem Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA V 4.1, infras 2019)



multipliziert mit der Fahrleistung (in Kfz-km) ermöglichen die Berechnung der CO₂-Verkehrsemissionen:

$$E = \text{Kfz-km} \times \text{EFA}$$

Für die Berechnung der Emissionen durch die Donauschifffahrt werden Emissionsfaktoren für den Güterverkehr nach Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (2016) herangezogen. Demnach ist für die Binnenschifffahrt für Treibhausgase angegeben als CO₂ (CO₂-Äquivalent) von einem Emissionsfaktor von 31 g/tkm (Tonnenkilometer) auszugehen.

Für das CO₂-Emissionspotential der während der Bauphase eingesetzten elektrischen Energie wird ein CO₂-Emissionsfaktor von 0,401 kg CO₂/kWh_{el} herangezogen (Deutscher Strommix, geschätzt für Bezugsjahr 2019 nach UBA 2020).

Als Systemgrenze für den Antransport von Baumaterialien und den Abtransport von Aushubmaterial etc. werden realistische Transportweiten angesetzt (siehe Tabelle 9). Für PKW- und LKW-Fahrten wird von einer mittleren Strecke von 50 km ausgegangen. Für die Schubleichter wird die Strecke bis zur Schleuse Deggendorf angenommen (das sind rund 84 km ab Jochenstein).

5.4.3 Berechnung der Treibhausgasemissionen und des Energiebedarfs in der Betriebsphase

Pumpspeicheranlagen emittieren auf Grund ihrer Funktionsweise keine relevanten Mengen an Treibhausgasen während der Betriebsphase. Außerdem ist in der Betriebsphase mit einem äußerst geringen Verkehrsaufkommen zu rechnen (gelegentliche Wartungsfahrten), dementsprechend vernachlässigbar sind auch die dieser Aktivität zuzuordnenden jährlichen CO₂-Emissionen.

CO₂-Emissionen aufgrund von Landnutzungsänderungen sind jedoch zu bilanzieren.

Demgegenüber steht in der Betriebsphase ein CO₂-Einsparpotential, sofern bei einem Stromüberschuss (z.B. durch die Spitzen der Windkraft und Photovoltaik) Energie aus dem Netz gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt wieder in das Netz eingespeist werden kann und dadurch mit fossilen Brennstoffen betriebene Kraftwerke zur Spitzenabdeckung ersetzt werden können.



6. Bestandssituation

6.1 Untersuchungsraum

Großraumklimatisch gehört der Untersuchungsraum zur warm-gemäßigten Klimazone in Mitteleuropa. Innerhalb dieser Zone liegt das Untersuchungsgebiet, wie der übrige südbayerische Raum, im Übergangsbereich zwischen dem maritimen Klima in Westeuropa mit kühlen Sommern, relativ milden Wintern und hoher Luftfeuchtigkeit und dem kontinentalen Klima im Osten, das sich durch kalte Winter, warme Sommer und geringe Luftfeuchtigkeit auszeichnet. Der jeweilige Witterungscharakter wird durch die Großwetterlage bestimmt. Bei Wetterlagen mit vorherrschend westlichen Winden werden maritime Luftmassen herangeführt. Wetterlagen mit östlicher Luftströmung, meist gekoppelt mit Hochdruckgebieten, werden vom kontinentalen Einfluss dominiert. Langjährig gesehen überwiegt im Bereich Gottsdorf/Riedl im äußersten Südosten Bayerns der kontinentale Klimatyp, wobei es in einzelnen Jahren auch deutlichere Ausprägungen des maritimen Typs geben kann.

Regionalklimatisch gesehen zählt der Untersuchungsraum zum Klimabezirk Bayerischer Wald. Der Mittelgebirgseinfluss sorgt vor allem durch die größere Höhenlage für niedrigere Temperaturen und auch der Grad der Kontinentalität ist dadurch etwas geringer. Mit zunehmender Höhenlage befindet sich der Untersuchungsraum im Winterhalbjahr bei austauscharmen Wetterlagen häufiger oberhalb von Inversion (Temperaturumkehr, Temperaturzunahme mit der Höhe) und Talnebel. Die Sonnenscheindauer ist dadurch erhöht. Vor allem die Kuppenlagen, aber auch die Hochflächen sind dagegen bei Tiefdruckwetterlagen vielfach in Wolkennebel gehüllt.

Lokalklimatisch lassen sich drei Teilräume (Klimatope) unterscheiden, die aufgrund der Höhenlage und ihrer Exponiertheit geländeklimatologisch geprägt sind.

Der Teilraum **Donautal** ist charakterisiert durch die Tallage und den Wasserkörper der Donau. Der Luftmassentransport verläuft vorwiegend talparallel, der tagsüber aufgrund der steilen Hänge der Talflanken von thermisch induzierten Winden, in den Nachtstunden durch Kaltluftabfluss überlagert wird. Der große Wasserkörper der Donau bestimmt das Temperatur- und Feuchteregime wesentlich. In den Wintermonaten tritt oft lang andauernder Nebel auf.

Die besondere lokalklimatische Situation der **Donauleiten** ergibt sich aus der Hangneigung und der Exposition nach Süden und des damit verbundenen erhöhten Strahlungsangebotes. Als Konsequenz ergeben sich überdurchschnittlich warme und trockene Verhältnisse sowie ein verstärktes Auftreten von thermisch induziertem Luftmassenaustausch.

Der Teilraum **Oberbecken** befindet sich in über 600 m ü.NN. In diesen höheren Lagen ist mit entsprechend niedrigeren Temperaturen und deutlich höheren mittleren Windgeschwindigkeiten als in Niederungen zu rechnen. Aufgrund der freien und ungeschützten Hochlage werden die lokalklimatischen Verhältnisse wesentlich durch die synoptischen Geschehnisse beeinflusst.



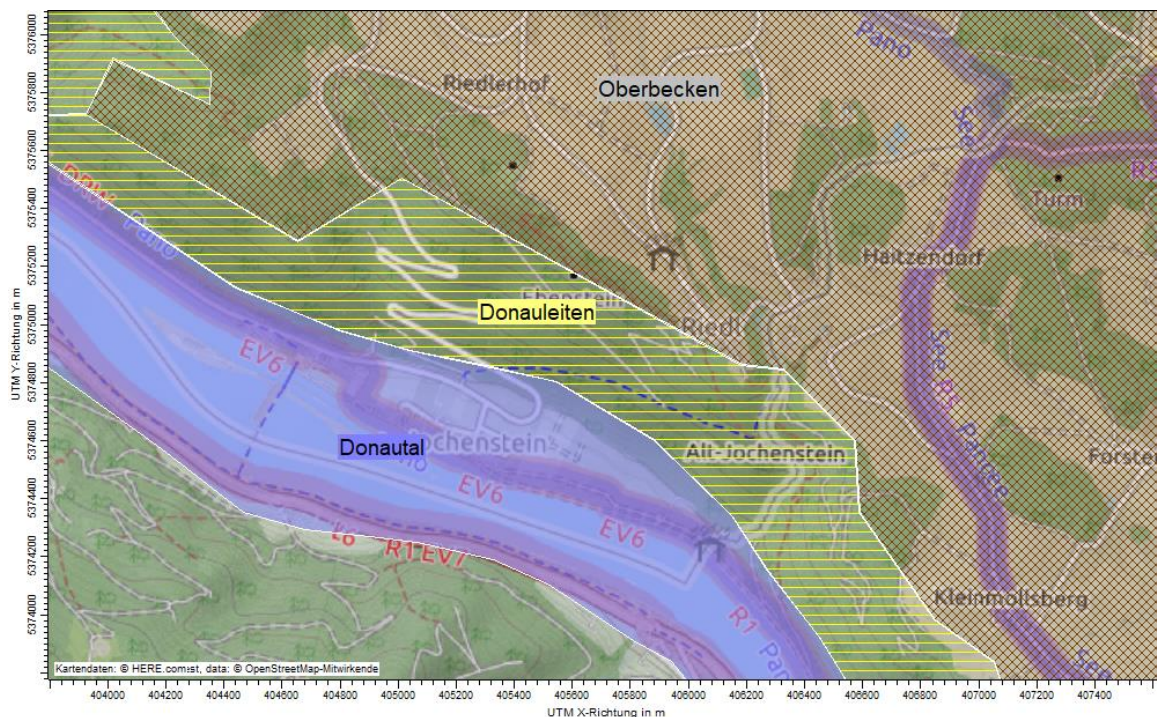


Abbildung 2 Lokalklimatische Einheiten (Klimatope)

Die nächstgelegenen Klimastationen mit Langzeitbeobachtungen (DWD und ZAMG, 30 Jahre) sind Fürstenzell (DWD) sowie Kollerschlag und Aschach an der Donau in Österreich (beide ZAMG). Die Station Kollerschlag liegt auf 725 m über NN und repräsentiert die Mittelgebirgslage. Die Station Aschach befindet sich an der Donau und ist somit für die Donautallagen charakteristisch.

Seit dem Jahr 2010 wird in Gottsdorf/Riedl eine meteorologische Messstation von der Vorhabensträgerin betrieben, an der die Parameter Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Lufttemperatur und Luftfeuchte gemessen werden. Die Messstation wurde im Juli 2011 umgestellt und wird seither ca. 150 m östlich des geplanten Speichersees betrieben. Der Auswertung werden die Messdaten der Jahre 2011 bis 2020 zugrunde gelegt.

Station / Periode	Höhe m über NN	geogr. Breite °	geogr. Länge °	Lage
Kollerschlag (1981-2010)	725	48.606	13.840	Hochebene
Fürstenzell (1981-2010)	476	48.550	13.350	Ebene
Aschach (1971-2000)	401	48.383	14.017	Tallage
Gottsdorf (2011-2020)	636	48.116	13.542	Hochebene

Tabelle 2 Beschreibung der Klimastationen im Nahbereich des Untersuchungsraums

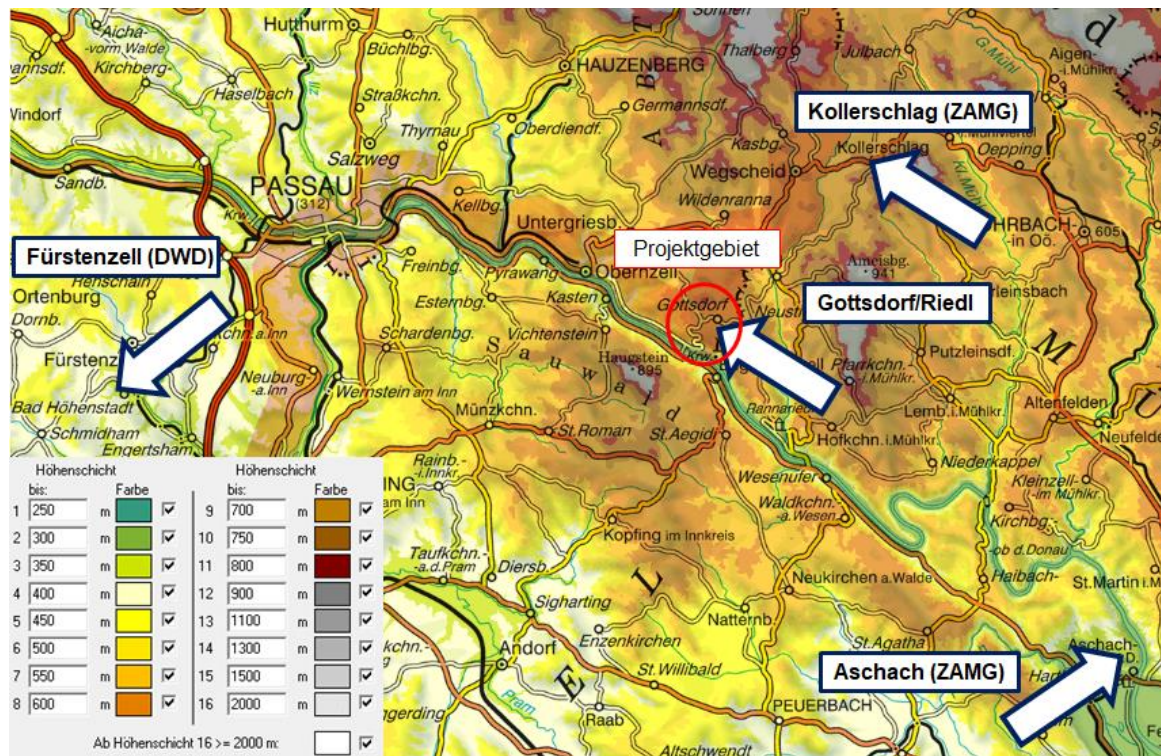


Abbildung 3 Höhenschichtdarstellung des Untersuchungsraums Klima mit eingezeichnetem Projektgebiet (roter Kreis), (farbliche Abstufung <800 m in 50 m und >800 m in 100 m Intervallen), (Kartenquelle: Austrian Map Fly 5.0)

6.2 Beschreibung der Klima Ist-Situation

Als die das regionale Klima charakterisierenden relevanten Kenngrößen müssen Temperatur, Niederschlag, Schnee, Nebel bzw. Feuchte und Wind genannt werden. Aufgrund der natürlichen, starken interannuellen Variabilität sollten generell möglichst lange Zeitreihen für die klimatologische Beurteilung herangezogen werden. Die WMO hat den Zeitraum der Klimabeobachtung mit dreißig Jahren festgesetzt ("Klimanormalperiode"). Die aktuelle Normalperiode betrifft die Zeitspanne 1991 bis 2020, allerdings liegen dazu aktuell noch keine Auswertungen vor. Die vorangehende Normalperiode war 1961–1990. Einige Wetterdienste haben aber auch Zwischenauswertungen vorgenommen, sodass auch Daten für die Zeiträume 1971–2000 und 1981–2010 vorliegen. Auf diese Daten wird für die Beschreibung der Klima Ist-Situation zurückgegriffen.

Zur Beschreibung des Untersuchungsraums werden die Messdaten der Station Gottsdorf/Riedl im Bereich des geplanten Speichersees für den Zeitraum Juli 2011 bis Dezember 2020 herangezogen, sowie die Station Passau-Fürstenzell des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und Kollerschlag und Aschach an der Donau der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) (Abbildung 3).

6.2.1 Lufttemperatur

Die Wärmeverhältnisse eines Orts werden üblicher Weise durch Angaben zur Lufttemperatur beschrieben, die gewöhnlich durch die Aufzeichnung der Monats- und Jahresmittel bzw. der täglichen Maxima bzw. Minima hinreichend charakterisiert ist.

In Abbildung 4 werden die jahreszeitlichen Änderungen der Lufttemperatur der Langzeitstationen im Nahbereich des Untersuchungsraums wiedergegeben.

Zur Veranschaulichung der Temperaturverläufe an den Langzeitstationen werden über den gesamten 30-Jahreszeitraum je Kalendermonat die Tagesmittelwerte aller 30 Jahre ("MW") gemittelt. Die Messwerte der Klimastation Gottsdorf/Riedl werden über den gesamten Messzeitraum (Juli 2011 – Dezember 2020) je Kalendermonat die Tagesmittelwerte aller 9 Jahre ("MW") gemittelt dargestellt.

Der ausgeprägte Jahresgang des Klimaparameters Temperatur wird vor allem vom jahresperiodischen Strahlungsverlauf geprägt.

Die tiefsten mittleren Monatstemperaturen werden im Jänner, die höchsten im Juli beobachtet. Die entsprechenden Zahlenwerte betragen für die Jännertemperaturen im Beobachtungszeitraum im Mittel zwischen: $-1,2^{\circ}\text{C}$ (Aschach) und $-1,9^{\circ}\text{C}$ (Fürstzell) bzw. für die Julitemperaturen zwischen: $18,0^{\circ}\text{C}$ (Kollerschlag) und $18,1^{\circ}\text{C}$ (Fürstzell und Aschach). An der Messstelle Gottsdorf/Riedl lagen die entsprechenden Werte zwischen $-1,4^{\circ}\text{C}$ und $17,8^{\circ}\text{C}$.

Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den Stationen gering. Das gilt auch für die Jahresmitteltemperaturen, die bei allen Stationen zwischen 8°C und 9°C betragen.

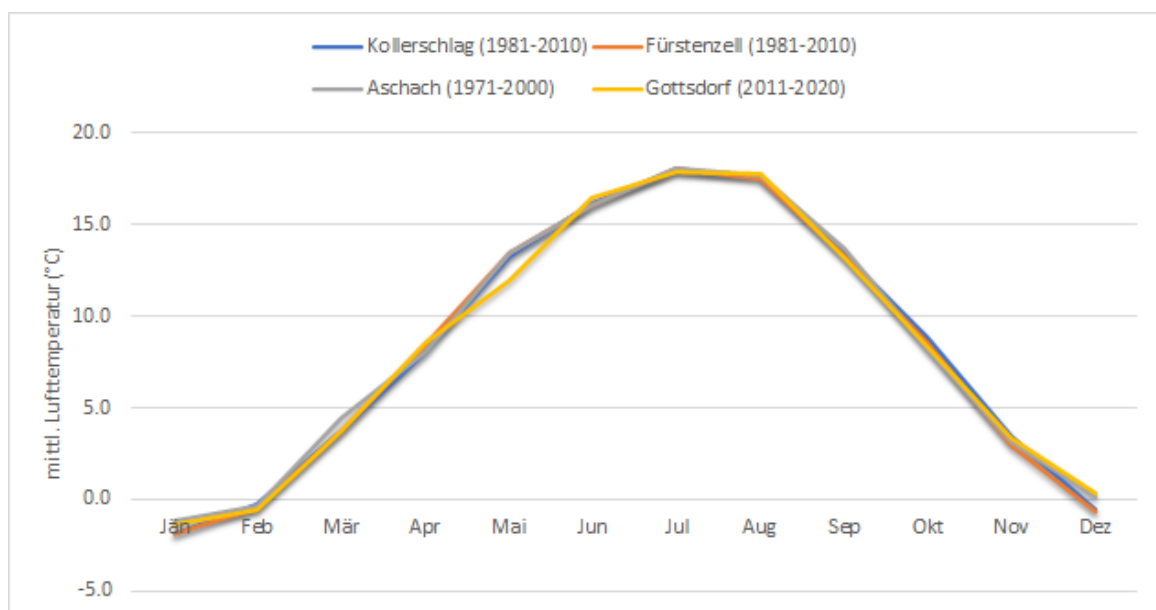


Abbildung 4 Jahresgang der Lufttemperatur an den Messstellen

Bei einem Vergleich mittlerer Jahrestemperaturdaten von Stationen mit unterschiedlichen Vergleichsperioden ist jedoch zu berücksichtigen, dass auch als Folge des einsetzenden Klimawandels das Temperaturniveau jüngerer Zeitperioden bereits höher liegt, wie aus Abbildung 5 abgeleitet werden kann.

