



BUND
Naturschutz
in Bayern e.V.

Landesverband Bayern
des Bundes für Umwelt-
und Naturschutz
Deutschland e.V.

Pettenkoferstr.10 a/l
80336 München
Tel. 089 548298-63
Fax 089 548298-18

fa@bund-naturschutz.de
www.bund-naturschutz.de

BUND Naturschutz in Bayern e.V. · Pettenkoferstr. 10 a/l · 80336 München

Landratsamt Oberallgäu
Oberallgäuer Platz 2
87527 Sonthofen

Um die Frist (15.02.2025) zu wahren vorab
Per Fax: 08321 612-6767
Das Original folgt mit der heutigen Post.

Ihr Zeichen
Ihre Nachricht 03.12.2024
Unser Zeichen OA-Oberstdorf-WS-WKA Oberau (05/2025)
Datum 14.02.2025

**Vollzug der Wassergesetze, des Gesetzes über die Umweltverträglichkeit u. a. ;
Errichtung und Betrieb einer Wasserkraftanlage Oberau an der Trettach,
Oberstdorf**

**Antragstellerin: Kraftwerk GmbH & Co. Oberstdorf KG
Beteiligung der landesweiten Umwelt- und Naturschutzvereinigungen nach § 3
UmwRG i. V. m. §§ 63, 64 BNatSchG**

Hier: Stellungnahme des BUND Naturschutz in Bayern e. V.

Sehr geehrte Damen und Herren,

wir bedanken uns für die Beteiligung an o. g. Verfahren und nehmen wie folgt Stellung:

Wir lehnen den Antrag zur Errichtung Wasserkraftanlage Oberau an der Trettach im FFH-Gebiet und NSG Allgäuer Hochalpen, Gemeinde Oberstdorf wegen mangelhafter Antragsunterlagen und aus grundsätzlichen Erwägungen ab.

Grundsätzliche Ablehnung:

Grundsätzlich tritt der BUND Naturschutz in Bayern e. V. (BN) für die Nutzung regenerativer Energien ein, um die Energiewende herbeizuführen. Der BN befürwortet auch die Effizienzsteigerung bestehender Anlagen, sofern diese den ökologischen Anforderungen entsprechen. Neue Wasserkraftanlagen können nachweislich nur einen minimalen Beitrag zur Energiewende liefern (TUM, ZAE, BN, 2021).

In ausgewiesenen Naturschutz- und FFH-Gebieten steht unter Abwägung der gesellschaftlichen Belange der Schutz der Biodiversität und damit der Lebensräume und ökologischer Zusammenhänge im Vordergrund. Grundsätzlich spricht sich der BUND Naturschutz in

Bayern e. V. daher gegen eine Errichtung von Wasserkraftanlagen in hier sogar „doppelt“ geschützten Alpentälern aus. Die Planungen stehen sowohl den Zielen der NSG-Verordnung als auch insbesondere den europäischen Schutzziele des FFH-Gebietes entgegen (BN, WWF, LFV, BKV, 2020).

Mangelhafte Antragsunterlagen

Die Antragsunterlagen weisen in verschiedenen Bereichen fachliche und methodische Fehler, Lücken und Ungenauigkeiten auf. Die gezogenen Schlussfolgerungen, dass sich zum einen die Umsetzung der Planungen nicht erheblich auf die FFH-Schutzgüter auswirkt und zum anderen keine Verschlechterung des ökologischen Zustandes der Trettach hervorruft, entbehren daher einer fundierten Grundlage.

1. Wasserrahmenrichtlinie

Das Vorhaben liegt im Oberflächenwasserkörper 1_F013. Dieser ist einer von nur zwei Oberflächenwasserkörpern in ganz Bayern, denen im Rahmen der WRRL-Zustandserfassung ein „sehr guter“ ökologischer Zustand bescheinigt wurde. Damit hat der Oberlauf der Trettach eine aus bayernweiter Perspektive herausragende Bedeutung für den Fließgewässerschutz.