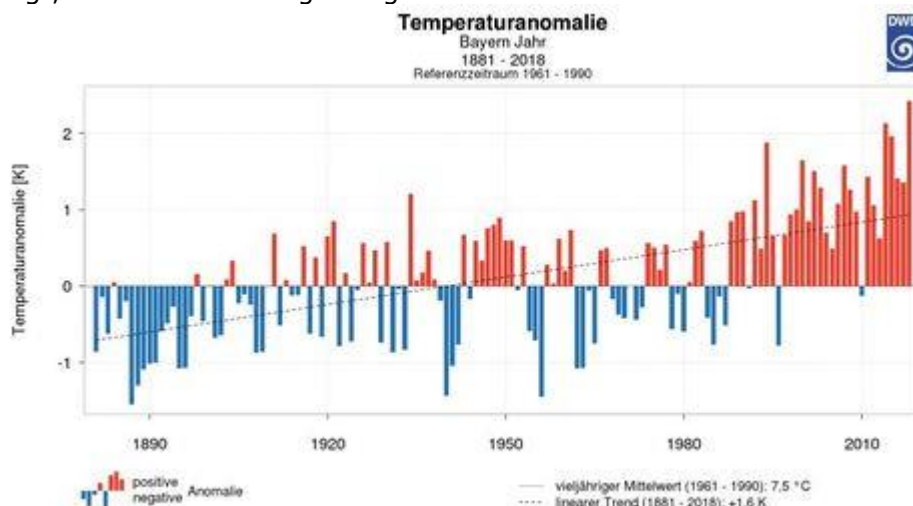


Abbildung 5 Entwicklung der mittleren Lufttemperatur in Bayern im Zeitraum 1881-2018

Gottsdorf/Riedl	mittl. Lufttemperatur in Abhängigkeit von Tageszeit und Monat												
2011 - 2020	Monat												Mittel
Stunde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	- 1.8	- 1.3	2.3	6.3	9.7	13.9	15.2	15.4	11.4	7.3	2.8	0.0	6.8
2	- 1.9	- 1.5	2.0	6.0	9.4	13.5	14.9	15.1	11.2	7.1	2.7	- 0.0	6.6
3	- 1.9	- 1.6	1.8	5.7	9.2	13.3	14.6	14.7	11.0	7.0	2.6	- 0.1	6.4
4	- 2.0	- 1.7	1.6	5.5	9.0	13.0	14.3	14.5	10.8	6.8	2.5	- 0.2	6.2
5	- 2.1	- 1.8	1.5	5.4	9.0	13.0	14.3	14.3	10.6	6.6	2.4	- 0.2	6.1
6	- 2.1	- 1.8	1.4	5.7	9.6	13.9	15.0	14.5	10.5	6.5	2.3	- 0.3	6.3
7	- 2.2	- 1.9	1.7	6.7	10.5	14.8	16.1	15.7	11.0	6.5	2.2	- 0.3	6.8
8	- 2.2	- 1.7	2.4	7.6	11.2	15.5	16.8	16.8	12.2	7.1	2.3	- 0.3	7.3
9	- 2.0	- 1.2	3.3	8.5	12.0	16.3	17.6	17.7	13.1	8.0	2.8	- 0.1	8.0
10	- 1.6	- 0.6	4.1	9.3	12.7	17.0	18.3	18.5	13.8	8.6	3.4	0.2	8.7
11	- 1.2	0.0	4.8	10.2	13.5	17.9	19.4	19.5	14.6	9.4	3.9	0.6	9.4
12	- 0.7	0.7	5.6	10.9	14.1	18.5	20.1	20.4	15.4	10.2	4.5	1.0	10.1
13	- 0.3	1.2	6.2	11.5	14.7	19.2	20.7	21.0	16.0	10.8	5.0	1.4	10.6
14	- 0.2	1.4	6.6	11.9	15.0	19.6	21.2	21.5	16.4	11.2	5.2	1.5	11.0
15	- 0.1	1.5	6.8	12.1	15.1	19.8	21.5	21.7	16.6	11.3	5.1	1.4	11.1
16	- 0.4	1.3	6.7	12.0	15.0	19.9	21.5	21.7	16.4	10.9	4.7	1.1	10.9
17	- 0.8	0.8	6.2	11.6	14.7	19.8	21.4	21.5	16.0	10.1	4.0	0.7	10.5
18	- 1.1	0.2	5.3	10.8	14.2	19.4	20.9	20.9	14.9	8.9	3.6	0.6	9.9
19	- 1.3	- 0.3	4.4	9.6	13.3	18.5	20.0	19.4	13.5	8.3	3.4	0.5	9.1
20	- 1.4	- 0.5	3.8	8.6	12.1	17.2	18.4	17.7	12.8	8.0	3.2	0.4	8.4
21	- 1.5	- 0.7	3.5	8.0	11.3	15.9	17.2	16.9	12.3	7.8	3.1	0.4	7.9
22	- 1.5	- 0.9	3.1	7.5	10.8	15.2	16.5	16.4	12.1	7.6	3.0	0.3	7.5
23	- 1.6	- 1.1	2.9	7.1	10.4	14.8	16.0	16.0	11.8	7.4	2.9	0.2	7.3
24	- 1.6	- 1.2	2.7	6.8	10.1	14.4	15.7	15.6	11.5	7.3	2.7	0.1	7.0
Mittel	- 1.4	- 0.5	3.8	8.6	11.9	16.4	17.8	17.8	13.2	8.4	3.3	0.4	8.3

Abbildung 6 Mittlerer Jahresgang der Lufttemperatur in Abhängigkeit von der Tageszeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwert der Jahre 2011-2020.

In Abbildung 7 ist die mittlere Anzahl an Frost- und Eistagen abgebildet. Mit Frosttagen werden dabei Tage bezeichnet, an denen das Temperaturminimum nicht über 0°C ansteigt, während Eistage diejenigen Tage sind, an denen auch die maximale Temperatur 0°C nicht überschreitet. In Kollerschlag werden im Jahr 110 Frosttage und 21 Eistage, in Aschach 96 Frosttage und 22 Eistage gezählt. In Gottsdorf/Riedl lagen diese Zahlen bei 97 Frost- und 37 Eistagen.

Im Untersuchungsgebiet ist demnach im Bereich des Speichersees je nach Exposition an etwa 100 Tagen pro Jahr mit Frost zu rechnen.

Heitere und trübe Tage sind ein Maß für den Bewölkungsgrad der sichtbaren Himmelsfläche. Die entsprechenden Häufigkeiten liegen bei rund 50 heiteren Tagen im Jahr (Bewölkungsgrad weniger als 2/10 des Himmels) und bei 135-160 trüben Tagen im Jahr (Bewölkungsgrad mehr als 8/10).



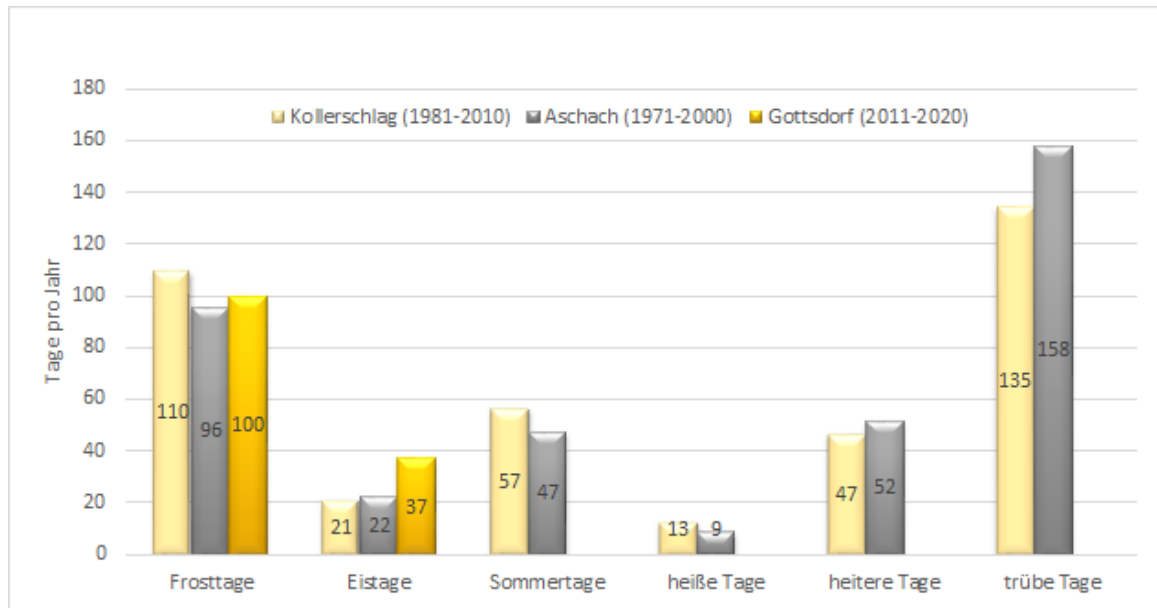


Abbildung 7 Jahresgang der Frosttage bzw. Eistage an den Messstellen Kollerschlag, Aschach und Gottsdorf/Riedl

6.2.2 Niederschlagsverhältnisse

Generell wird die räumliche Niederschlagsverteilung durch die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und die orographischen Gegebenheiten bestimmt.

An den Langzeitmessstellen betragen die entsprechenden Jahresniederschlagssummen im 30-jährigen Mittel 1040 mm/a in Kollerschlag (1981-2010), 787 mm/a in Aschach (1971-2000) und 957 mm/a in Fürstenczell (1981-2010). In Gottsdorf/Riedl werden keine Niederschlagsmessungen durchgeführt.

In Abbildung 8 sind die mittleren Monatssummen dargestellt.

An den Messstellen zeigt sich ein charakteristischer Jahresgang mit den höchsten monatlichen Niederschlägen während des Sommers (verstärkte Konvektion und damit verbunden verstärkte Schauer- bzw. Gewittertätigkeit).

Die Niederschlagsmengen in der Hauptvegetationszeit (Mai-Sept.) liegen im Bereich von 400-500 mm.

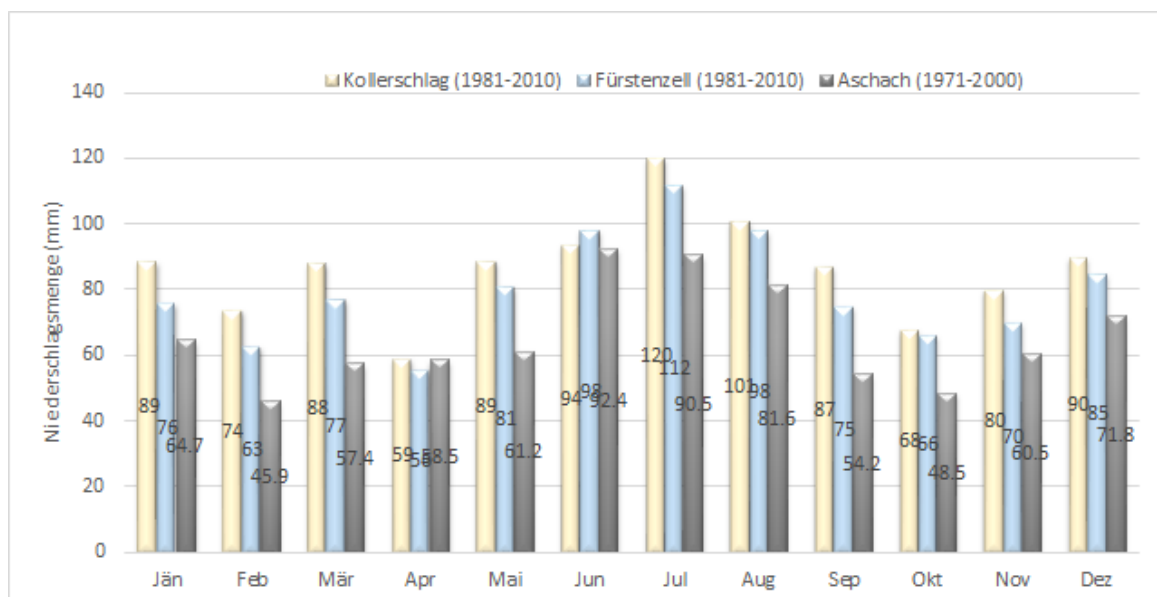


Abbildung 8 Jahresverlauf der mittleren Niederschlagsmonatssumme bzw. der mittleren Neuschneemengen an den Langzeitmessstellen Kollerschlag, Fürstenczell und Aschach

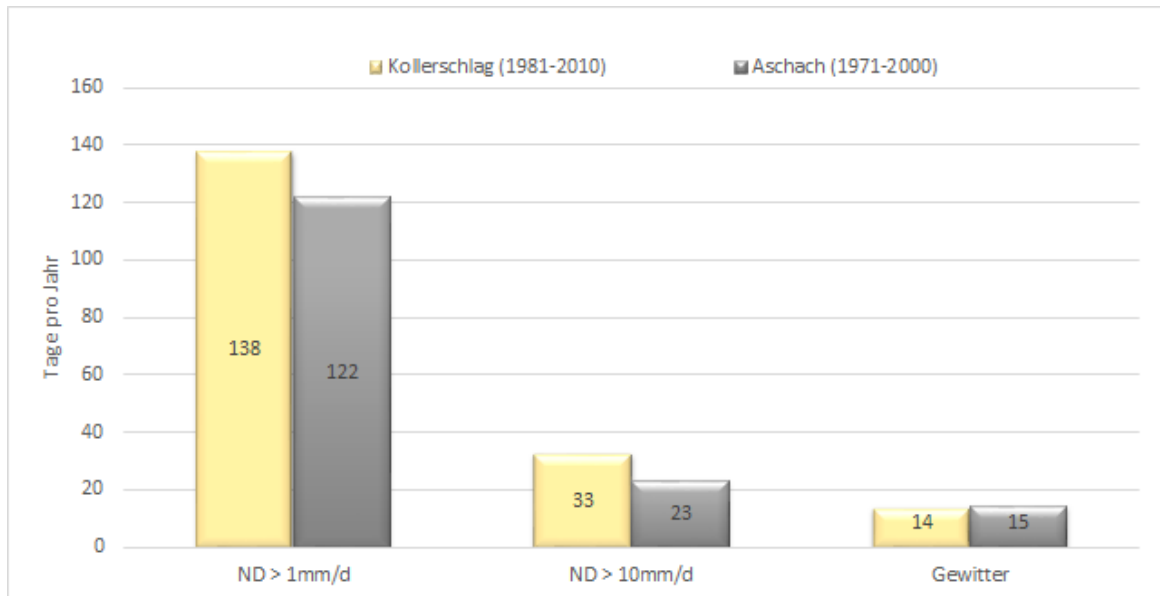


Abbildung 9 Tage mit Niederschlagsmengen > 1 mm/d und > 10 mm/d sowie Gewitterhäufigkeit an den Langzeitmessstellen Kollerschlag und Aschach

6.2.3 Feuchtigkeit

Das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen Dampfdruck (Partialdruck des Wassers in der Atmosphäre) und dem Sättigungsdampfdruck des Wassers bei der jeweils gerade herrschenden Temperatur wird relative Feuchtigkeit genannt. Die Angabe erfolgt dabei üblicherweise in Prozent.

Wegen der starken Abhängigkeit des Sättigungsdampfdruckes von der Temperatur verläuft die relative Feuchtigkeit besonders bei ungestörter Witterung im Allgemeinen invers zur Temperatur. Der Jahresgang weist generell in den Niederungen ein Frühjahrsminimum und ein deutliches Spätherbst- und Wintermaximum auf. Als Ursache für das Frühjahrsminimum sind einstrahlungsbedingte vertikale Austauschprozesse bei gleichzeitig geringer Evapotranspirationsleistung zu nennen. Das Spätherbst- bzw. Wintermaximum ist in den häufigeren Inversionswetterlagen in der kalten Jahreszeit (geringerer vertikaler Austausch mit höheren, trockeneren Luftschichten, dadurch bedingt Abkühlung und Feuchtigkeitsanreicherung) begründet.

Der in Abbildung 10 dargestellte mittlere Jahresgang an den Langzeitmessstellen Kollerschlag und Aschach und an der Messstelle Gottsdorf/Riedl über den Untersuchungszeitraum 2011 - 2020 bestätigt die obigen Ausführungen.



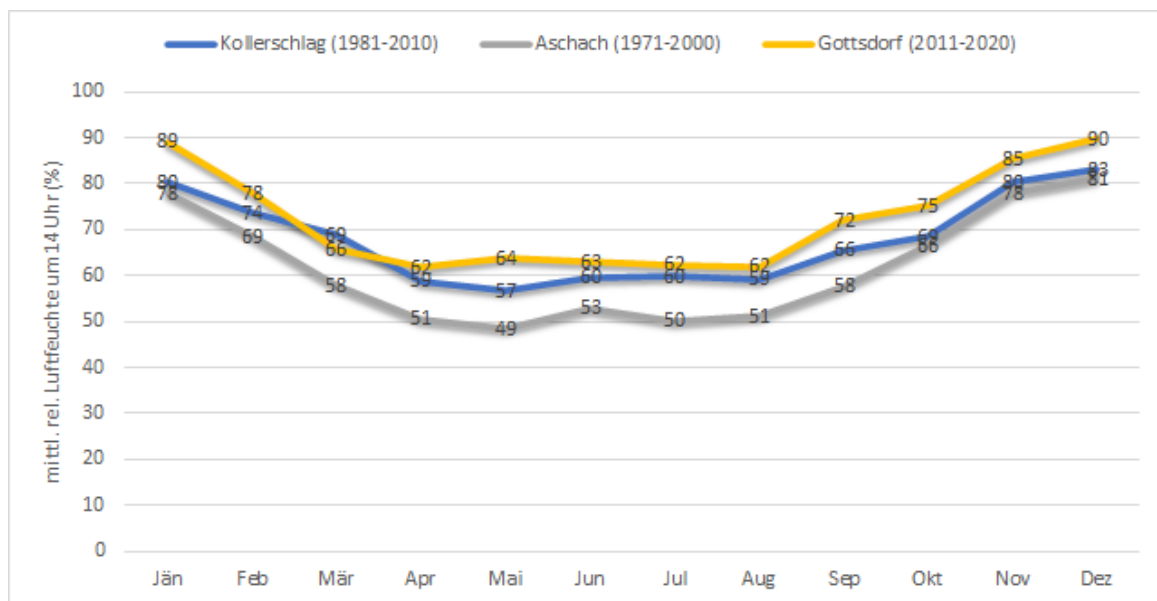


Abbildung 10 Mittlerer Jahresgang der relativen Feuchte (14:00 Uhr-Beobachtung) an den Messstationen Kollerschlag, Aschach und Gottsdorf/Riedl

Gottsdorf/Riedl	rel.Feuchte in Abhängigkeit von Tageszeit und Monat												
2011 - 2020	Monat												Mittel
Stunde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	93	89	82	80	84	83	84	85	90	88	93	94	87
2	94	89	83	81	85	85	85	86	91	88	93	94	88
3	94	90	83	83	86	86	86	87	92	88	93	94	88
4	94	90	85	83	87	87	87	88	93	88	93	94	89
5	94	90	85	84	86	87	88	89	93	88	94	94	89
6	94	90	86	83	85	85	86	88	93	89	94	94	89
7	94	90	85	81	82	83	83	85	92	89	94	94	87
8	94	89	82	78	80	80	80	81	89	87	93	94	86
9	94	88	79	75	77	77	78	78	85	85	92	94	84
10	93	85	76	71	74	74	74	75	82	84	91	93	81
11	92	83	73	68	71	70	70	72	79	82	90	92	78
12	91	81	70	65	68	68	67	68	77	79	88	91	76
13	90	79	67	64	66	65	65	65	74	77	86	90	74
14	89	78	66	62	64	63	62	62	72	75	85	90	72
15	89	78	65	61	63	62	61	61	72	75	86	90	72
16	90	79	65	61	64	61	61	61	72	76	88	92	73
17	91	81	67	63	65	62	61	61	74	80	91	93	74
18	92	84	71	66	68	64	63	65	79	84	92	93	77
19	92	86	75	71	71	67	67	71	85	86	92	93	80
20	93	86	77	74	75	72	73	77	87	87	92	93	82
21	93	87	78	75	78	76	77	79	88	87	93	92	84
22	92	88	79	77	80	79	80	81	89	87	93	93	85
23	93	88	80	77	81	80	81	82	89	87	93	93	85
24	93	88	80	79	83	82	82	83	90	88	93	93	86
Mittel	92	86	77	73	76	75	75	76	84	84	91	93	82

Abbildung 11 Mittlerer Jahresgang der relativen Feuchte in Abhängigkeit von der Tageszeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwert der Jahre 2011-2020.

6.2.4 Nebel

Wenn in den Luftschichten unmittelbar über oder nahe der Erdoberfläche Kondensation des Wasserdampfs durch Abkühlung der Luft auf den Taupunkt stattfindet, sind die physikalischen Bedingungen zur Nebelbildung gegeben. Durch die Anreicherung

kleinster, schwebend erscheinender Wassertröpfchen wird die Sichtweite herabgesetzt. Bei einer Sichtweite kleiner als 1 km wird in der Klimatologie von Nebel gesprochen. Allgemein wird die Nebelhäufigkeit an einem Ort durch die Angabe der Nebeltage charakterisiert. Da nach Beobachterleitfaden der Wetterdienste nur dann Nebel detektiert wird, wenn dieser mindestens 10 Minuten andauert, besteht der Nachteil, dass exakte Informationen über beispielsweise die Nebeldauer oder auch die Nebelart (Bodennebel, Hochnebel, mehrere Nebelereignisse an einem Tag, etc) generell nicht in den jeweiligen Datenbanken zur Verfügung stehen. Vielmehr sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Nebelbeobachtung an sich durch die Komplexität der Materie als stark "subjektiv" beeinflusste Größe in der Wetterbeobachtung zu werten ist. Exakte Sichtweitenmessungen liegen in der Regel nur von den größeren Flughäfen vor.

Bei den hier zu betrachtenden Nebelarten liegt der Fokus auf den Strahlungsnebelereignissen und im Besonderen der Nebelart „Bodennebel“, weil durch das Vorhaben – wenn überhaupt – nur die Temperatur- und Feuchteverhältnisse der bodennahen Luftschicht beeinflusst werden können. Unter Bodennebel wird jene Nebelart definiert, bei der die obere Zone des Nebels bodennah bleibt (Mächtigkeit im Meterbereich).

Andere Nebelarten wie Hochnebel, Wolkennebel oder Hangnebel (vor allem nach Niederschlagsereignissen) treten zumeist großräumiger auf, werden durch das allgemeine Wettergeschehen bestimmt und daher nur wenig von lokalklimatischen Gegebenheiten beeinflusst.

Generell sind die Höhenlagen des Mittelgebirges begünstigt, da sie bei ausgedehnten Nebelmeeren bereits oberhalb der Inversionsschicht liegen und durch den Boden- bzw. Talnebel nicht mehr erreicht werden. Lokale Häufungen von Nebelereignissen finden sich dort, wo sich Kaltluft aus größeren Flusseinzugsgebieten sammeln kann wie z.B. den Donauniederungen.

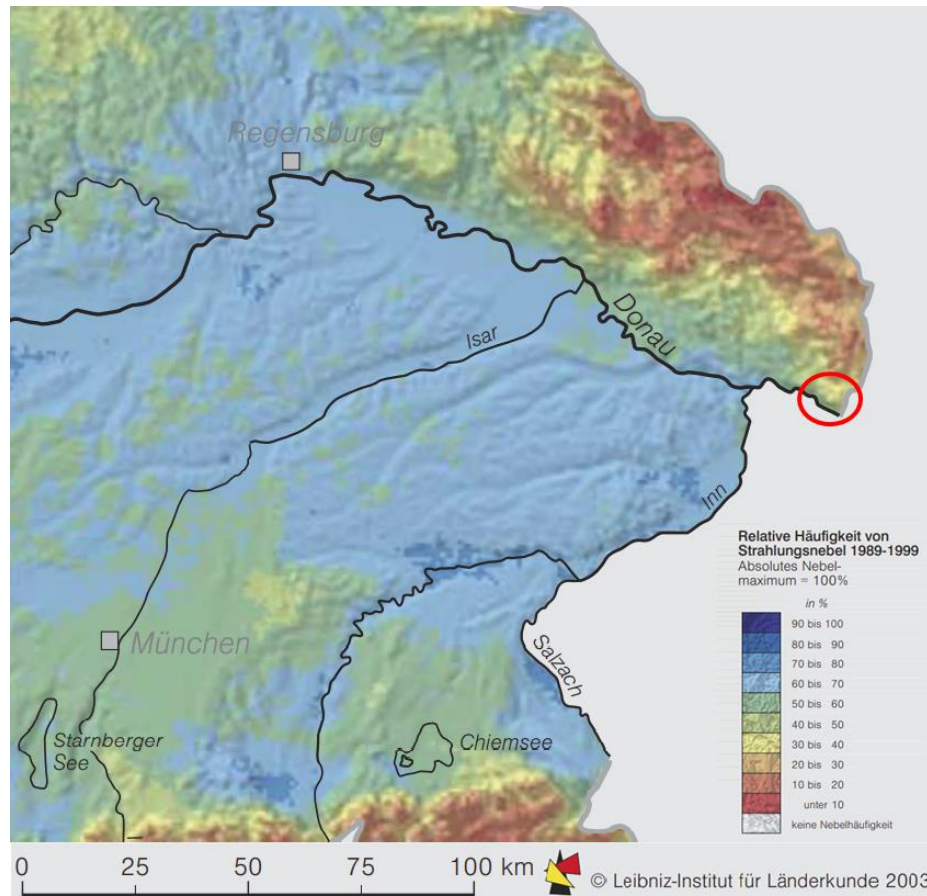


Abbildung 12 Relative Nebelhäufigkeit (Strahlungsnebel) in Niederbayern, Untersuchungsraum: roter Kreis (Quelle: Nationalatlas Deutschland)

Abbildung 12 zeigt die relative Häufigkeit von Strahlungsnebel in Niederbayern, in Bezug auf die Maxima mit rund 100 Tagen im Jahr, die im Bodenseeraum auftreten (=100%). Im Bereich der Donauniederung ist mit einer überdurchschnittlichen Häufigkeit für Strahlungsnebel zu rechnen, die mit zunehmender Höhenlage rasch abnimmt und für den Bereich des Oberbeckens durchschnittliche bis leicht unterdurchschnittliche Niveaus annimmt.

6.2.5 Windverhältnisse

Die wesentliche Größe zur Beschreibung der horizontalen Luftaustauschverhältnisse sind Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

Mit mittleren Windgeschwindigkeiten von 2,5-3 m/s ist der Bereich des Oberbeckens als gut durchlüftet einzustufen. Im Bereich der Donau ist die mittlere Windgeschwindigkeit niedriger anzusetzen und liegt bei etwa 2 m/s (Jahresmittel 1971-2000, Aschach an der Donau).

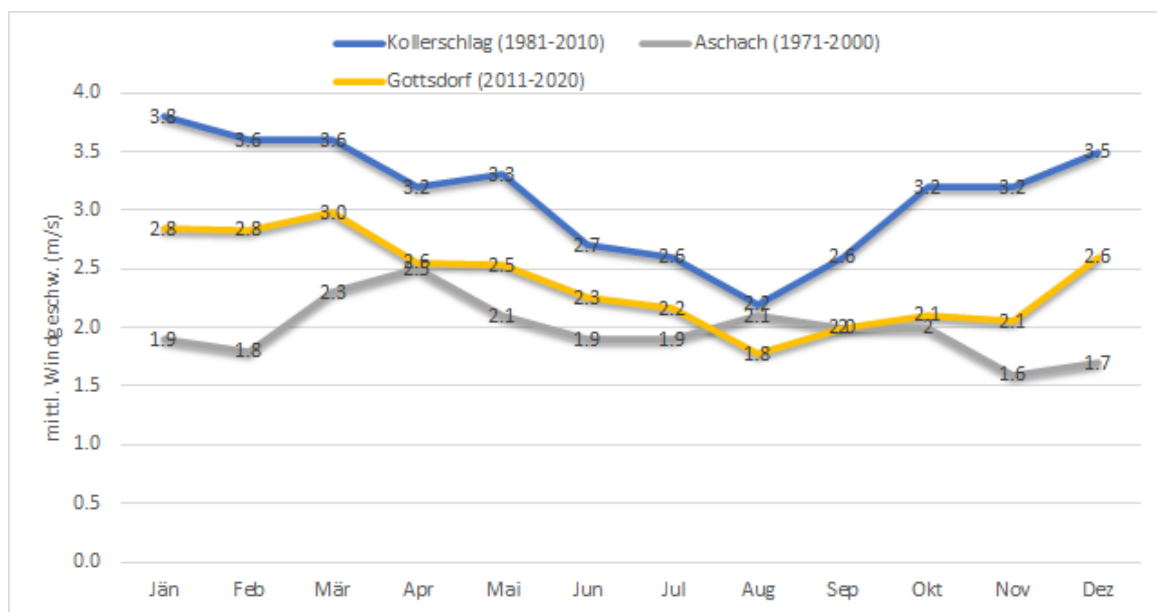


Abbildung 13 Mittlerer Jahresgang der Windgeschwindigkeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwert der Jahre 2011-2020.

Detailauswertungen für den Standort Gottsdorf/Riedl sind in Abbildung 14 und Abbildung 15 dargestellt (mittlere Windrichtungshäufigkeiten in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der Tageszeit für den Zeitraum 2011-2020). Die Hauptwindrichtung kommt aus West mit Windgeschwindigkeiten zwischen 2-5 m/s, aufgrund der dominanten Westwetterlagen und der mehr oder weniger starken Exponiertheit der Mittelgebirgslage.

Abseits der Westwetterlagen überwiegen in den Nachtstunden (22:00-6:00 Uhr) die Schwachwindsituationen aus nordöstlichen Richtungen (Kaltluftabfluss). Die Calmenhäufigkeit (Windstille) beträgt in der Nacht rund 24 % und untertags 9 %.

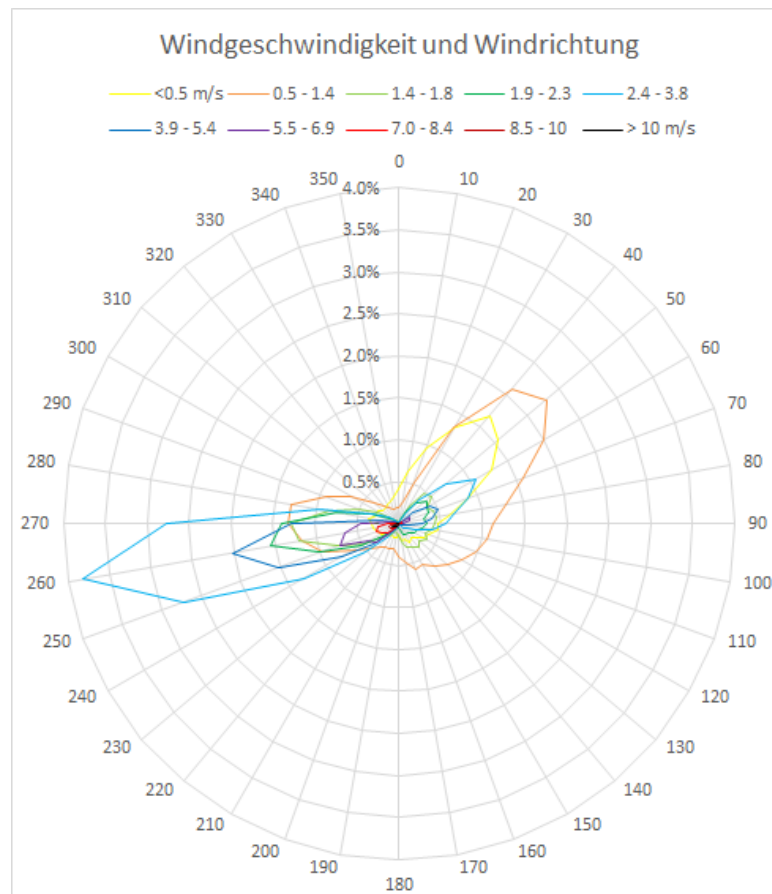


Abbildung 14 Häufigkeitsverteilung der Windrichtung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeitsklasse an der Messstelle Gottsdorf/Riedl, Mittelwerte der Jahre 2011-2020, Anemometerhöhe: 5 m.

Gottsdorf Häufigkeit WG in Abhängigkeit von WR (h _a =5 m): Nachtstunden 22-6 Uhr											
2011 - 2020	Windgeschwindigkeitsklassen in m/s										
WR-Sektor	<0.5	0.5-1.4	1.4-1.8	1.9-2.3	2.4-3.8	3.9-5.4	5.5-6.9	7.0-8.4	8.5-10	>10 m/s	Summe
0	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	-	0.9%
10	0.9%	0.4%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	-	1.3%
20	1.6%	0.9%	0.1%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	2.7%
30	2.4%	2.4%	0.4%	0.3%	0.2%	0.0%	0.0%	-	-	-	5.7%
40	3.1%	3.9%	0.8%	0.5%	0.4%	0.0%	-	0.0%	-	-	8.8%
50	2.9%	4.4%	0.8%	0.6%	0.8%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	-	9.7%
60	2.2%	3.4%	0.4%	0.4%	1.1%	0.4%	0.1%	0.0%	-	-	8.1%
70	1.4%	2.3%	0.4%	0.3%	0.8%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	-	5.8%
80	0.8%	1.4%	0.5%	0.2%	0.6%	0.3%	0.0%	-	-	-	3.8%
90	0.6%	0.9%	0.3%	0.2%	0.3%	0.2%	0.0%	-	-	-	2.5%
100	0.4%	0.9%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	-	-	-	1.9%
110	0.4%	0.7%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	1.3%
120	0.3%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.9%
130	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	-	0.5%
140	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.4%
150	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.4%
160	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.2%
170	0.1%	0.1%	-	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.2%
180	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.2%
190	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.2%
200	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.3%
210	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
220	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%
230	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.4%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	2.0%
240	0.3%	0.4%	0.5%	0.4%	1.0%	0.6%	0.4%	0.2%	0.1%	0.1%	3.7%
250	0.3%	0.7%	0.5%	0.7%	2.0%	1.2%	0.6%	0.3%	0.1%	0.1%	6.3%
260	0.3%	1.0%	1.0%	1.1%	3.1%	1.7%	0.6%	0.2%	0.1%	0.0%	9.2%
270	0.4%	1.4%	1.2%	1.4%	2.4%	1.1%	0.4%	0.1%	0.0%	-	8.4%
280	0.5%	1.6%	0.9%	0.7%	0.9%	0.2%	0.1%	0.0%	-	-	5.0%
290	0.4%	1.3%	0.6%	0.4%	0.3%	0.0%	-	-	-	-	3.0%
300	0.4%	0.9%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	-	-	-	-	1.9%
310	0.4%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	0.0%	-	0.9%
320	0.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.8%
330	0.3%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.6%
340	0.4%	0.1%	0.0%	-	-	-	-	-	-	-	0.5%
350	0.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.6%
Summe	23.8%	32.2%	9.7%	8.0%	14.9%	6.9%	2.7%	1.1%	0.4%	0.3%	100.0%

Gottsdorf Häufigkeit WG in Abhängigkeit von WR (h _a =5 m): Tagstunden 8-20 Uhr											
2011 - 2020	Windgeschwindigkeitsklassen in m/s										
WR-Sektor	<0.5	0.5-1.4	1.4-1.8	1.9-2.3	2.4-3.8	3.9-5.4	5.5-6.9	7.0-8.4	8.5-10	>10 m/s	Summe
0	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.4%
10	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.5%
20	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.1%	-	-	-	-	-	0.6%
30	0.3%	0.4%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	-	-	-	-	1.0%
40	0.4%	0.5%	0.2%	0.2%	0.3%	0.0%	-	-	-	-	1.7%
50	0.4%	0.6%	0.2%	0.2%	0.6%	0.2%	0.0%	0.0%	-	-	2.4%
60	0.5%	0.8%	0.3%	0.4%	1.0%	0.5%	0.2%	0.0%	-	-	3.6%
70	0.4%	0.8%	0.4%	0.4%	0.9%	0.5%	0.2%	0.0%	0.0%	-	3.6%
80	0.4%	1.0%	0.4%	0.3%	0.7%	0.5%	0.1%	0.0%	-	-	3.4%
90	0.4%	1.1%	0.5%	0.5%	0.8%	0.4%	0.0%	-	-	-	3.7%
100	0.5%	1.1%	0.5%	0.5%	0.7%	0.2%	0.0%	-	-	-	3.4%
110	0.3%	1.2%	0.5%	0.4%	0.4%	0.0%	-	-	-	-	2.8%
120	0.3%	1.2%	0.6%	0.4%	0.2%	0.0%	-	-	-	-	2.7%
130	0.3%	1.2%	0.6%	0.3%	0.1%	-	-	-	-	-	2.5%
140	0.2%	1.1%	0.7%	0.3%	0.1%	-	-	-	-	-	2.5%
150	0.3%	1.0%	0.7%	0.3%	0.0%	-	-	-	-	-	2.3%
160	0.2%	1.1%	0.6%	0.3%	0.0%	-	-	-	-	-	2.2%
170	0.2%	0.9%	0.5%	0.2%	0.0%	-	-	-	-	-	1.9%
180	0.2%	0.7%	0.3%	0.1%	0.0%	-	-	-	-	-	1.3%
190	0.2%	0.6%	0.2%	0.1%	0.0%	-	-	-	-	-	1.0%
200	0.2%	0.6%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	1.0%
210	0.2%	0.5%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%
220	0.2%	0.6%	0.3%	0.2%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%
230	0.2%	0.7%	0.3%	0.3%	0.7%	0.5%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	3.3%
240	0.2%	0.9%	0.7%	0.7%	1.6%	1.0%	0.9%	0.3%	0.1%	0.1%	6.0%
250	0.2%	1.2%	1.0%	1.4%	3.5%	2.0%	0.5%	0.3%	0.2%	0.1%	10.8%
260	0.3%	1.3%	1.5%	2.0%	4.7%	2.4%	0.8%	0.3%	0.1%	0.0%	13.4%
270	0.2%	1.2%	1.4%	1.6%	3.3%	1.5%	0.5%	0.2%	0.0%	0.0%	9.8%
280	0.2%	1.0%	0.8%	0.8%	1.1%	0.2%	0.1%	0.0%	-	-	4.2%
290	0.2%	0.6%	0.4%	0.3%	0.4%	0.0%	-	-	-	-	1.9%
300	0.2%	0.4%	0.2%	0.1%	0.2%	0.0%	-	-	-	-	1.0%
310	0.1%	0.3%	0.1%	0.1%	0.1%	0.0%	-	-	-	-	0.6%
320	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.5%
330	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.4%
340	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.4%
350	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	-	0.4%
Summe	9.3%	25.3%	14.5%	12.6%	22.4%	10.1%	3.7%	1.4%	0.5%	0.2%	100.0%