Bericht Limnologie

Zu Kapitel 5 Biologische Qualitätskomponenten

5.1 Untersuchungsumfang bis 5.4 Ergebnisse

Es wurde lediglich eine Beprobung am 11.1.2024 durchgeführt. Bei einer Beprobung im Winter ist nicht davon auszugehen, dass das volle Artenspektrum erfasst wurde. So zeigte sich in Untersuchungen alpiner Bäche in Österreich, dass das größte Artenspektrum der Makroinvertebraten erst im Juli auftritt (Füreder, Wallinger, & Burger, 2005). Auf eine eingeschränkte Artenvielfalt wird im Bericht selbst auf S. 55 verwiesen, eine Erklärung fehlt jedoch. Mit dem frühen Probenahmezeitpunkt dürfte außerdem der hohe Anteil nicht sicher auf Artniveau bestimmbarer Taxa zusammenhängen. So wurden bei der Probestelle oben 25 von 39 Taxa (64 %) nicht sicher auf Artniveau bestimmt, bei der Probestelle unten waren es 19 von 36 Taxa (53 %) (vgl. S. 45 und S. 48 des Berichtes). Auffallend ist zudem der sehr geringe Anteil an Köcherfliegenlarven (oben 1 Taxon, unten 3 Taxa), was wiederum mit dem frühen Probenahmezeitpunkt zusammenhängen dürfte. Beim Vergleich der Taxaliste und der Angaben im Berechnungsprotokoll für die Probestelle oben (S. 45) fällt zudem eine Abweichung der Artenzahl auf. In der Taxaliste finden sich 39 Arten, laut Angaben im Bericht wurden nur 31 Arten gefunden. Ähnlich verhält es sich bei der Probestelle unten, hier wurden laut Taxaliste 36 Taxa gefunden, laut Angaben im Protokoll sind es 32 Taxa. Inwiefern sich daraus ein Fehler in den Berechnungen der Indizes ergibt, muss geklärt werden. Es ist weiter zu bemängeln, dass in der Darstellung der Ergebnisse Angaben zum Rote-Liste-Status der erfassten Makrozoobenthos Taxa fehlen. Tatsächlich besitzen von den sicher bestimmten Arten bei der Probestelle oben 4 Arten gemäß der jeweils aktuellen Roten Liste für Bayern einen Gefährdungsstatus, bei der Probestelle unten sind es 6 Arten (Tabelle 1 und 2).

Gattung	Art	Rote-Liste-Status	Rote Liste Bayern, Jahr
<i>Epeorus</i>	<i>alpicola</i>	3	Eintagsfliegen, 2003
<i>Rhithrogena</i>	<i>alpestris*</i>	2	Eintagsfliegen, 2003
<i>Rhithrogena</i>	<i>hybrida*</i>	2	Eintagsfliegen, 2003
<i>Dictyogenus</i>	<i>alpinum</i>	V	Steinfliegen, 2023

Tabelle 1: Rote-Liste-Arten des Makrozoobenthos der Probestelle oben. *Diese Taxa wurden einem Artenkomplex zugeordnet. Da nicht auszuschließen ist, dass es sich um die jeweils bedrohten Arten handelt, werden sie hier geführt.

Gattung	Art	Rotel Liste Status	Rote Liste Bayern, Jahr
<i>Epeorus</i>	<i>alpicola</i>	3	Eintagsfliegen, 2003
<i>Rhithrogena</i>	<i>alpestris*</i>	2	Eintagsfliegen, 2003
<i>Rhithrogena</i>	<i>hybrida*</i>	2	Eintagsfliegen, 2003
<i>Dictyogenus</i>	<i>alpinum</i>	V	Steinfliegen, 2023
<i>Perlodes</i>	<i>intricatus</i>	2	Steinfliegen, 2023
<i>Rhyacophila</i>	<i>torrentium</i>	V	Köcherfliegen, 2023

Tabelle 2: Rote-Liste-Arten des Makrozoobenthos der Probestelle unten. *Diese Taxa wurden Artenkomplex zugeordnet. Da nicht auszuschließen ist, dass es sich um die jeweils bedrohten Arten handelt, werden sie hier geführt.

Es wird lediglich im Kapitel „Ökologischer Zustand Makrozoobenthos“ die Anzahl an Rote-Liste-Arten – fälschlicherweise mit 2 – angegeben (S. 59). Eine weitere Bewertung und Einordnung fehlt.

Wäre der Anteil sicher bestimmter Arten höher als 36 bzw. 47 % (siehe oben), würde auch die Anzahl der Rote-Liste-Arten proportional ansteigen und bei 100 % sicher bestimmter Arten dementsprechend bei mindestens 12 liegen. Dabei ist zu bedenken, dass die erfassten Arten sicherlich nur einen Teil des gesamten vorhandenen Artenspektrums aufgrund der genannten Gründe hinsichtlich Probenahme darstellen.

Insgesamt ist aufgrund des zu frühen Probenahmezeitpunktes die Erfassung der Arten des Makrozoobenthos aus den dargelegten Gründen nicht hinreichend genau und damit die Aussagekraft der gesamten nachfolgenden Bewertungen stark eingeschränkt.

Zu 5.5. Zusammenfassende Beurteilung der Benthosgesellschaften

Es fehlt bei der Bewertung der Makrozoobenthosgesellschaften eine Beurteilung der Taxa gemäß ihres Rote-Liste-Status aufgrund der diesbezüglich fehlenden Angaben unter 5.4. Bei der Beurteilung der Kieselalpengesellschaften wird fälschlicherweise die kosmopolitische „Allerweltsart“ *Achnantheidium minutissimum* als charakteristische Referenzart für karbonatisch geprägte Fließgewässer bezeichnet. Tatsächlich findet man die Art häufig sowohl in karbonatisch geprägten Seen als auch in Fließgewässern und Seen auf nicht karbonatischem Untergrund. Wie auch beim Makrozoobenthos fehlt bei den Diatomeengesellschaften eine Bewertung und Einordnung der gefundenen Rote-Liste-Arten (siehe S. 44 und 47).

Zu Kapitel 7: Mindestwasserfestlegung und hydrologische Kenngrößen

Aus fachlicher Sicht sind die Ausführungen in diesem Kapitel in vielerlei Hinsicht zweifelhaft. Als Grundlage für die Mindestwasserfestlegung wird der „Handlungsleitfaden zu ökologischen und energiewirtschaftlichen Aspekten der Mindestwasserfestlegung“ von 2021 des STMUV verwendet. Dieser ist aus fachlicher Sicht nicht haltbar, da die darin formulierten Ziele, dass „die Grundsätze der europäischen Umweltrichtlinien (WRRL, FFH-RL, Vogelschutz-RL) erreicht bzw. beachtet“ werden, mit den zugrunde gelegten Ausgangswerte nachweislich nicht erreicht werden können. Aus einer vom Bayerischen Landesamt für Umwelt beauftragten Studie von 2017 geht hervor, dass die Höhe der Mindestwasserabflüsse im Verhältnis zu den mittleren Niedrigwasserabflüssen (MNQ) bei ca. 1 für das regelmäßige Erreichen des „Guten ökologischen Zustandes“ und bei ca. 0,8 für das „Gute ökologische Potenzial“ liegen müssen (UBE, Chromgruen, 2017). Zum Erreichen des „Sehr guten Zustandes“ dürften die Werte noch einmal deutlich höher liegen. Gemäß dem Leitfaden von 2021 wird für die Trettach, die sich laut momentaner behördlicher Einstufung in einem „Sehr guten ökologischen Zustande“ befindet, ein Ausgangswert von 5/12 MNQ angesetzt, was weniger als die Hälfte des mindestens notwendigen Abflusses für den „Guten ökologischen Zustand“ darstellt. Mit dem angesetzten Mindestabfluss ist also zwingend von einer Verschlechterung auszugehen. Gleichwohl erwähnt der Handlungsleitfaden die Möglichkeit von Aufschlägen (und Abschlügen) je nach individueller Situation. Auf Seite 64 des Berichtes wird darauf Bezug genommen:

„Standortbedingte Zuschläge können über die genannten Kriterien hinaus weitere Belange eine Erhöhung des Mindestabflusses (temporär oder dauerhaft) begründen. Insbesondere betrifft dies eventuelle stoffliche Belastungen der Gewässer, Vorkommen von wassergebundenen und wasserabhängigen Lebensraumtypen und Arten gemäß FFH-RL im Wirkungsbereich der Wasserausleitung, Anforderungen für besonderen Artenschutz (z.B. Vorkommen Flussperlmuschel, sensible Makrozoobenthos bzw. Phytobenthos Arten, etc.), aus dem Bedarf von Ober- /Unterliegern oder durch an der Flusssohle anstehende verwitterungsempfindliche Gesteine.“

Bei der Trettach liegen sowohl wassergebundene und wasserabhängige Lebensraumtypen (LRT 3220) gemäß FFH-Richtlinie vor als auch besonders sensible Makrozoobenthos- und Phytobenthos-Arten (vgl. Ausführungen zum Rote-Liste-Status). Für letztere ist nicht nur – wie im Bericht argumentiert – maßgeblich welche Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit herrscht. Vielmehr zeigen die Ergebnisse aus Jahrzehnten ökologischer Forschung zum Makrozoobenthos, dass insbesondere auch Faktoren wie Wassertemperatur, Habitatdiversität, Umlagerung und Habitatkonnektivität von Bedeutung sind. Dies ist beispielsweise in der Metastudie von Wooster (2024) zu den Auswirkungen von Wasserableitungen auf Makroinvertebraten in Fließgewässern nachzulesen. Der Einbezug dieser Parameter fehlt im Bericht.