Abbildung 15 Häufigkeitsverteilung Windrichtung und Windgeschwindigkeit während Nacht (22:00-6:00 Uhr) und Tag (8:00-20:00 Uhr) an der Messstelle Gottsdorf/Riedl der Jahre 2011-2020

Gottsdorf Lufttemp.minima und WG (h _a =5 m)						Gottsdorf Lufttemp.maxima und WG (h _a =5 m)					
2011 - 2020	meteorologische Jahreszeit					2011 - 2020	meteorologische Jahreszeit				
WGK	F	S	H	W	Minima	WGK	F	S	H	W	Maxima
< 0.5	- 8.6	4.9	- 7.7	- 16.5	- 16.5	< 0.5	25.3	31.2	24.9	11.5	31.2
0.5 - 1.4	- 8.1	3.7	- 7.0	- 16.1	- 16.1	0.5 - 1.4	26.5	32.0	30.2	13.4	32.0
1.4 - 1.8	- 7.2	7.1	- 6.9	- 14.7	- 14.7	1.4 - 1.8	27.5	32.1	27.3	13.2	32.1
1.9 - 2.3	- 8.3	6.8	- 5.4	- 15.6	- 15.6	1.9 - 2.3	27.4	32.0	29.8	13.0	32.0
2.4 - 3.8	- 11.2	4.9	- 5.9	- 15.4	- 15.4	2.4 - 3.8	27.2	32.6	27.0	11.9	32.6
3.9 - 5.4	- 13.6	4.8	- 3.8	- 15.0	- 15.0	3.9 - 5.4	22.9	29.8	22.0	14.2	29.8
5.5 - 6.9	- 13.3	5.6	- 3.6	- 15.6	- 15.6	5.5 - 6.9	19.7	29.0	23.2	13.8	29.0
7.0 - 8.4	- 13.8	9.4	0.1	- 13.9	- 13.9	7.0 - 8.4	20.6	26.1	21.5	13.8	26.1
8.5 - 10.0	- 3.2	15.8	1.0	- 12.3	- 12.3	8.5 - 10.0	14.5	25.0	17.5	13.7	25.0
> 10 m/s	2.3	14.8	5.4	- 2.9	- 2.9	> 10 m/s	11.3	14.8	18.8	12.4	18.8
Minima	- 13.8	3.7	- 7.7	- 16.5	- 16.5	Maxima	27.5	32.6	30.2	14.2	32.6

Tabelle 3 Minima und Maxima der Lufttemperatur in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit (WG) und der Jahreszeit an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (2011-2020)

6.3 Klimawandel - Langzeitprognosen

Nicht zuletzt seit dem Erscheinen des IPCC Berichts zum globalen Klimawandel (IPCC 2007) ist der anthropogen verursachte Klimawandel als "harter Fakt" einzustufen. Die mittlere globale Temperaturzunahme von etwa 0,8°C im letzten Jahrhundert ist nicht ausschließlich durch natürliche Schwankungen, wie sie aus historischen Veränderungen abgeleitet werden können, sondern nur durch die Miteinbeziehung des menschlichen Einflusses auf die Umwelt (anthropogener Treibhauseffekt) erklärbar (vergleiche z.B. Böhm 2008, Formayer et al 2008).

Im Sachstandsbericht Klimawandel und Gesundheit 2010 des Robert Koch Instituts (Eis et al. 2010) kommen die Autoren im Kapitel 2: "Der gegenwärtige und zukünftige Klimawandel" zu folgenden Kernaussagen:

In Deutschland haben die Jahresmittelwerte der bodennahen Lufttemperatur für das Gesamtgebiet von 1901 – 2009 bei grober linearer Approximation um 1 Grad zugenommen. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt hierzulande mittlerweile bei Werten um 9,5 °C (8,2 °C gelten als Referenzwert der Klimanormalperiode 1961 – 1990). In den Sommermonaten sind vermehrt Hitzetage/-episoden zu verzeichnen und die Winter sind milder geworden. Die Temperaturentwicklung verläuft regional recht unterschiedlich. In Deutschland haben insgesamt betrachtet auch die Jahresniederschläge in den letzten hundert Jahren zugenommen. Der Zuwachs war im Westen und Norden des Landes stärker ausgeprägt als in anderen Landesteilen (im Osten/ Sachsen teilweise auch Niederschlagsabnahme). Die Niederschlagszunahme betraf vorzugsweise die Winterhalbjahre (oft als Regen).

Mit Hilfe aufwendiger globaler und regionaler Klimamodelle lassen sich für die einzelnen Emissionsszenarien (und unter Berücksichtigung anderer klimabeeinflussender Faktoren) mögliche Klimaentwicklungen simulieren. Auf diese Weise gelangt man zu globalen und regionalen Klimaprojektionen (Klimaszenarien) für das 21. Jahrhundert. Globale Klimaprojektionen ergeben bis Mitte des Jahrhunderts einen weiteren Temperaturanstieg von etwa 1 °C, wobei sich noch keine großen Unterschiede bezüglich der einzelnen Emissionsszenarien bemerkbar machen. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ergeben sich für die einzelnen Emissionsszenarien divergierende Klimaentwicklungen, sodass bis zum Ende des Jahrhunderts mit einer Erhöhung der »mittleren globalen Oberflächentemperatur« von rund 2 °C bis 4 °C zu rechnen ist. Die Erwärmung wird auf der terrestrisch geprägten Nordhemisphäre stärker ausfallen als auf der ozeanisch dominierten Südhemisphäre. Mit erheblichen regionalen Unterschieden ist zu rechnen. Dies gilt u.a. auch für das Niederschlagsaufkommen. Teils ist mit einer Zunahme von Dürreperioden, teils mit häufigeren/ stärkeren Überschwemmungen zu rechnen. Die Projektionen zur Eintrittswahrscheinlichkeit von Extremereignissen sind jedoch vergleichsweise unsicher. Inwieweit tropische

Wirbelstürme und andere Stürme in ihrer Häufigkeit oder Intensität zunehmen werden, ist unklar.

In der „Auswertung regionaler Klimaprojektionen Klimabericht Bayern“ aus dem Jahr 2012 das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) werden die Ergebnisse der aktuell für Bayern vorhandenen Klimaprojektionen dargestellt.

Die Ergebnisse verschiedener Klimaprojektionen werden in der Regel zusammengefasst dargestellt und zeigen damit auch deren Spannweite auf. Allen ausgewerteten Klimaprojektionen wurde das Emissionsszenario A1B zugrunde gelegt. Das Emissionsszenario A1B beschreibt eine zukünftige Welt mit sehr raschem Wirtschaftswachstum, einer Mitte des 21. Jahrhunderts kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung, und rascher Einführung neuer und effizienterer Technologien mit einer ausgewogenen Nutzung aller Energiequellen.

Allgemein zeigt die Entwicklung der Temperatur in Bayern für die nahe Zukunft (2021–2050) eine deutliche Erwärmung. Das Änderungssignal der ausgewerteten zehn Klimaprojektionen reicht von +0,8 °C bis +1,9 °C, wobei die Hälfte der Klimaprojektionen einen Anstieg über +1,2 °C verzeichnet. Bis zum Ende des Jahrhunderts ist in Bayern mit einem weiteren deutlichen Anstieg der Temperatur zu rechnen. Damit einhergehend ist bei den Kenntagen ein Anstieg der Anzahl der Sommertage und heißen Tage (Tageshöchsttemperatur über 25 °C bzw. 30 °C) feststellbar. Zudem wird die Anzahl der Eis- und Frosttage (Tageshöchst- bzw. Tagestiefsttemperatur unter 0°C) deutlich abnehmen.

Die zu erwartende Niederschlagsentwicklung zeigt bis Ende des Jahrhunderts für den Jahresniederschlag insgesamt keine deutlichen Veränderungen, vereinzelt sogar Abnahmen, auch wenn einige Klimaprojektionen bis Mitte des Jahrhunderts zwischenzeitlich geringe Zunahmen aufweisen können. Im hydrologischen Winterhalbjahr lassen sich bei den betrachteten Projektionen zwei unterschiedliche Tendenzen identifizieren, die zusammengenommen keine eindeutige Aussage zur Entwicklung des Niederschlags zulassen. Im hydrologischen Sommerhalbjahr ist hingegen mit abnehmenden Niederschlägen zu rechnen. Die modellierten Veränderungen werden aber hauptsächlich erst gegen Ende des Jahrhunderts als eindeutiges Änderungssignal erkennbar.

In Bezug auf die Änderungen der Häufigkeiten von Extremwittersituationen (Starkwindereignisse, Starkregenereignisse, Trockenperioden) zeigen die Modelle keine eindeutigen Ergebnisse.

Einige Modelle zeigen eine Zu-, andere eine Abnahme mit sehr hohen Spannbreiten. Innerhalb dieser Spannbreite sind alle Änderungen aus heutiger Sicht zwar mehr oder weniger plausibel, lassen aber keine gesicherten Aussagen zu.

7. Wesentliche positive und negative Auswirkungen

7.1 Auswirkungen während der Bauphase

Während der Bauphase kann es durch eine erhöhte Wärmeproduktion (z.B. durch den Betrieb der Baumaschinen) in den Baustellenbereichen zu einer geringfügigen Erhöhung der Lufttemperatur kommen, vor allem beim Asphaltieren der Beckensohle. Ebenso wird durch die im Allgemeinen hohe Albedo, das Verhältnis zwischen einfallender und reflektierter Sonnenstrahlung der Oberflächen der Baustellenbereiche das Strahlungsangebot im direkten Umfeld der Baustellen erhöht.

Versiegelte Flächen sind im Gegensatz zu mit Vegetation bedeckten Flächen durch eine stärkere Erwärmung der bodennahen Luftschicht gekennzeichnet. Dies gilt vor allem für asphaltierte Flächen (siehe Abbildung 16, Vergleich Grasfläche und Straße).



Asphaltierte Flächen heizen sich untertags je nach Strahlungsangebot rasch auf und geben nachts die gespeicherte Wärme an die Umgebung wieder ab. Mit diesem Effekt wird mit zunehmender Flächenversiegelung während der Asphaltierarbeiten zu rechnen sein, zumindest solange, bis durch Ansammlung von Niederschlagswasser bzw. mit dem Einsetzen des Pumpbetriebs ein Großteil der versiegelten Fläche dauerhaft mit Wasser bedeckt bleibt.

Aufgrund der zeitlichen Begrenzung ist jedoch die Bauphase hinsichtlich derartiger Auswirkungen auf die mikroklimatischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet als nicht relevant einzustufen.

7.2 Auswirkungen während der Betriebsphase

7.2.1 Teilraum Donautal (Jochenstein und GÖM Edlhof)

Im Teilraum Donautal-Jochenstein werden nach Fertigstellung des Vorhabens keine relevanten baulichen Änderungen und Änderungen der Landnutzung zurückbleiben. Im Vergleich zu dem das Lokalklima bestimmenden Wasserkörper der Donau ist der Wärmemengentransport, der sich beim Pumpbetrieb durch die Wasserentnahme bzw. -zufuhr ergeben könnte, verschwindend klein, sodass keine mikroklimatischen Auswirkungen zu erwarten sein werden.

Von den Gewässerökologischen Maßnahmen weist nur die Baumaßnahme „Neuerrichtung Stillgewässer Edlhof“ größere Landnutzungsänderungen auf.

Es werden Stillgewässer und Amphibientümpel im Ausmaß von ca. 1,4 ha errichtet, die als Wasserfläche die derzeitige Nutzung Wiese/Ackerland ersetzen.

Auch für diesen Bereich gilt, dass der Wasserkörper der Donau die lokalklimatischen Gegebenheiten bestimmt und die neu zu schaffenden Wasserflächen zu klein sind, die bestehende Ist-Situation maßgeblich zu beeinflussen.

7.2.2 Teilraum Donauleiten

In diesem Teilraum finden durch das Vorhaben keine relevanten Eingriffe statt.

7.2.3 Teilraum Oberbecken

7.2.3.1 Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse

Die Temperatur an einem Ort wird bestimmt durch die Temperatur der herantransportierten Luft und den Strahlungsströmen am Ort selbst. Neben der Dauer und Intensität der Sonneneinstrahlung ist die Umsetzung der kurzwelligen Einstrahlung am Untergrund von Bedeutung.

Absorptions- und Reflexionsgrad des Untergrunds bestimmen die zur Verfügung stehende Energie; Verdunstung, Wärmekapazität und Wärmeleitfähigkeit bestimmen den Grad der Aufheizung oder Abkühlung der Oberfläche. Größere Wasserflächen oder feuchte Areale, Eisflächen, bestimmte Gesteinsarten oder großflächige Bebauung wirken z.B. als Wärmespeicher.

Lokale Einflussfaktoren führen hauptsächlich bei windschwachen Strahlungswetterlagen zur Ausprägung lokaler Temperaturunterschiede. Diese sind von der Einstrahlung, der Ausstrahlung und von Oberflächeneigenschaften der jeweiligen Nutzung abhängig. Durch den Wechsel zwischen Tag und Nacht ist die Lufttemperatur eine Größe mit ausgeprägtem Tagesgang.



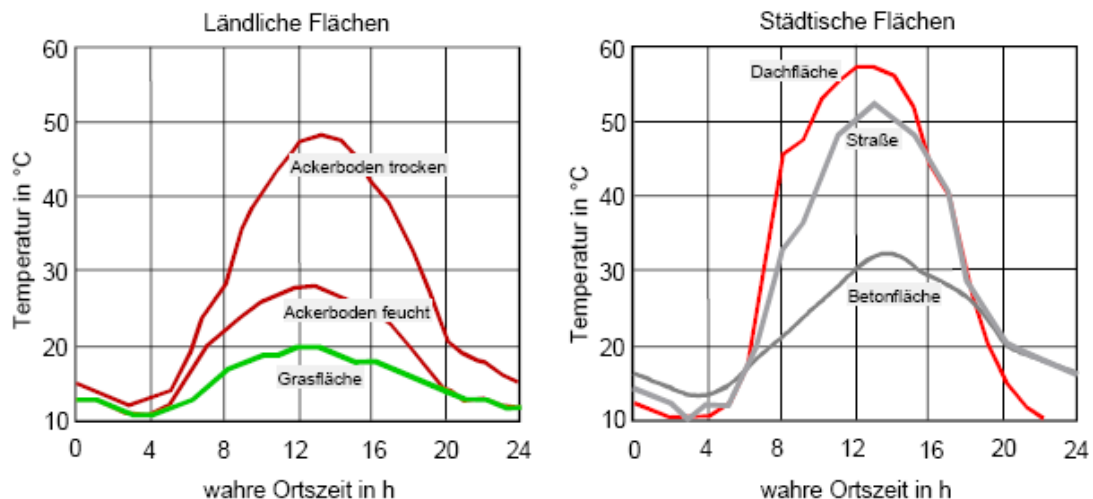


Abbildung 16 Tagesgänge der Oberflächentemperatur unterschiedlicher Nutzungen

Abbildung 16 zeigt typische Tagesgänge der Oberflächentemperatur verschiedener Nutzungen. So weisen beispielsweise Grasflächen nur eine geringe Temperaturamplitude auf, wohingegen versiegelte Flächen in den Mittagsstunden sehr stark aufgeheizt werden können. Da sich tiefe Gewässer nur langsam erwärmen bzw. abkühlen, würden sie in der Grafik einen nahezu horizontalen Verlauf zeigen. Veränderungen der Temperatur ergeben sich also in erster Linie durch die Veränderung des Energiehaushaltes an den Oberflächen. Durch konvektiven Austausch werden diese Veränderungen an die darüber liegenden Luftschichten weitergegeben und mit dem vorherrschenden Wind verfrachtet.

Im Bereich des Oberbeckens wird die derzeit vorherrschende Grün- und Ackerlandnutzung hauptsächlich in eine Gewässernutzung überführt. Daneben gibt es noch Befestigungen des Beckens, d.h. versiegelte (asphalтиerte) Flächen, die je nach Füllstand an der Strahlungsumsetzung teilnehmen.

Für die Betriebsweise des Speichers wird es zwar keinen streng wiederkehrenden Zyklus geben. In der Regel wird aber die Wasserfläche die versiegelte Fläche anteilmäßig überwiegen und damit auch insgesamt die Temperaturentwicklungen bestimmen.

Der künstlich angelegte Wasserkörper stellt einen Wärmespeicher dar. Er wirkt deshalb ausgleichend auf die Lufttemperatur. Die tagsüber eingestrahlte Sonnenenergie wird zur Verdunstung und Erwärmung des Wasserkörpers verwendet. Die Luft erwärmt sich deshalb über der Wasserfläche weit weniger als über Flächen mit Grün-/Ackerland oder Waldbestand. In der Nacht wird durch Abstrahlung und turbulenten Wärmeaustausch die Wärmeenergie an die darüberstreichende Luft übertragen. Der Tagesgang der Lufttemperatur über den Gewässern und im näheren Umfeld (Uferbereich) ist deshalb weniger ausgeprägt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die geringere Lufttemperatur während der Tagstunden bzw. die erhöhte Lufttemperatur während der Nachtstunden in der Umgebung durch Diffusion ausbreitet, d.h. die überwiegenden Effekte sind aufgrund der Windrichtungsverteilung – wenn überhaupt – östlich und südwestlich der Wasserfläche zu erwarten.