Zu 7.2. Habitatmodellierung

Grundsätzlich ist bei dem Vorgehen zu bemängeln, dass lediglich ein 100-m-Abschnitt einer über 1 km langen Ausleitungsstrecke anhand einer einzigen Aufnahme modelliert wurde. Aufgrund dieses Vorgehens ergibt sich sowohl räumlich als auch zeitlich aufgrund der für diesen Fließgewässertyp typischerweise hohen Geschiebedynamik keinerlei Aussagekraft. Die in einem alpinen Wildbach ablaufenden Veränderungen sind größtenteils chaotisch und nicht vorhersehbar. Faktoren wie ein querliegender Baumstamm ändern Zugrichtung und Eintiefung und damit auch die Benetzungsfläche. Zufällige Eintiefung in einem konzentrierten Hauptlauf z. B. ergeben in der Bettbreite einen Rückgang der Wasserbenetzung auf Bruchteile der gegenteiligen Situation mit breiter Auflandung und einem aufgefächerten Netz an flachen Seitengerinnen. Für eine halbwegs aussagekräftige Erfassung dieser Dynamik bräuchte es mehrmalige Aufnahmen

über mehrere Jahre hinweg der Morphologie des gesamten Gewässerabschnittes im Hinblick auf verschiedene Szenarien (z. B. nach größeren Hochwässern aufgrund Starkregen, nach der Schneeschmelze, nach längeren stabilen Abflüssen). Angeschlossen daran müsste ein Geschiebetransportmodell erstellt werden, dass mit den im Gelände erfassten Geschiebemengen arbeitet, damit die Umlagerungsprozesse zumindest in den Grundzügen erfasst werden können.

Zu 7.2.1.4 Auswertung biotischer Parameter, untersuchte Leitarten

Die einbezogenen Taxa umfassen bis auf die Art *Baetis alpinus* ausschließlich Artengruppen auf Gattungsniveau. Die verwendeten Gattungen umfassen unterschiedlichste Arten mit individuellen Ansprüchen. Die meisten Gattungen (z. B. *Epeorus sp.*, *Chloroperla sp.*, *Rhabdiopteryx sp.*) und sogar ganze Familien (*Chironomidae*) werden gar nicht abgedeckt. Daraus die Eignung einer Restwasserdotierung für das gefundene Artenspektrum abzuleiten, ist fachlich nicht haltbar. Es ist bekannt, dass einzelne Arten des Makrozoobenthos sehr individuelle Habitatansprüche besitzen (Becquett, et al., 2022), diesem Umstand wird die Auswahl der Taxa und die Modellierungsmethode nicht gerecht.

Zu 7.2.2 Ergebnisse

Grundsätzlich sind die Ergebnisse aufgrund der unter Punkt 7.2. und 7.2.1.4 dargelegten methodischen und fachlichen Schwachpunkte nicht aussagekräftig. Nichtsdestotrotz soll hier auf einzelne Punkte gesondert eingegangen werden.

Die Darstellung und gleichzeitige Bewertung der Modellierungsergebnisse wird der Realität der gefundenen Lebensgemeinschaften nicht gerecht. So wird beispielsweise auf S. 86 argumentiert:

„Auf Grund des Entwicklungszyklus des Makrozoobenthos, hier stellvertretend der Eintagsfliege Baetis alpinus, in Berg- und Gebirgsbächen sind die Sommermonate von untergeordneter Bedeutung.“

Dies ist nicht zutreffend, bekannterweise gibt es neben univoltinen Steinfliegen auch bi- und trivoltine Taxa. Gleiches gilt für andere Familien des Makrozoobenthos. Für diese Arten sind gerade die Sommermonate z. B. aufgrund der dann höchsten Wassertemperaturen von Bedeutung. Der größte Teil des Makrozoobenthos der Oberläufe alpiner Wildbäche überlebt nur innerhalb einer eng begrenzten Temperaturspanne (Bonacina, Fasano, Mezzanotte, & Fornaroli, 2023). Diesem Umstand wird das Gutachten nicht gerecht, da der Bezug zu den gefundenen Arten fehlt.

Überhaupt nicht berücksichtigt sind die laufenden ohnehin stattfindenden Temperaturerhöhungen und Wetterextreme durch den Klimawandel. Es ist sehr wahrscheinlich, dass bei rückläufiger Benetzung die Temperatur des verbliebenen Gewässers ansteigt (Gabbud & Lane, 2015) und zudem die angrenzenden Schotterflächen mehr Wärme aufnehmen und diese teilweise an das Gewässer abgeben. Da ein großer Teil des Artenspektrums schon bei geringfügig höheren Wassertemperaturen nicht mehr überleben kann, müsste zumindest eine Modellierung der zu erwartenden Wassertemperaturen im Zuge der Ableitung bei 4 Grad mittlerer Temperaturzunahme aufgrund der momentanen Prognosen zur Klimaerwärmung stattfinden.

Des weiteren ist die Schlussfolgerung auf S. 86 nicht nachvollziehbar, hier heißt es:

„Die Lebensraumeignung verringert sich auch in Anbetracht der absoluten Habitateignung bei einem winterlichen Niederwasserabfluss unterhalb von 100 l/s am deutlichsten, womit die Mindestanforderung der Habitateignung für Baetis alpinus bei einem Abfluss von 100 l/s liegt.“

Demnach leitet sich die Mindestanforderung an die verfügbare Habitatfläche aus dem festgestellten Knickpunkt ab. Es fehlt die Begründung wieso für eine stabile Population von *Baetis alpinus* eine Verfügbarkeit „sehr guter Flächen“ entsprechend der Modellierung von ca. 47 % (Abfluss von 100 l/s) ausreicht und nicht deutlich höhere Flächenanteile nötig sind. Das gleiche Vorgehen zieht sich für die anderen modellierten Taxa durch.

Zu 7.2.3 Zusammenfassung Habitatmodellierung

Es ist auffallend, dass für den Großteil der Taxa für welche die Habitatansprüche modelliert wurden, ein Abfluss von genau 100 l/s als ausreichend erachtet wird. Das ist insofern überraschend, als dass hier so unterschiedliche Arten bzw. Entwicklungsstadien wie juvenile und adulte Bachforellen, Mühlkoppen und unterschiedlichste Taxa des Makrozoobenthos einbezogen wurden. Eine differenziertere Analyse und insbesondere der Einbezug weiterer ökologisch relevanter Parameter wie Dauer von Entwicklungsstadien, Wassertemperatur, Umlagerung, Mikrohabitatstrukturen, Habitatvernetzung und Konnektivität hätten ein anderes Bild ergeben. Der Ausgangswert von 100 l/s ist somit aufgrund der unterschiedlichen methodischen und fachlichen Mängel nicht zu halten.

Zu 7.4 Dotierwasservorschlag

Bei der ökologischen Bewertung des Dotierwasservorschlags wird wie schon unter 7.2 mit qualitativen Begriffen die ökologische Situation der vorkommenden Arten bei der einen oder anderen Wassermenge beschrieben. Das genügt einer fachlich fundierten Bewertung der unterschiedlichen Szenarien und ihrer Auswirkungen auf die ökologischen Zusammenhänge und deren Wechselwirkungen mit den verschiedenen Populationen wassergebundener Arten nicht. Auch die Darstellung der Ergebnisse ist verwirrend, so wird beispielsweise in Tabelle 28 die Abnahme der Flächenanteile mit sehr guter Habitateignung mit Absolutwerten beschrieben. Aussagekräftiger wäre es jedoch die Abnahme relativ zum Ausgangswert zu beschreiben. Damit würde z. B. hervorgehen, dass bei der vorgeschlagenen Dotation von 142 l/s die laut Modell für *Simulium sp.* geeigneten Flächen um etwa 2/3 zurückgehen. In Tabelle 29 wird schließlich ganz auf die Bezugnahme zu einzelnen modellierten MZB-Taxa verzichtet und nur ein Mittelwert für die Abnahme der geeigneten Flächen (-54 %) gegeben. Es macht aber einen Unterschied, ob die eine Art z. B. 80 % ihres Lebensraums verliert und die andere 20 % oder ob beide 50 % verlieren.