Die Temperaturänderung einer über eine ausreichend große Wasserfläche streichende Luftmasse kann anhand der VDI 3787 Blatt 5 „Lokale Kaltluft“ abgeschätzt werden. Der Erwärmungsgrad der Luft hängt dabei von folgenden Faktoren ab:

- der Überströmungslänge der Wasserfläche
- der Temperaturdifferenz zwischen überströmender Luft und Wasserkörper
- der Strömungsgeschwindigkeit der Luft über der Wasseroberfläche

- der Schichtdicke des Luftpakets

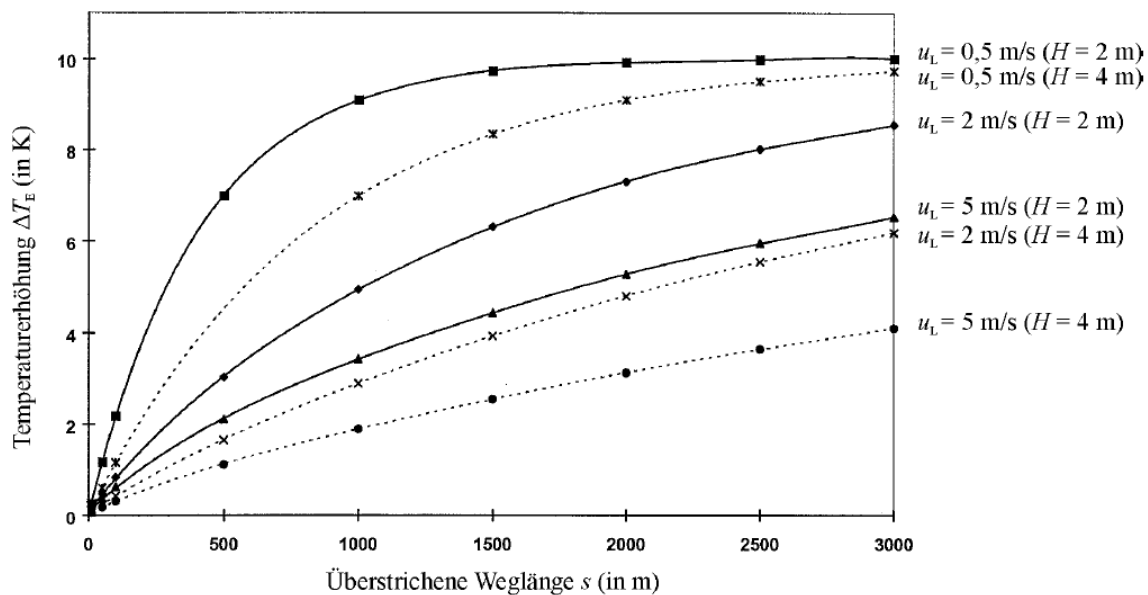


Abbildung 17 Abhängigkeit der Temperaturerhöhung (ΔT) einer Luftschrift (h), die über einen anfangs 10 K wärmeren Wasserkörper strömt, von der überstrichenen Weglänge (s), unterteilt nach verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten (v_L) und Schichtdicken (h) (Quelle: Bild 8 in VDI 3787 Blatt 5, 2003)

Bei einer Gewässerbreite von rund 650 m (entspricht der max. Ausdehnung des Speicherbeckens bei max. Stauziel) erwärmt sich eine 4 m hohe Luftschrift, die sich mit 0,5 m/s über die Wasseroberfläche bewegt, die eine um 10 K höhere Temperatur als die Luft aufweist, um ca. 5 K. Bei einer Windgeschwindigkeit von 2 m/s fällt die Temperaturänderung mit ca. 2 K deutlich geringer aus (die mittlere Windgeschwindigkeit liegt im Bereich des Oberbeckens bei 2,5-3 m/s, vgl. Kap.6.2.5). Aufgrund des Freibords, der Böschungen bzw. Dämme des Oberbeckens und der dadurch bei der Überströmung induzierten Turbulenz sind größere Luftschriftdicken anzusetzen. Damit ist mit entsprechend geringeren Temperaturänderungen als oben ausgeführt zu rechnen.

Im ungünstigsten Fall kann im Winter die Wassertemperatur um 20 K über der Lufttemperatur liegen (vgl. Kap. 7.2.3.2), womit sich eine Erwärmung der bodennahen Luftschrift nach obigem Ansatz von bis zu 10 K ergeben kann.

Mit dem Überströmen der Dammkrone vermischt sich die erwärmte Luftschrift mit der Umgebungsluft, sodass ein Temperatenausgleich je nach Turbulenz und Durchmischung wieder rasch erfolgt.

Die nächstgelegene Wohnbebauung ist der Riedlerhof mit ca. 160-200 m Entfernung westlich von der Dammkrone des Speicherbeckens.

Aus Ergebnissen von Ausbreitungsrechnungen lässt sich ableiten, dass in erster Näherung in einer Entfernung von 160 m mit einer Reduktion auf 40% gerechnet werden kann (Abbildung 18). Übertragen auf die Temperaturänderungen würde das bedeuten, dass bei sehr tiefer Lufttemperatur, schwachem Ostwind, nahezu vollem Speicherbecken und Pumpbetrieb maximal eine um 4 K höhere Lufttemperatur bodennah beim Riedlerhof zu erwarten wäre als die umgebende Luft aufweist.

Analog dazu lassen sich die Temperaturabsenkungen für die Sommermonate abschätzen. Bei einem maximalen ΔT von 15 K (kältere Wassertemperatur im Vergleich zur Lufttemperatur) resultiert demnach eine Lufttemperaturabsenkung um rund 3 K.

Die eben getätigten Ausführungen sind sehr theoretischer Natur und gelten für die maximalen Differenzen, die im ungünstigsten Fall zwischen Luft- und Wassertemperatur auftreten können (siehe Kap. 7.2.3.2). Sie stellen nicht den Regelfall dar. In der Praxis werden die eben beschriebenen Effekte zusätzlich überlagert bzw. beeinflusst von den tatsächlichen orografischen Verhältnissen und Hindernissen, der

induzierten Turbulenz und der Tatsache, dass – zumindest für das Winterszenario – erwärmte Luft tendenziell aufsteigt und dadurch eine zusätzliche Durchmischung erfährt. Je größer die Entfernung zum Speicherbecken wird, desto größer werden die Abweichungen von den theoretischen Überlegungen. Für die Siedlungsgebiete von Riedl und Gottsdorf sind daher keine relevanten Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse zu erwarten.

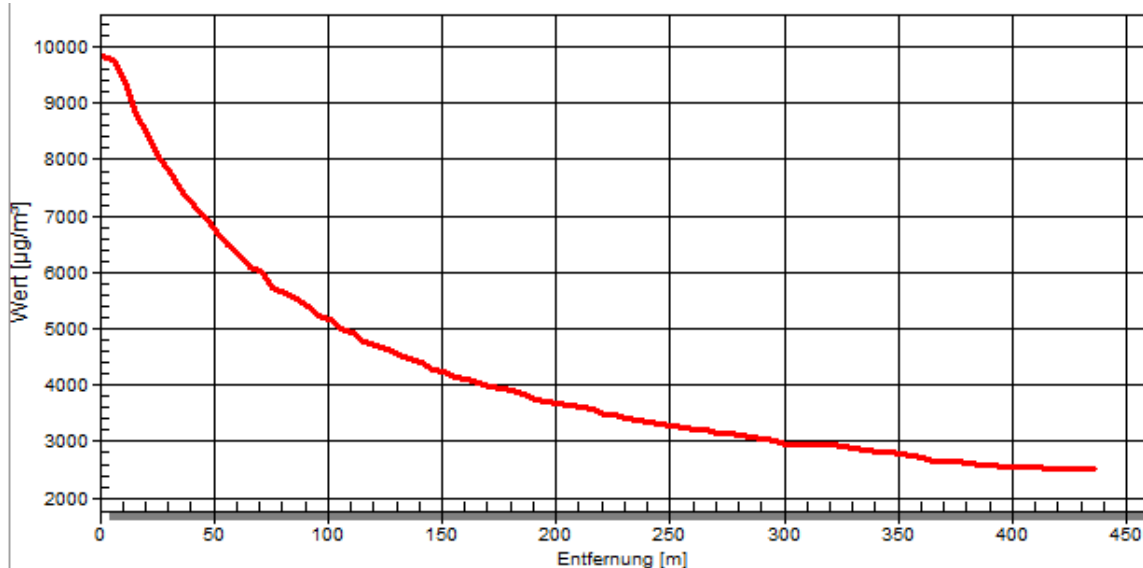


Abbildung 18 Abklingkurve für Schadstoffausbreitung bei 0,5 m/s, stabiler Schichtung (ABK I) und Rauigkeit $z_o = 0.1$

7.2.3.2 Auswirkungen auf die Nebelbildung

Durch das Vorhaben entsteht durch die Schaffung des Oberbeckens ein neuer Wasserkörper, der durch die Bewirtschaftung häufigen Pegelstandsänderungen unterworfen sein wird (Stauziel: 630,5 m ü.NN, Absenkziel: 610 m ü.NN). Die Wasseroberfläche beträgt bei Stauziel 242 000 m², bei Absenkziel 162 000 m².

Die Temperatur des eingepumpten Donauwassers wird sich in der Regel vom Temperaturniveau der Umgebung unterscheiden, wodurch die klimatischen Gegebenheiten vor allem in der oberflächennahen Luftschicht über dem Speichersee und in dessen unmittelbarer Umgebung im Vergleich zum Istzustand modifiziert werden können.

Einleitend sei angemerkt, dass klimarelevante Einflüsse von kleineren Stauseen in der Literatur - wenn überhaupt - nur für den mikroklimatischen Bereich dokumentiert sind, wobei als auffälligste Änderung die Nebelbildung bei bestimmten synoptischen Situationen genannt ist. Dobesch und Auer (1987) zitieren Daten aus Polen (1967, Zunahme der Nebelhäufigkeit), Schweden (1968, verstärkte Nebelhäufigkeit im Winter), Finnland (1976, schwache Effekte bis 500 m landeinwärts), Österreich (1977, Drautal, keine signifikanten kleinklimatischen Änderungen) und Deutschland (1985, Ruhrgebiet, mikroklimatischer Einfluss belegbar), wobei es sich bei diesen Beispielen in der Regel um bedeutend größere Eingriffe in den Naturraum handelte als beim gegenständlichen Vorhaben.

Im Gebiet des Oberbeckens wird aufgrund der orografischen Gegebenheiten die Nebelsituation vorrangig durch das Auftreten von Wolkennebel und Hochnebel bestimmt. Da Wolkennebel durch großräumige Vorgänge verursacht wird (Advektion und Gebirgsstau) hat der Speichersee keinen Einfluss auf diese Nebelart. Auch auf die Zahl der Tage mit Hochnebel hat das Speicherbecken keinen Einfluss.

Jedoch kann durch die Betriebsweise als Pumpspeicher (Austausch von bis zu rund 4 Mio m³ innerhalb kurzer Zeitspannen) ein spezielles Phänomen zur Nebelbildung, die Entstehung von so genanntem „**Seerauch**“ über die Verdunstung von warmem Wasser in kälterer Umgebungsluft zum Tragen kommen:

Wird beispielsweise verglichen mit der Lufttemperatur im Bereich des Oberbeckens deutlich wärmeres Donauwasser durch den Pumpbetrieb eingebracht, können bei geringen Windgeschwindigkeiten und entsprechend niedrigen Lufttemperaturen in der kalten Jahreszeit die Voraussetzungen für die Bildung von Seerauch gegeben sein. Eine dünne Luftschicht über dem Wasser erwärmt sich und nimmt damit verbunden Wasser durch Verdunstung von der Wasseroberfläche auf. Die warme Luft steigt in Blasen auf, vermischt sich mit der kälteren Umgebungsluft, das Wasser kondensiert bei entsprechender Taupunktunterschreitung wieder aus, Nebelschwaden entstehen, die Wasserfläche beginnt zu „rauchen“. Im Allgemeinen erreicht der Seerauch dabei eine maximale Mächtigkeit von wenigen Metern.

Berechnungen bzw. Abschätzungen von Dobesch und Neuwirth (1985) ergaben für eine Tiroler Staustufe bei Wassertemperaturerhöhungen von etwa 5°C eine - wenn auch geringe - Wahrscheinlichkeit zur Bildung schwacher Nebелеffekte (Seerauchbildung). Jedenfalls kann davon ausgegangen werden, dass etwaige Seerauchereignisse im gegenständlichen Projekt auf den unmittelbaren Nahbereich des Oberbeckens beschränkt bleiben und im Verhältnis zu den vorherrschenden Wolkennebelereignissen unerheblich sind.

Wenn im Winter bei sehr tiefen Außentemperaturen das vergleichsweise warme Donauwasser (mit 2-4 °C) in das Oberbecken gepumpt wird, können die oben beschriebenen Voraussetzungen für die Bildung von Seerauch gegeben sein, wobei das Oberbecken je nach Pegelstand eine gewisse, wenn auch geringe Pufferwirkung aufweist – auch bei Erreichen des Absenkeziels verbleiben rund 0,6 Mio. m³ Wasser im Oberbecken – die Effekte tendenziell abschwächen wird.

Wenn im Sommer bei sehr hoher Lufttemperatur und hoher Luftfeuchte kaltes Donauwasser (15°C) in das Oberbecken einströmt, kann es in der unmittelbar an die Wasseroberfläche angrenzenden Luftschicht zu Taupunktunterschreitung und Kondensation kommen. Auch hier gilt, dass die im Oberwasserbecken verbleibende Mindestwassermenge als Puffer wirkt und die Effekte eher abschwächen als verstärken wird.

Um abschätzen zu können, wie groß die Temperaturunterschiede zwischen Donauwasser und Lufttemperatur (Bereich Oberbecken) sein können, wurden entsprechende Datensätze der Jahre 2015 bis 2020 ausgewertet und grafisch dargestellt (Abbildung 19 bis Abbildung 21). Die Messdaten zur Wassertemperatur stammen dabei von einer Messstelle beim Kraftwerk Jochenstein nicht weit entfernt von der zukünftigen Entnahmestelle des Wassers für den Pumpbetrieb. Die Messdaten zur Lufttemperatur (2 m über Grund) stammen von der Messstelle Gottsdorf, ca. 150 m östlich des Beckenrandes des zukünftigen Oberbeckens.

Die größten Unterschiede in diesen 6 Jahren betrugen rund 20 K im Winter und 15 K im Sommer (d.h. es gab im Winter eine Situation, bei der die Lufttemperatur um 20 K tiefer war als die Wassertemperatur der Donau und umgekehrt im Sommer eine um 15 K höhere Luft- als Wassertemperatur).

Hinsichtlich der Nebelhäufigkeit und eine mögliche Änderung der Zahl an Nebeltagen durch das Vorhaben ist auf die hohe interannuelle Variabilität der Nebelhäufigkeit im Ist-Zustand hinzuweisen. Der Wasserkörper des Oberbeckens ist sicher zu klein, um Nebelereignisse auszulösen.

Es kann aber der Fall auftreten, dass an Tagen, an denen Bodennebel bereits aufgetreten ist, in der Senke des Oberbeckens das Nebelereignis bei entsprechenden Bedingungen etwas länger andauert.



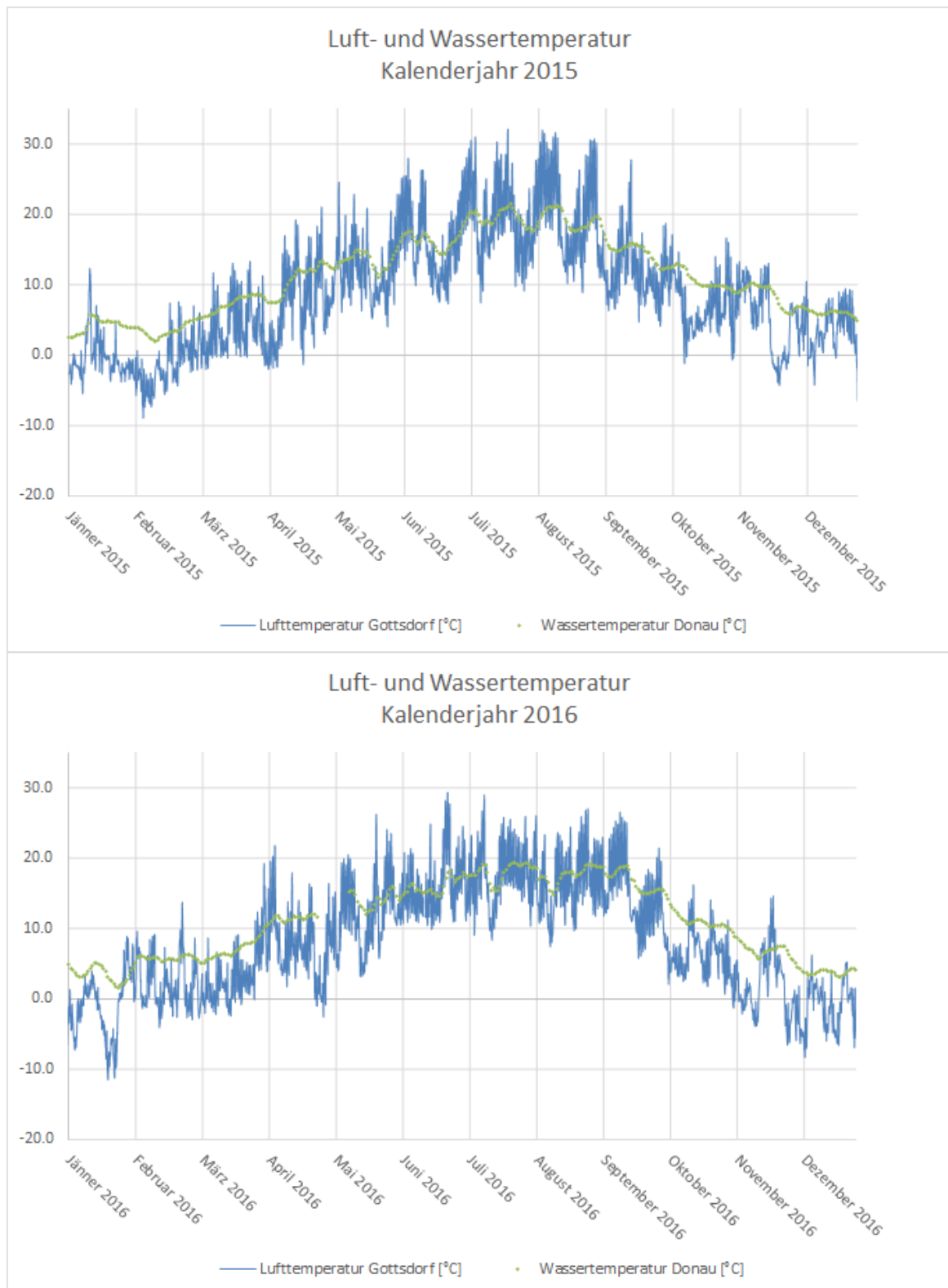


Abbildung 19 Jahresgang der Wassertemperatur in der Donau (Messstelle Jochenstein, grüne Linie) und Lufttemperatur an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (blaue Linie) der Jahre 2015 und 2016