Zusammenfassung Wasserrahmenrichtlinie

Das limnologische Gutachten weist auf verschiedensten Ebenen Mängel auf, die eine realistische Bewertung der ökologischen Auswirkungen und damit die rechtliche Beurteilung unmöglich machen.

Die Mängel sind

methodischer Art, z. B.

- wurde der falsche Zeitpunkt bzw. ein zu geringer Umfang bei der MZB-Probenahme gewählt
- ist der Umfang und zeitliche Umriss der Modellierung der Wasserstände unzureichend
- fehlen wichtige methodische Bausteine wie etwa ein Geschiebetransportmodell
- ist die Darstellung der Ergebnisse teils irreführend
- fehlen wichtige Angaben wie etwa der Rote-Liste-Status von Arten

fachlicher Art, z. B.

- werden wichtige ökologische Größen wie etwa die Änderung des Temperaturregimes nicht erfasst und bei der Beurteilung der ökologischen Auswirkungen nicht einbezogen

- finden sich fachliche Fehler, so werden die ermittelten verhältnismäßig niedrigen Artenzahlen des MZB auf die hohe Geschiebeführung zurückgeführt anstatt auf den Probenahmezeitpunkt
- fehlt insgesamt der Bezug zu wissenschaftlicher Literatur, um die Aussagen bei der Bewertung der Ergebnisse zu begründen (es gibt eine Vielzahl von Untersuchungen zu den realen Auswirkungen von Wasserleitungen auf Phytobenthos- und Makrozoobenthos-Gemeinschaften)

Die Gesamteinschätzung, dass sich keine Verschlechterung gemäß Wasserrahmenrichtlinie ergeben könnte, kann durch die Unterlagen nicht belegt werden.

2. FFH-Richtlinie

Fachliche Bewertung der Unterlagen/FFH-Verträglichkeitsprüfung

Das Vorhaben liegt im FFH-Gebiet „Allgäuer Hochalpen“. Das Eingriffsgebiet ist das letzte flachere Stück der Trettach mit halbwegs natürlicher Dynamik. Bergwärts folgen Schluchtstrecken mit gänzlich anderen Habitaten. Talwärts folgt ein kanalartiges strukturloses Gerinne mit Sohlschwellen, dann eine Auflandungszone hinter einer (fischundurchlässigen) Großschwelle (Jauchen) und eine kanalisierte Kraftwerkskette bis zur Mündung. Damit ist ein auch nur temporäres Ausweichen hochspezialisierter Arten und eine Wiederbesiedlung des Ober- oder Unterlaufes kaum möglich. Die Trettach ist im Ausleitungsbereich als FFH-Lebensraumtyp (LRT) 3220 „Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation“ kartiert. Zudem ist im Vorhabensbereich auch ein an die Trettach angrenzender Weichholzwald (prioritärer LRT 91E0*) kartiert. Die Antragsunterlagen gehen davon aus, dass eine Beeinträchtigung der FFH-LRTs nicht vorliegt.

„Eine Ausnahme nach § 34 Abs. 3 BNatSchG bezogen auf das FFH-Gebiet Allgäuer Hochalpen ist nicht mehr notwendig, weil das geänderte Projekt nicht zu erheblichen Beeinträchtigungen des Gebiets in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen, insbesondere nicht des LRT 3220 „Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation“, führen kann.“

Unseres Erachtens kann diese Aussage aus den vorgelegten Unterlagen nicht abgeleitet werden. Die Gründe werden im Folgenden dargelegt.

Zentral ist die Frage: Was passiert bei welcher ankommenden Wassermenge und entsprechender Wasserabgabe mit dem ankommenden Sediment und Geschiebe und entspricht das sich einstellende Wasser- und Feststoffregime dem der Trettach. Daran gekoppelt ist die Frage, ob dieser Zustand insbesondere den Ansprüchen des LRT 3220 genügt. Beiden Fragen soll im Weiteren nachgegangen werden.