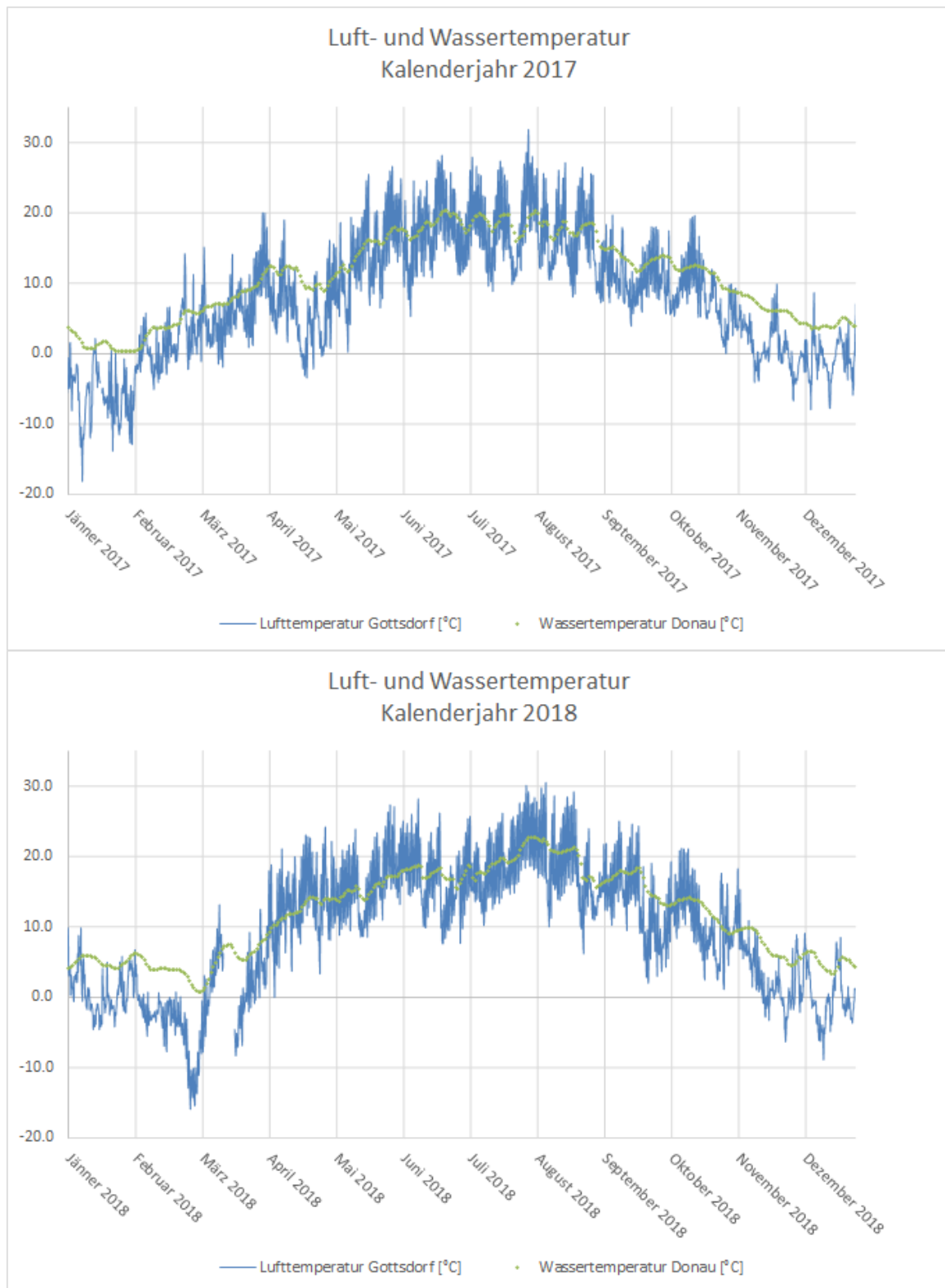


Abbildung 20 Jahresgang der Wassertemperatur in der Donau (Messstelle Jochenstein, grüne Linie) und Lufttemperatur an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (blaue Linie) der Jahre 2017 und 2018

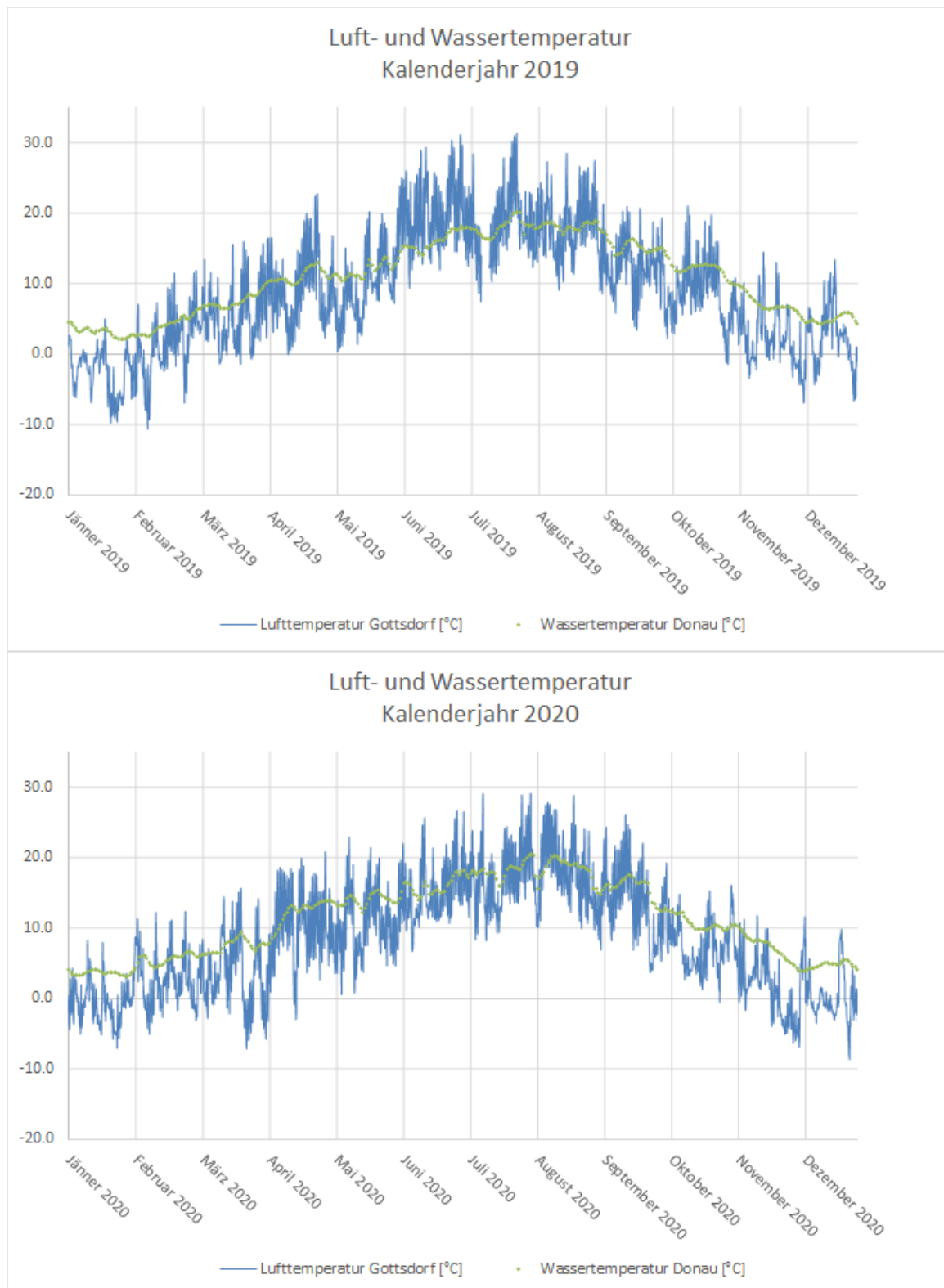


Abbildung 21 Jahresgang der Wassertemperatur in der Donau (Messstelle Jochenstein, grüne Linie) und Lufttemperatur an der Messstelle Gottsdorf/Riedl (blaue Linie) der Jahre 2019 und 2020

7.2.3.3 Auswirkungen auf die Durchlüftungsverhältnisse - Kaltluftabfluss

Thermischen Windsystemen kommt bei austauscharmen Wetterlagen eine besondere Bedeutung zu. Dies gilt im Besonderen für Kaltluftabflüsse, die die lokalen Durchlüftungsverhältnisse maßgebend prägen. Landnutzungsänderungen wie Acker-/Grünland zu Gewässer und Änderungen von Geländeformen durch z.B. das



Aufschütten von Dämmen können sowohl die Kaltluftbildung als auch den Kaltluftabfluss beeinflussen.

Wie eine Auswertung der Messdaten an der Projektmessstelle Sportplatz Gottsdorf/Riedl zeigt, treten in den Nachtstunden, sofern nicht gerade synoptische Westwetterlagen das Wettergeschehen dominieren, häufig Schwachwindsituationen aus Nordost auf (Abbildung 14 und Abbildung 15), die auf Kaltluftabflüsse hinweisen und die aufgrund der topografischen Verhältnisse großräumig geprägt bzw. beeinflusst sind.

Dies bestätigen auch die vom Deutschen Wetterdienst durchgeführten Modellrechnungen zum Kaltluftabfluss, die sowohl für die Ist-Situation als auch für die Situation nach Realisierung des Speicherbeckens erstellt worden sind (DWD, 2011a).

Die durch das Vorhaben bewirkte Landnutzungsänderung und die Errichtung von Dämmen bzw. Randböschungen wird zwar kleinräumig die Abflusscharakteristik der bodennahen Kaltluft modifizieren, allerdings werden keine neuen Barrieren in einer Größenordnung geschaffen, die spürbare Änderungen in der Kaltluftsituation erwarten lassen.

Zu diesem Ergebnis kommen auch die Modellrechnungen zum Kaltluftgeschehen und den Kaltluftströmungen des Deutschen Wetterdienstes, die für das Untersuchungsgebiet durchgeführt wurden (DWD, 2011a):

Nach Durchführung der geplanten Baumaßnahme ergeben sich im unmittelbaren Randbereich des Energiespeichers zusätzliche Kaltluftstaugebiete. Der Speicher an sich ergibt in der Simulation ein Kaltluftdefizit gegenüber dem IST-Zustand, da statt der bisher vorhandenen, die Kaltluft aufnehmenden Mulde eine Wasserfläche mit einer Randböschung vorliegt. Im südöstlichen Abflussbereich des geplanten Speichersees entsteht ebenfalls ein leichtes Kaltluftdefizit, welches sich bis in das Donautal fortsetzt. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass dieses Defizit gegenüber der entstehenden Kaltluft gering ist und somit beispielsweise die im Donautal auftretende Differenz von einem Meter vernachlässigbar ist. Westlich des Energiespeichers erfolgt ein etwas verstärkter Abfluss von Kaltluft. Somit entsteht in diesem Bereich ein leichtes Kaltluft-Plus. Direkt im Bereich des Speicherbeckens sind zwar Auswirkungen gegeben, im weiteren Umfeld des Speichers sind sie allerdings sehr gering und aufgrund des ausgeprägten, im Bestand vorhandenen Kaltluftflusses als vernachlässigbar anzusehen.

7.2.3.4 Auswirkungen auf die Besonnungs- / Beschattungssituation

Die Errichtung von Dammbauwerken kann zu Änderungen in der Besonnungssituation führen. Durch die geplante Dammkrone, die sich durchgängig in 632,5 m ü.NN befinden wird, können sich Beschattungseffekte beim Riedlerhof ergeben. Die Siedlungsgebiete von Ramesberg und Gottsdorf liegen höher als die Dammkrone, jene von Riedl befindet sich südlich des Dammes, sodass es für diese Wohnanrainer zu keiner Veränderung der Besonnungsverhältnisse kommen wird.

Um die durch das Dammbauwerk verursachten Änderungen der Besonnungszeiten im Bereich des Riedlerhofs zu quantifizieren, wurde das Modell *RayMan Pro* (radiation on the human body) herangezogen. *RayMan Pro* eignet sich zur vereinfachten Darstellung des Dammbauwerks und dessen Schattenbildung sowie zur Erstellung von Horizontogrammen.



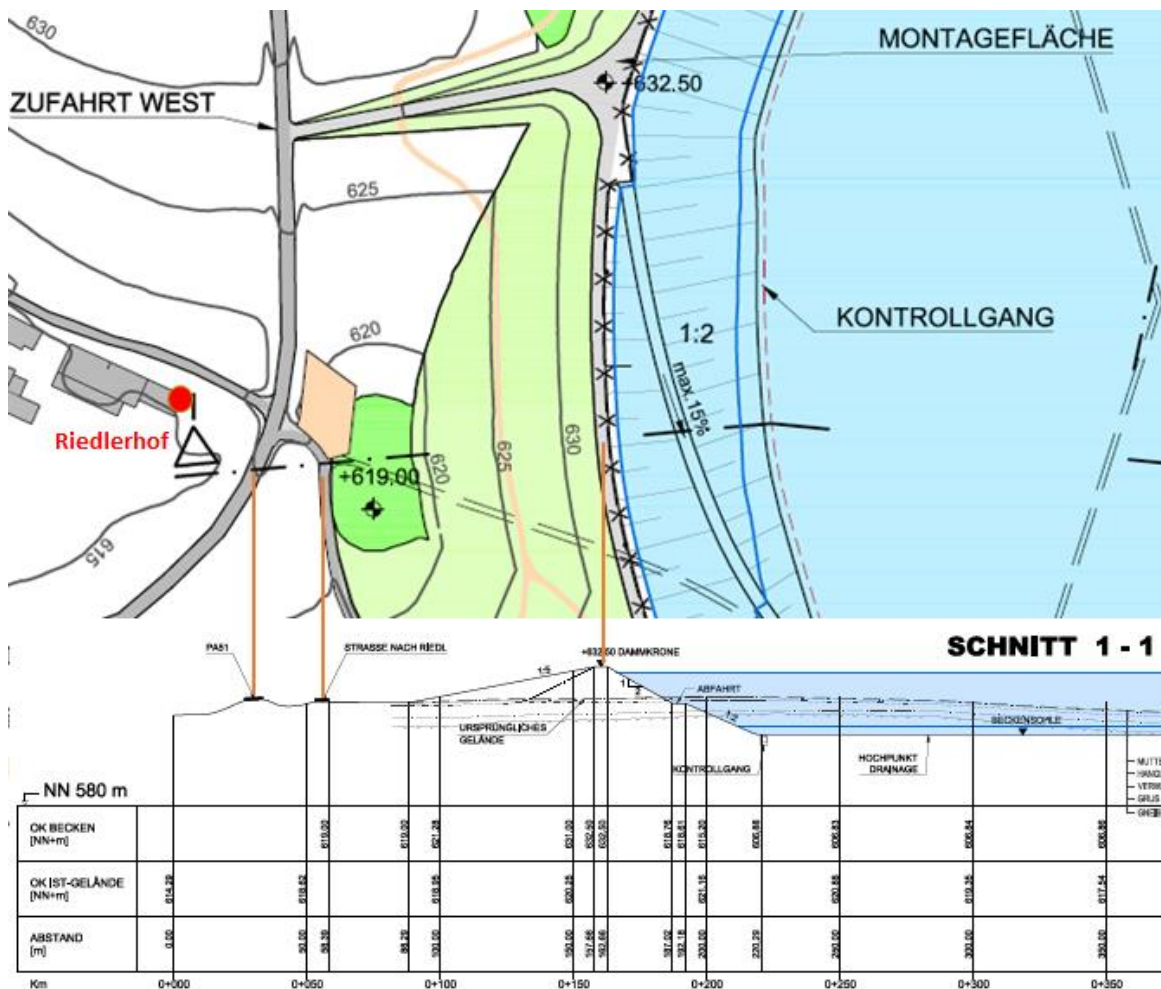


Abbildung 22 Ausschnitt aus dem Lageplan „Oberbecken“ sowie Schnitt 1-1 (West-Ost), Quellen: Lageplan: JES-A001-PER1-A21001-00.pdf, Schnitte: JES-A001-PER1-A21002-01.pdf

Abbildung 23 zeigt das Horizontogramm für den Beurteilungspunkt Riedlerhof an einem wolkenlosen Tag mit freiem Horizont. Die roten Linien geben Auskunft über Zeitpunkt von Sonnenauf- und Sonnenuntergang und die Tageslänge sowie den für die Beschattung relevante Höhenwinkel. Die roten Linien beschreiben die Situation zur Sommer- und Wintersonnenwende und zum Äquinoptikum (Tag-Nacht-Gleiche). Die Punkte auf den roten Linien stellen jeweils die volle Stunde dar.

Wie aus Abbildung 23 ersichtlich, ist eine Beschattung des Riedlerhofs am Morgen bei Sonnenaufgang durch das Dammbauwerk möglich. Im Winter und Sommer ist dieser Effekt schwächer ausgeprägt als im Frühling und Herbst. Die Verringerung der theoretischen Sonnenscheindauer beträgt pro Tag im Winter/Sommer maximal 30 Minuten, im Frühling/Herbst etwa 45 Minuten. Diese Angaben gelten an einem wolkenlosen Tag mit freiem Horizont.

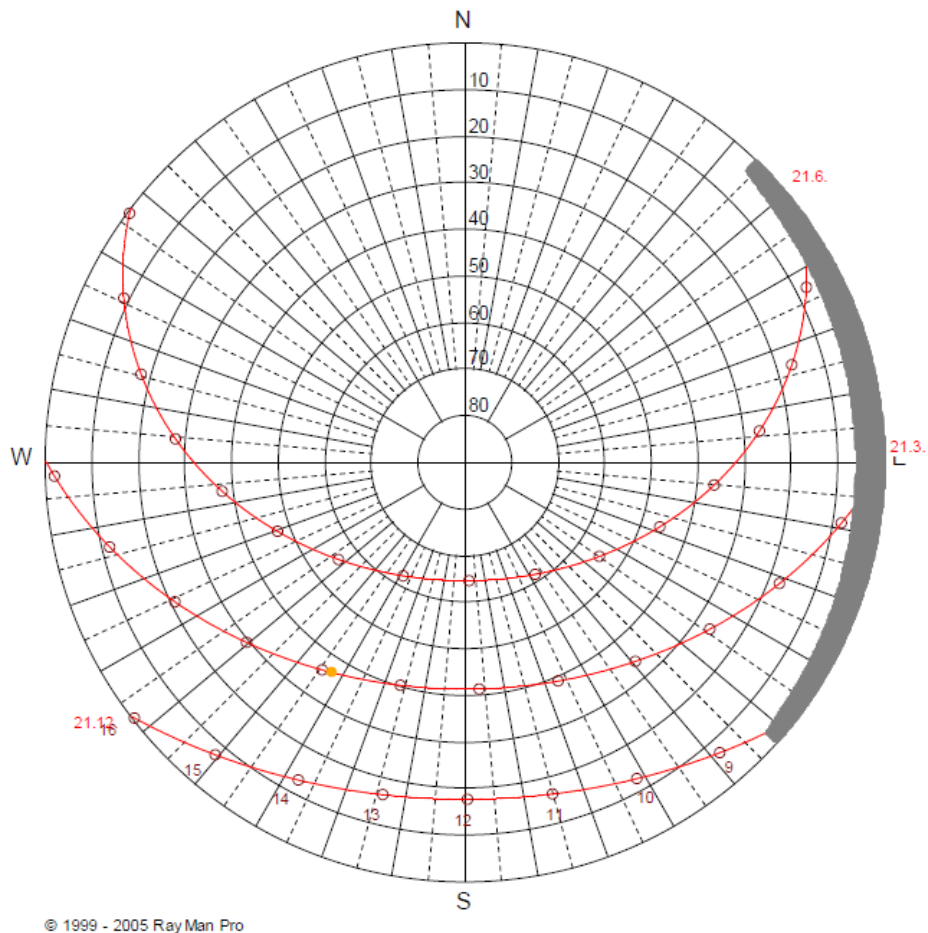


Abbildung 23 Horizontogramm für den Beurteilungspunkt „Riedlerhof“ (615 m ü.NN) und der Dammkrone des Oberbeckens (632,5 m ü.NN), dargestellt für ebenes Gelände, Höhe des Beobachtungspunktes: 1,75 m, Datenquelle: RayMan Pro berechnet für den Standort Riedlerhof

RayMan Pro © 1999 - 2005

Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany

place: 1_Riedlerhof

geogr. longitude: 14°12' latitude: 48°53' timezone: UTC +1.0 h

horizon limitation: 2.4% sky view factor: 0.976

personal data: height: 1.75 m

date	day of	time	sunr.	sunset	SDmax	SDact	Gmax	Smax	Dmax	Gact	Sact	Dact
d.m.yyyy	year	h:mm	h:mm	h:mm	min	min	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²	W/m ²
21.12.2021	355	13:52	7:55	16:09	495	466	231.9	197.3	34.6	231.6	197.3	34.3
21.3.2021	80	13:52	6:05	18:17	732	686	623.5	579.3	44.2	623.1	579.3	43.9
21.6.2021	172	13:52	3:59	20:10	971	929	814.1	689.5	124.6	812.9	689.5	123.4

Tabelle 4 Sonnenauf- und -untergang sowie theoretische Sonnenscheindauer (SDmax) und Sonnenscheindauer nach Realisierung des Dammbauwerks für das Oberbecken (SDact) für den Beurteilungspunkt Riedlerhof

Laut DIN 5034-1 soll die mögliche Besonnungsdauer in Wohn- und Aufenthaltsräumen zur Tag- und Nachtgleiche mindestens 4 Stunden betragen. Diese Anforderung wird jedenfalls weiterhin erfüllt.

8. Energie- und Klimabilanz des Vorhabens

8.1 Bauphase

Der Energiebedarf in der Bauphase wird prinzipiell durch folgende Energieträger gedeckt:

- Fossile Brennstoffe (Dieselkraftstoff, Benzin);
- Elektrische Energie (Strom).

Klimarelevante Spurenstoffe entstehen durch Einsatz fossiler Brennstoffe in Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen und Baumaschinen sowie indirekt durch den Stromverbrauch von elektrisch betriebenen Baugeräten und Baustelleneinrichtungen. Die nachfolgenden Tabellen (Tabelle 5 bis Tabelle 7) geben Aufschluss über den zu erwartenden Energiemengenbedarf und die daraus abgeleiteten CO₂-Emissionen während der gesamten Bauphase des Energiespeicher Riedl und der Gewässerökologischen Maßnahmen. Er liegt bei rund 272 GWh. Bei Berücksichtigung der in der Vorhabensbeschreibung angeführten Transportfahrten außerhalb der Baustellenbereiche und unter Annahme realistischer Transportdistanzen sowie bei Berücksichtigung der Personalfahrten ergibt sich ein Gesamtenergiebedarf in der Bauphase von insgesamt rund **285 GWh**.

Hinsichtlich der Treibhausgasemissionen ist in der Errichtungsphase des Energiespeicher Riedl und der Gewässerökologischen Maßnahmen eine Gesamt-CO₂-Emissionsmenge von rund **85.000 t CO₂** zu bilanzieren.

ES-R und GÖM

Energiebedarf und CO ₂ Emissionen in der Bauphase	Energiebedarf [GWh _{th}]	Energiebedarf [GWh _{el}]	CO ₂ -Emissionen [1000 t]
Baustellenbereich	205	67	81
Transporte Straße/Donau	13	-	4
Summe	285		85

Tabelle 5 Energiebilanz und Bilanz der Treibhausgasemissionen in der Bauphase, gesamt (gerundete Zahlen)

8.2 Betriebsphase

Von der TU-Wien und der Energy Economics Group (2020) wurde eine Studie erstellt, inwieweit durch das Vorhaben Energiespeicher Riedl positive Effekte auf die Mitteleuropäische Stromversorgung gegeben sind, vor allem in Hinblick auf die zunehmende, regenerative Stromerzeugung aus Windkraft und Photovoltaik und die sich daraus resultierenden Anforderungen an die europäische Stromnetzstabilität. Dabei wurden jene drei unterschiedlichen Szenarien untersucht, die von ENTSO-E in Hinblick auf den TYNDP (Ten-Year Network Development Plan) definiert wurden. Das jährliche CO₂-Einsparungspotential wird in der Studie je nach Szenario mit 55.000 – 128.000 t CO₂ angegeben.

Die durch die Landnutzungsänderungen bedingten CO₂-Emissionen können im Vergleich dazu als vernachlässigbar gering angesehen werden. Es fällt eine dauerhafte Inanspruchnahme von vorwiegend Wiesenflächen (Grünland), Ackerland und Wald für das Speicherbecken von rund 25 ha an, die in eine versiegelte Fläche umgewandelt werden, womit diese Flächen als potentielle CO₂-Senken wegfallen. Diese 250-300 t CO₂/a sind im Vergleich zur jährlichen Einsparpotential verschwindend gering (vgl. Tabelle 6).



Treibhausgasemissionen	CO ₂ -Emissionen	Anmerkungen
Bauphase	t CO ₂ 85 000	infolge Energieeinsatz
Betriebsphase: Landnutzungsänderung	t CO ₂ /a 252	Verlust an Wald: ca. 16.8 ha á ca. 15 t CO ₂ /(ha.a), nach UBA 2017 (LULUCF forest land to settlement)
	t CO ₂ /a 18	Verlust an Wiesen und Ackerland: ca. 9 ha (inkl. GÖM) á ca. 2 t CO ₂ /(ha.a), nach UBA 2017 (LULUCF grassland/cropland to settlement)
Betriebsphase: jährliche Einsparung	t CO ₂ /a -55 000	energiewirtschaftlicher Nutzen nach TU-Wien/EEG (2020) für das Szenario "NT"
		Amortisation der Bauphase in ca. 19 Monaten

Tabelle 6 Bilanz der Treibhausgasemissionen für Bau- und Betriebsphase

9. Klimawandel

Die Prognosemodelle weisen für Bayern durchwegs Zunahmen der mittleren Jahrestemperatur von etwa 1-2 K bis zur Mitte des Jahrhunderts aus. Bis zum Ende des Jahrhunderts ist mit einem weiteren Anstieg der Temperatur zu rechnen. Damit verbunden sind mildere Winter und heißere Sommer. Die zu erwartende Niederschlagsentwicklung zeigt bis Ende des Jahrhunderts für den Jahresniederschlag insgesamt keine deutlichen Veränderungen.

Grundsätzlich wirken Wasserflächen ausgleichend auf Temperatur- und Feuchteschwankungen, sodass das Oberbecken für den unmittelbaren angrenzenden Bereich mögliche Klimawandeleffekte tendenziell abpuffern vermag. Allerdings ist – wie in der Auswirkungsanalyse bereits ausgeführt – der Wasserkörper zu klein, um das Lokalklima auch bei geänderten klimatischen Gegebenheiten nachhaltig zu beeinflussen.

In Bezug auf die Änderungen der Häufigkeiten von Extremwittersituationen (Starkwindereignisse, Starkregenereignisse, Trockenperioden) zeigen die Modelle keine eindeutigen Ergebnisse.

Starkwindereignisse sind bei der Auslegung des Freibords auf Basis von Bemessungswindberechnungen (DWD 2011b) berücksichtigt.

Auf Starkregenereignisse kann aufgrund der Möglichkeiten der Wasserspiegelabsenkung rasch reagiert werden.

10. Wesentliche positive und negative Auswirkungen – Österreich

Sämtliche Aktivitäten während der Bau- und Betriebsphase und damit auch die Eingriffsorte befinden sich auf deutschem Staatsgebiet allerdings in unmittelbarer Nähe zur österreichischen Staatsgrenze. Wie in Kapitel 7 ausgeführt, bleiben vorhabensbedingte mikroklimatische Auswirkungen – wenn überhaupt – auf den unmittelbaren Nahbereich des Oberbeckens beschränkt. Auswirkungen auf das österreichische Staatsgebiet sind daher nicht zu erwarten.

11. Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung

Es sind sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase keine Maßnahmen erforderlich.

12. Vorschläge für die Beweissicherung und Kontrolle

Es sind sowohl für die Bau- als auch für die Betriebsphase aus Sicht des Schutzgutes Klima keine Beweissicherungsmaßnahmen und Kontrollen erforderlich.

13. Nachsorgephase

Nach Ablauf der genehmigten Bestandsdauer besteht grundsätzlich die Absicht der Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ) eine Verlängerung der Genehmigung zu beantragen und den Energiespeicher Riedl entsprechend den technischen, gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen weiter zu betreiben.

Wird das Kraftwerk aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen stillgelegt, erfolgt die Sicherung, Verwertung bzw. Entsorgung der Komponenten entsprechend den zu diesem Zeitpunkt gültigen gesetzlichen Grundlagen.



14. Zusammenfassung

14.1 Bestandssituation

Regionalklimatisch gesehen zählt der Untersuchungsraum zum Klimabezirk Bayerischer Wald. Der Mittelgebirgseinfluss sorgt vor allem durch die größere Höhenlage für niedrigere Temperaturen und auch der Grad der Kontinentalität ist dadurch etwas geringer. Mit zunehmender Höhenlage befindet sich das Gebiet des geplanten Oberbeckens im Winterhalbjahr bei austauscharmen Wetterlagen häufiger oberhalb von Inversion und Talnebel. Die Sonnenscheindauer ist dadurch erhöht. Vor allem die Kuppenlagen, aber auch die Hochflächen sind dagegen bei Tiefdruckwetterlagen vielfach in Wolkennebel gehüllt. Der Untersuchungsraum kann generell als gut durchlüftet eingestuft werden.

14.2 Wesentliche negative und positive Auswirkungen

14.2.1 Auswirkungen während der Bauphase

Wärmeproduktion durch den Baubetrieb sowie Änderungen der Oberflächeneigenschaften durch Versiegelung/Verdichtung (Asphaltieren) und Landnutzungsänderungen in den Baustellenbereichen können zwar eine sehr lokale Änderung des Strahlungs- und Temperaturhaushaltes bewirken. Insgesamt sind aber die Effekte im Vergleich zu den regionalen und überregionalen Einflussgrößen vernachlässigbar gering.

14.2.2 Auswirkungen während der Betriebsphase

14.2.2.1 Teilraum Donautal (Jochenstein, GÖM Edlhof)

Im Bereich Jochenstein werden nach Fertigstellung des Vorhabens keine relevanten baulichen Strukturen und Änderungen der Landnutzung zurückbleiben. Die durch die Errichtung der Stillgewässerflächen und Amphibientümpel (GÖM Edlhof) hervorgerufenen Landnutzungsänderungen sind im Vergleich zum Lokalklima bestimmenden Wasserkörper der Donau vernachlässigbar, sodass keine mikroklimatischen Auswirkungen zu erwarten sein werden.

14.2.2.2 Teilraum Donauleiten

In diesem Teilraum finden durch das Vorhaben keine relevanten Eingriffe statt.

14.2.2.3 Teilraum Oberbecken

14.2.2.3.1 Thermische Verhältnisse

Das Oberbecken wirkt als Ausgleichsfläche, da es die Temperaturschwankung zwischen Tagesmaximum und nächtlichem Minimum lokal zu reduzieren vermag. Allerdings ist der Wasserkörper zu klein, um das Lokalklima außerhalb des Eingriffsortes maßgeblich zu beeinflussen. Spürbare Effekte auf Lufttemperatur und Feuchte sind unter Umständen an wenigen Tagen im Jahr im Bereich des Riedlerhofs gegeben. Die nächstgelegenen Siedlungsgebiete Gottsdorf und Riedl sind bereits zu weit entfernt, sodass dort Änderungen im Vergleich zur Bestandssituation nicht relevant sein werden.



14.2.2.3.2 Nebelbildung

Die Nebelhäufigkeit wird grundsätzlich durch unterschiedliche Nebelarten bestimmt. Das Oberbecken liegt auf einem Plateau am südöstlichen Ausläufer des Höhenzugs des Bayrischen Waldes. Dort bestimmen vorrangig Wolken- und Hochnebel die Anzahl der Nebeltage. Darauf hat ein künstliches Gewässer in der Größe des geplanten Speichers keinen Einfluss.

In der kalten Jahreszeit kann durch das Befüllen des Speichersees mit vergleichsweise wärmerem Donauwasser ein Temperaturgradient zur Umgebungsluft auftreten. Aufgrund der kühleren Lufttemperaturen tritt die Wasserdampfsättigung relativ früh ein, so dass es über der Wasseroberfläche zu Seerauchbildung kommen kann. Allerdings herrschen im Bereich des Oberbeckens in der Regel sehr gute Austauschverhältnisse vor. Hier sind zusätzliche Nebelereignisse außerhalb des Beckens nicht zu erwarten.

14.2.2.3.3 Durchlüftung

Die durch das Vorhaben bewirkte Landnutzungsänderung und die Errichtung von Dämmen bzw. Randböschungen wird zwar kleinräumig bei austauscharmen Wetterlagen die Abflusscharakteristik der bodennahen Kaltluft modifizieren, allerdings werden keine neuen Barrieren in einer Größenordnung geschaffen, die spürbare Änderungen in der Kaltluftsituation erwarten lassen.

14.2.2.4 **Auswirkungen auf Österreich**

Sämtliche Aktivitäten während der Bau- und Betriebsphase und damit auch die Eingriffsorte befinden sich auf deutschem Staatsgebiet. Gemäß Auswirkungsanalyse bleiben vorhabensbedingte mikroklimatische Änderungen – wenn überhaupt – auf den unmittelbaren Nahbereich des Oberbeckens beschränkt. Auswirkungen auf das österreichische Staatsgebiet sind daher nicht zu erwarten.



15. Literaturverzeichnis

- Böhm R. (2008) „Heiße Luft -- Reizwort Klimawandel, Fakten-Ängste Geschäfte“, EDITION VA bENE, Eine Analyse, Wien-Klosterneuburg, Österreich (ISBN: 978-3-85167-213-8).
- BUWAL (2007): Datenbank zur Berechnung von Offroad-Emissionen. BUWAL-Homepage, <http://www.bafu.admin.ch/luft/00632/00639/00645/index.html>
- Dobesch H. und Auer I. (1987): Der mögliche Einfluss der geplanten Staustufe Wien-Freudenau auf das Klima der Umgebung, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Dezember 1987.
- Dobesch H. und Neuwirth F. (1985): Kraftwerksprojekt Oberer Inn, Hauptstufe Martina – Ried/Prutz, Eisbildung in der geplanten Restwasserstrecke und klimatische Beeinflussung des Luftfeuchtefeldes, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien, Mai 1985.
- Eis D., Helm D., Laußmann D., Stark K. (2010): Klimawandel und Gesundheit, Ein Sachstandsbericht, Robert Koch Institut
- Formayer H., Clementschitsch L., Kromp-Kolb H. (2008) „Regionale Klimaänderung in Österreich, Auswirkungen auf die Bereiche Energieerzeugung, Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft“, Bericht des Institutes für Meteorologie der Universität für Bodenkultur im Auftrag von GLOBAL 2000, Wien, Österreich (<http://www.wau.boku.ac.at/met.html>).
- infras (2019): Handbuch der Emissionen des Straßenverkehrs, HBEFA V4.1
- LfU (2012): Der Klimawandel in Bayern, Auswertung regionaler Klimaprojektionen, Klimabericht Bayern, Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- UBA (2017): Austria's National Inventory Report 2017, Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. REP-0608
- Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (2016): Daten zum Verkehr 2016.
- Umweltbundesamt Dessau-Roßlau (2020): Spezifische CO₂-Emissionen des Deutschen Strommix, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen#Strommix>
- UN-FCCC (2014) United Nations, Framework Convention on Climate Change, FCCC/CP/2013/10/Add.3 vom 31. Jänner 2014



16. Anhang

16.1 Aktivitätsdaten und Berechnungsgrößen für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen in der Bauphase



mechanischer Wirkungsgrad Dieselmotor	40%	Kernarbeitszeit	13 h
Heizwert Dieseltreibstoff (Hu)	12 kWh/kg Dieseltreibstoff	durchgängig	24 h
CO ₂ -Emissionsfaktor Dieseltreibstoff	3.15 kg CO ₂ /kg Dieseltreibstoff	Arbeitstage/Monat	26 d/Monat
CO ₂ -Emissionsfaktor Strom	0.401 kg CO ₂ /kWh elektr. (Deutscher Strommix, geschätzt für Bezugsjahr 2019, UBA 2020)		

Baustelle ES-R	n Geräte x Monat [n*M]	Arbeits- zeit	Einsatzdauer bez. auf Arbeitszeit	Einsatz- zeit [h/d]	Nenn- leistung [kW _{mech}]	Antriebs- art (D od. E)	Last- faktor [%]	Energie- bedarf [MWh _{th}]	Energie- bedarf [MWh _{el}]
BE-Fläche-1 (Trenndamm)									
Container (Klimaanlagen)	135	Kernarbeitszeit	100%	13.0	3	E	100%	-	137
PKW	60	Kernarbeitszeit	20%	2.6	75	D	25%	190	-
Betonmischanlage inkl. Zementsilo und Komponentenboxen	26	Kernarbeitszeit	100%	13.0	300	E	80%	-	2 109
Dieselaggregat	26	Kernarbeitszeit	0.1%	0.01	50	D	47%	1	-
Flutlichtsystem	24	Kernarbeitszeit	25%	3.3	74	E	100%	-	150
Kreissäge, Bohrer etc.	66	Kernarbeitszeit	64%	8.4	10	E	50%	-	72
Winkelschleifer, Schlag-/Bohrhammer etc.	66	Kernarbeitszeit	64%	8.4	10	E	50%	-	72
Hydraulikbagger	7	Kernarbeitszeit	85%	11.1	230	D	48%	555	-
Hydraulikabbauhammer	3	Kernarbeitszeit	85%	11.1	-	-	-	-	-
LKW	160	Kernarbeitszeit	67%	8.7	240	D	25%	5 435	-
LKW mit Kran	41	Kernarbeitszeit	85%	11.1	240	D	25%	1 767	-
Radlader / Stapler	41	Kernarbeitszeit	90%	11.7	150	D	48%	2 245	-
Rotationsbohrgerät	3	Kernarbeitszeit	80%	10.4	750	D	48%	730	-
Bohrwagen	17	Kernarbeitszeit	20%	2.6	200	D	48%	276	-
Spundwandramme	2	Kernarbeitszeit	85%	11.1	390	D	48%	269	-
Brecher- und Sortieranlage (Siebanlage)	21	Kernarbeitszeit	90%	11.7	285	D	80%	3 641	-
Radlader untertage	33	Kernarbeitszeit	84%	10.9	170	D	48%	1 903	-
Erdwalze	3	Kernarbeitszeit	90%	11.7	160	D	48%	175	-
Seilbagger	3	Kernarbeitszeit	60%	7.8	350	D	48%	256	-
Baukran	25	Kernarbeitszeit	40%	5.2	70	E	50%	-	118
Luttenlüfter in Schallschutzcontainer	25	durchgehend	80%	19.2	200	E	80%	-	1 997
Wasseraufbereitungsanlage	25	durchgehend	100%	24.0	250	E	80%	-	3 120
Betonspritzgerät	25	durchgehend	20%	4.9	115	D	77%	705	-
Bohrwagen	25	durchgehend	20%	4.9	160	D	48%	611	-
Betonmischwagen	50	Kernarbeitszeit	20%	2.7	240	D	25%	517	-
Betonpumpe	25	durchgehend	20%	4.9	130	D	77%	796	-
Muldenfahrzeug	50	durchgehend	20%	4.9	200	D	25%	796	-
Mobilkran	51	Kernarbeitszeit	90%	11.7	400	D	25%	3 879	-
Saugfahrzeug mit Sprühbalken	38	Kernarbeitszeit	52%	6.7	325	D	25%	1 353	-
Entwässerungspumpen	50	durchgehend	100%	24.0	400	E	50%	-	6 240
Schubboot/Schubleichter	35	Kernarbeitszeit	100%	13.0	750	D	62%	13 752	-
Beladevorrichtung Schubleichter (Hafenbagger)	33	Kernarbeitszeit	70%	9.1	725	D	48%	6 793	-
Schwimmkran	4	Kernarbeitszeit	95%	12.4	267	D	48%	412	-
Seilwinden	4	Kernarbeitszeit	90%	11.7	75	E	50%	-	46
Schubschiff für Ponton	2	Kernarbeitszeit	90%	11.7	300	D	62%	283	-
Trocknungsanlage	17	Kernarbeitszeit	100%	13.0	10	E	100%	-	57
BE-Fläche-2 (Kraftstation)									
Container (Klimaanlagen)	360	Kernarbeitszeit	100%	13.0	3	E	100%	-	365
PKW	410	Kernarbeitszeit	20%	2.6	75	D	25%	1 299	-
Reifenwaschanlage	51	Kernarbeitszeit	100%	13.0	90	E	50%	-	776
Tankwagen	51	Kernarbeitszeit	14%	1.8	300	D	25%	437	-
Tankanlage	33	Kernarbeitszeit	15%	2.0	0.4	E	100%	-	1
Dieselaggregat	19	Kernarbeitszeit	0%	0.0	50	D	47%	-	-
Flutlichtsystem	32	Kernarbeitszeit	25%	3.3	74	E	100%	-	200
Kreissäge, Bohrer etc.	90	Kernarbeitszeit	60%	7.8	10	E	50%	-	91
Winkelschleifer, Hammer etc.	90	Kernarbeitszeit	60%	7.8	10	E	50%	-	91
Muldenfahrzeug	20	Kernarbeitszeit	72%	9.4	230	D	25%	700	-
Kleindumper	68	Kernarbeitszeit	53%	6.9	55	D	48%	803	-
LKW mit Kran	50	Kernarbeitszeit	85%	11.1	240	D	25%	2 155	-
Hydraulikbagger	50	Kernarbeitszeit	85%	11.1	230	D	48%	3 965	-
Rotationsbohrgerät	6	Kernarbeitszeit	85%	11.1	750	D	48%	1 551	-
Betonspritzgerät	8	Kernarbeitszeit	20%	2.6	75	D	77%	78	-
Bohrgerät	8	Kernarbeitszeit	20%	2.6	110	D	48%	71	-
Betonmischwagen	50	Kernarbeitszeit	85%	11.1	240	D	25%	2 155	-
Rüttelwalze	5	Kernarbeitszeit	20%	2.6	100	D	48%	41	-
Seilbagger	8	Kernarbeitszeit	20%	2.6	350	D	48%	227	-
Baukran	46	Kernarbeitszeit	17%	2.2	70	E	50%	-	92
Wasseraufbereitungsanlage	17	durchgehend	100%	24.0	75	E	80%	-	636
Betonpumpe	23	Kernarbeitszeit	17%	2.2	130	D	77%	330	-
Entwässerungspumpen	34	durchgehend	100%	24.0	400	E	50%	-	4 243
Asphaltfertiger	3	Kernarbeitszeit	90%	11.7	130	D	48%	142	-
Glattradwalze	6	Kernarbeitszeit	90%	11.7	100	D	48%	219	-
BE-Fläche-3 (Wohnlager mit Parkplatz + temporärer Touristenparkplatz)									
Container (Klimaanlagen)/Wohnlager und Kantine	1320	Kernarbeitszeit	100%	13.0	4	E	100%	-	1 785
Kantine	43	Kernarbeitszeit	100%	13.0	60	E	100%	-	872
PKW	86	Kernarbeitszeit	20%	2.6	75	D	25%	273	-
Hydraulischer Tieflöffelbagger	5	Kernarbeitszeit	90%	11.7	320	D	48%	584	-
LKW	14	Kernarbeitszeit	90%	11.7	240	D	25%	639	-
Asphaltfertiger	4	Kernarbeitszeit	90%	11.7	130	D	48%	190	-
Glattradwalze	8	Kernarbeitszeit	90%	11.7	100	D	48%	292	-
Traktor mit Egge	2	Kernarbeitszeit	100%	13.0	85	D	48%	69	-

Zwischenlagerfläche-1 (Trenndamm)									
Bewässerungskanone	58	Kernarbeitszeit	100%	13.0	24	E	80%	-	376
BE-Fläche-4 (Speichersee)									
Flutlichtsystem	32	Kernarbeitszeit	25%	3.3	74	E	100%	-	200
PKW	150	Kernarbeitszeit	20%	2.6	75	D	25%	475	-
Tankwagen	53	Kernarbeitszeit	15%	2.0	300	D	25%	520	-
Betonmischanlage inkl. Zementsilo und Komponentenboxen	34	Kernarbeitszeit	100%	13.0	300	E	80%	-	2 758
Kreissäge, Bohrer etc.	45	Kernarbeitszeit	72%	9.3	10	E	50%	-	55
Winkelschleifer, Hammer etc.	45	Kernarbeitszeit	72%	9.3	10	E	50%	-	55
Brecher- und Sortieranlage (Siebanlage)	29	Kernarbeitszeit	90%	11.7	450	D	50%	4 962	-
Mischanlage	29	Kernarbeitszeit	60%	7.8	150	E	80%	-	706
Muldenfahrzeug	145	Kernarbeitszeit	90%	11.7	350	D	25%	9 649	-
LKW	106	Kernarbeitszeit	90%	11.7	240	D	25%	4 837	-
LKW mit Kran	53	Kernarbeitszeit	90%	11.7	240	D	25%	2 418	-
Radlader / Stapler	53	Kernarbeitszeit	90%	11.7	150	D	48%	2 902	-
Sprinklerfahrzeug	39	Kernarbeitszeit	20%	2.6	280	D	25%	461	-
Kleindumper	106	Kernarbeitszeit	60%	7.8	55	D	48%	1 419	-
Schreitbagger	36	Kernarbeitszeit	90%	11.7	130	D	48%	1 708	-
Hydraulischer Tieflöffelbagger	159	Kernarbeitszeit	90%	11.7	400	D	48%	23 217	-
Hydraulischer Tieflöffelbagger	106	Kernarbeitszeit	90%	11.7	320	D	48%	12 382	-
Radlader	265	Kernarbeitszeit	90%	11.7	260	D	48%	25 151	-
Sprengfahrzeug (Emulsion)	24	Kernarbeitszeit	60%	7.8	75	D	48%	438	-
Strossenbohrgerät	24	Kernarbeitszeit	60%	7.8	330	D	48%	1 927	-
Betonmischwagen	68	Kernarbeitszeit	90%	11.7	240	D	25%	3 103	-
Tonmehlsilo	68	Kernarbeitszeit	100%	13.0	20	E	50%	-	230
Betonpumpe	34	Kernarbeitszeit	90%	11.7	100	D	77%	1 991	-
Mobilkran	53	Kernarbeitszeit	85%	11.1	400	D	25%	3 828	-
Baukran	3	Kernarbeitszeit	90%	11.7	70	E	50%	-	32
Plannierraupe	58	Kernarbeitszeit	90%	11.7	140	D	48%	2 964	-
Grader	29	Kernarbeitszeit	90%	11.7	125	D	48%	1 323	-
Erdwalzen	87	Kernarbeitszeit	90%	11.7	160	D	48%	5 081	-
Glattradwalze	114	Kernarbeitszeit	90%	11.7	100	D	48%	4 161	-
Bohrgerät	15	durchgehend	60%	14.4	110	D	48%	741	-
Asphaltfertiger	18	Kernarbeitszeit	90%	11.7	130	D	48%	854	-
Luttenlüfter in Schallschutzcontainer	38	durchgehend	76%	18.3	250	E	80%	-	3 607
Bauwasserbehandlungsanlage	42	durchgehend	100%	24.0	250	E	100%	-	6 552
Saugfahrzeug mit Sprühbalken	42	Kernarbeitszeit	30%	3.9	325	D	25%	865	-
Seilwindanlage	38	durchgehend	76%	18.3	1250	E	50%	-	11 271
Entwässerungspumpen	64	durchgehend	100%	24.0	400	E	50%	-	7 987
Harvester	1	Kernarbeitszeit	60%	7.8	150	D	48%	37	-
Häcksler	1	Kernarbeitszeit	60%	7.8	150	D	48%	37	-
Raupenfräse / Wurzelfräse	1	Kernarbeitszeit	60%	7.8	130	D	48%	32	-
Bewässerungskanone	52	Kernarbeitszeit	100%	13.0	24	E	80%	-	337
Trocknungsanlage	17	Kernarbeitszeit	100%	13.0	10	E	100%	-	57
BE-Fläche-5 (Nebenaulager Speichersee)									
Container (Klimaanlagen)	120	Kernarbeitszeit	100%	13.0	3	E	100%	-	122
PKW	150	Kernarbeitszeit	20%	2.6	75	D	25%	475	-
Dieselaggregat	41	Kernarbeitszeit	0%	0.0	500	D	47%	8	-
Saugfahrzeug mit Sprühbalken	50	Kernarbeitszeit	30%	3.9	325	D	25%	1 030	-
Kreissäge, Bohrer etc.	46	Kernarbeitszeit	87%	11.4	10	E	50%	-	68
Winkelschleifer, Hammer etc.	46	Kernarbeitszeit	87%	11.4	10	E	50%	-	68
Werkstatt	43	Kernarbeitszeit	90%	11.7	50	E	50%	-	327
Hydraulikbagger	7	Kernarbeitszeit	90%	11.7	230	D	48%	588	-
LKW	16	Kernarbeitszeit	90%	11.7	240	D	25%	730	-
Asphaltnischanlage	8	Kernarbeitszeit	65%	8.5	400	E	80%	-	562
Asphaltfertiger	4	Kernarbeitszeit	90%	11.7	130	D	48%	190	-
Glattradwalze	8	Kernarbeitszeit	90%	11.7	100	D	48%	292	-
Traktor mit Egge	3	Kernarbeitszeit	100%	13.0	85	D	48%	103	-
Reifenwaschanlage	52	Kernarbeitszeit	100%	13.0	90	E	50%	-	791
Tankwagen	53	Kernarbeitszeit	15%	2.0	55	D	25%	95	-
Tankanlage	46	Kernarbeitszeit	16%	2.1	0.4	E	100%	-	1
Bauwasserbehandlungsanlage	51	durchgehend	91%	21.9	250	E	100%	-	7 254
Zwischenlagerfläche-2 (Speichersee)									
Radlader / Stapler	43	Kernarbeitszeit	60%	7.8	150	D	48%	1 570	-
Schubraupe / Planierraupe	37	Kernarbeitszeit	60%	7.8	140	D	48%	1 261	-
Hydraulikbagger	6	Kernarbeitszeit	60%	7.8	230	D	48%	336	-
Bewässerungskanone	60	Kernarbeitszeit	100%	13.0	24	E	80%	-	389
Traktor mit Egge	3	Kernarbeitszeit	100%	13.0	85	D	48%	103	-
Zwischenlagerfläche-3 (Speichersee)									
Radlader / Stapler	43	Kernarbeitszeit	60%	7.8	150	D	48%	1 570	-
Schubraupe / Planierraupe	37	Kernarbeitszeit	60%	7.8	140	D	48%	1 261	-
Hydraulikbagger	6	Kernarbeitszeit	60%	7.8	230	D	48%	336	-
Bewässerungskanone	60	Kernarbeitszeit	100%	13.0	24	E	80%	-	389
Traktor mit Egge	3	Kernarbeitszeit	100%	13.0	85	D	48%	103	-
Oberbodenauftrag auf Ackerflächen									
Hydraulikbagger	12	Kernarbeitszeit	85%	11.1	230	D	48%	-	-
Muldenfahrzeug	36	Kernarbeitszeit	90%	11.7	240	D	48%	3 154	-
Summe								194 248	67 464



GÖM	n Geräte x Monaten [n*M]	Arbeits- zeit	Einsatzdauer bez. auf Arbeitszeit	Einsatz- zeit [h/d]	Nenn- leistung [kW _{mech}]	Antriebs- art (D od. E)	Last- faktor [%]	Energie- bedarf [MWh _{th}]	Energie- bedarf [MWh _{el}]
Abschnitt 1: Stillgewässer Edlhof									
Hydraulikbagger	6	Kernarbeitszeit	90%	11.7	280	D	48%	613	-
LKW	42	Kernarbeitszeit	90%	11.7	1	D	25%	8	-
Betonmischwagen	1	Kernarbeitszeit	90%	11.7	240	D	25%	46	-
Betonpumpe	1	Kernarbeitszeit	90%	11.7	130	D	77%	76	-
Kreissäge, Bohrer etc.	1	Kernarbeitszeit	60%	7.8	10	E	50%	-	1
Winkelschleifer, Schlag-/Bohrhammer etc.	1	Kernarbeitszeit	60%	7.8	10	E	50%	-	1
Asphaltfertiger	1	Kernarbeitszeit	90%	11.7	130	D	48%	47	-
Glattradwalze	2	Kernarbeitszeit	90%	11.7	100	D	48%	73	-
Schubboot/Schubleichter	2	Kernarbeitszeit	100%	13.0	750	D	62%	786	-
Abschnitt 2: Hafen Racklau									
Hydraulikbagger	6	Kernarbeitszeit	90%	11.7	280	D	48%	613	-
Schubboot/Schubleichter	6	Kernarbeitszeit	100%	13.0	750	D	62%	2 358	-
Abschnitt 3: Innstadt Passau									
Hydraulikbagger	6	Kernarbeitszeit	90%	11.7	280	D	48%	613	-
Schubboot/Schubleichter	6	Kernarbeitszeit	100%	13.0	750	D	62%	2 358	-
Abschnitt 4: Kernmühler Sporn									
Saugbagger	1	Kernarbeitszeit	90%	11.7	110	D	48%	40	-
Abschnitt 5: Mannheimer Sporn									
Saugbagger	1	Kernarbeitszeit	90%	11.7	110	D	48%	40	-
Abschnitt 6: Leitwerk Erlau									
Hydraulikbagger	2	Kernarbeitszeit	90%	11.7	280	D	48%	204	-
Schubboot mit Ponton	4	Kernarbeitszeit	100%	13.0	750	D	62%	1 572	-
Abschnitt 7: Altarm Obernzell									
Hydraulikbagger	2	Kernarbeitszeit	90%	11.7	280	D	48%	204	-
Schubboot mit Ponton	4	Kernarbeitszeit	100%	13.0	750	D	62%	1 572	-
Summe								11 223	2

Tabelle 7 Energiebilanz Bauphase, Baustellenbereiche

Energiebedarf und CO2 Emissionen je Baustellenbereich	Energie- bedarf [MWh _{th}]	Energie- bedarf [MWh _{el}]	CO2- Emissionen [t]
Baustelle ES-R	194 248	67 464	78 043
GÖM	11 223	2	2 947
Summe	205 471	67 466	80 990

Tabelle 8 Energiebilanz und Bilanz der Treibhausgasemissionen Bauphase, Baustellenbereiche

Verkehrserzeugung	PKW	LKW	Schubleichter	km auf Straßentyp			km Donau
ES-R	KFZ	KFZ	KFZ	IO	AO	AB	
Transportstrecke A	59 640	9638	-	11	25	14	
Transportstrecke B		1972	-	11	25	14	
Transportstrecke C	86	274	-	11	25	14	
Transportstrecke D	-	-	332	-	-	-	84
PKW-Gesamt-km (in 1000 km), inkl. Hin-/Rückfahrt				645	1 505	836	-
LKW-Gesamt-km (in 1000 km), inkl. Hin-/Rückfahrt				128	299	166	-
Schubleichter-Gesamt-km (in 1000 km), inkl. Hin-/Rückfahrt				-	-	-	28

Verkehrserzeugung	PKW	LKW	Schubleichter	km auf Straßentyp			km Donau
GÖM	KFZ	KFZ	Schiff	IO	AO	AB	
Transportabschnitt 1	320	17200	-	5	11	35	-
Transportabschnitt 1a	90		18	5	11	35	69
Transportabschnitt 2	100		180	2	2	46	58
Transportabschnitt 3	100		100	4	3	43	61
Transportabschnitt 4	8		4	4	9	37	66
Transportabschnitt 5	8		4	4	10	36	67
Transportabschnitt 6	80		96	5	13	32	72
Transportabschnitt 7	80		120	7	17	26	74
PKW-Gesamt-km (in 1000 km), inkl. Hin-/Rückfahrt				4	7	28	-
LKW-Gesamt-km (in 1000 km), inkl. Hin-/Rückfahrt				77	181	602	-
Schubleichter-Gesamt-km (in 1000 km), inkl. Hin-/Rückfahrt				-	-	-	34

Tabelle 9 Ermittlung der Transportlängen durch externe PKW- und LKW-Fahrten sowie Schubleichter während der Bauphase (IO = Innerortsstraßen, AO = Außerortsstraßen, AB = Autobahnen und Schnellstraßen)

ES-R und GÖM

Verkehrssituation	KFZ	Antriebsart gemäß HBEFA*	EFA* CO ₂ [g/km]	Treibstoff- verbrauch** [g/km]	Transport- distanz*** [1000 km]	Treibstoff- verbrauch [kg]	Energie- bedarf [MWh]	Emissionen CO ₂ [t]
Ø IO	PKW	51.8% Benzin	183.7	59.7	649	38 745	449	119
	PKW	43.9% Diesel	189.0	59.9	649	38 875	451	123
	PKW	4.2% sonstige	83.4	27.1	649	17 588	204	54
	LKW	100.0% Diesel	868.4	275.3	205	56 437	655	178
Ø AO	PKW	51.8% Benzin	133.2	43.3	1 512	65 470	759	201
	PKW	43.9% Diesel	142.3	45.1	1 512	68 191	791	215
	PKW	4.2% sonstige	66.1	21.5	1 512	32 508	377	100
	LKW	100.0% Diesel	672.4	213.1	480	102 288	1 187	323
Ø AB	PKW	51.8% Benzin	178.4	58.0	864	50 112	581	154
	PKW	43.9% Diesel	184.3	58.4	864	50 458	585	159
	PKW	4.2% sonstige	110.4	35.9	864	31 018	360	95
	LKW	100.0% Diesel	711.0	225.4	768	173 107	2 008	546
Schiff	Schiff	100.0% Diesel	20150	6387.6	62	396 031	4 594	1 249
Gesamt (gerundet)							13 000	3 500

* PKW + LKW: Handbuch der Emissionsfaktoren V 4.1 (UBA 2019), Bezugsjahr 2022, Werte für CO₂e

Schubleichter: Vergleich der durchschn. Emissionen verschiedener Verkehrsmittel im Güterverkehr - BJ 2014 (UBA 2016), Werte für CO₂-Äquiv.
berechnet auf eine durchschnittliche Beladung von 650 to/Schiff, Beladung Hinfahrt: 1300 to/Schiff, Rückfahrt: leer

** Treibstoffverbrauch Benzin: 0.325 kg Treibstoff / kg CO₂

Treibstoffverbrauch Diesel: 0.317 kg Treibstoff / kg CO₂

*** Transportdistanzen siehe Tabelle 7

Tabelle 10 *Energiebilanz und Bilanz der Treibhausgasemissionen Bauphase fossile Energieträger, Transporte außerhalb der Baustellenbereiche*



16.2 Schreiben DWD zur Aktualität der Daten