Erstere Frage wird auf Seite 40 der FFH-Verträglichkeitsuntersuchung folgendermaßen beantwortet:

„Durch die Weitergabe des Geschiebes in das Unterwasser bei höherer Wasserführung und die relativ kurze Ausleitungsstrecke ist projektbedingt kein Geschiebedefizit in der Flachstrecke im unteren Projektbereich zu erwarten.“

Hierbei wird auf die Betriebsweise des Tiroler Wehrs Bezug genommen. Dabei wird ankommendes Geschiebe mit Durchmesser (d) über 20 mm direkt weitergegeben, Geschiebe mit $d < 20$ mm verbleibt im Sandfang und wird nur bei größeren Abflüssen abgegeben. Ab welchen Abflüssen dies passiert, bleibt im Bericht offen. Jedenfalls findet zunächst ein Rückhalt

an Kies und Sand statt. Somit trifft die Schlussfolgerung, dass projektbedingt kein Geschiebedefizit zu erwarten ist, insofern nicht zu, als dass es zu gewissen Zeiten ein Geschiebedefizit gibt. Da es sich bei der Trettach um ein dynamisches System handelt, ist dieser Umstand aus ökologischer Sicht relevant. Damit ist gemeint, dass die in den unterschiedlichen Lebensräumen vorkommenden Arten zu unterschiedlichen Zeiten bestimmte Ansprüche an ihren Standort haben (siehe Ausführungen weiter unten).

Im Gutachten ist in Bezug auf die Spülungen des Sandfangs außerdem nicht nachgewiesen, dass die Kornfraktionen < 20 mm bei der „höheren Wasserführung“ nicht einfach durch die folgende Flachstrecke geschwemmt werden (vgl. Gabbud & Lane, 2015). Dies würde nicht nur einem wie oben beschriebenen zeitlichen, sondern auch einem absoluten Geschiebedefizit der genannten Kornfraktionen entsprechen. Beides, der zeitlich nur eingeschränkt stattfindende Geschiebetrieb oder auch das vollständige Fehlen von Anlagerung von Geschiebe < 20 mm aufgrund möglicherweise zu hoher Transportkapazitäten, hat ökologische Relevanz bezüglich des Erhalts des LRT 3220. Dieser benötigt nämlich nicht nur – wie in der FFH-Verträglichkeitsuntersuchung richtigerweise geschrieben steht – eine regelmäßige Abrasion der aufwachsenden Gehölze durch große Hochwässer mit entsprechender Geschiebeführung, er braucht auch auf den freigelegten Schotterflächen passende Bedingungen zur Keimung und dem Heranwachsen (bis zur Bildung von Samen) der unterschiedlichen lebensraumtypischen Arten. Hierbei ist bei den meisten Arten eine Auflage je nach Ansprüchen mit Sand, Fein- bis Grobkies unerlässlich. Entsprechend der FFH-Verträglichkeitsuntersuchung ist mit dem Betrieb des Tiroler Wehrs nicht sichergestellt, dass diese gewährleistet ist (siehe weiter unten).

So ist z. B. für das für den LRT 3220 typische Uferreitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*) nachgewiesen, dass es insbesondere in Bereichen von abgelagertem und gut durchfeuchtetem Sand auftritt (Burkel, 2017). Dies gilt ebenso für das Kies-Weidenröschen (*Epilobium fleischeri*), welches der für den LRT 3220 typischen Pflanzenassoziation Epilobietalia fleischeri p.p. den Namen gibt (Stöcklin, 1990). Beide Pflanzen kommen nicht (mehr) im Gebiet vor. Letztere dürfte allerdings einen passenden Lebensraum haben, falls die Uferverbauung im Projektgebiet an der Trettach wieder entfernt würde und so größere Umlagerungsstrecken entstehen. Ähnliche Ansprüche wie *E. fleischeri* besitzt das im Gebiet vorkommende Rosmarin Weidenröschen (*Epilobium dodonaei*). Dieses wächst auf sandigen bis feinkiesigen Standorten und ist dementsprechend auf die Verbreitung dieser ins System verbrachten Kornfraktionen angewiesen.

Zentral dürfte für die an der Trettach heute vorkommenden Alpenschwemmlinge wie etwa *Gypsophila repens* (vgl. Biotopkartierung Alpen) – welche hier den beschriebenen LRT 3220 ausmachen – die Erkenntnisse aus einer Studie am Tiroler Lech sein. Dabei zeigte sich „eine positive Korrelation der Anzahl von Alpenschwemmlingen mit dem Anteil an Grobkies (\varnothing 6,3–2 cm; $rs = 0,402$; $p \leq 0,001$) und weniger deutlich mit dem Anteil an faustgroßen Steinen (\varnothing 20–6,3 cm; $rs = 0,211$; $p \leq 0,05$). Die negativen Korrelationen mit den Anteilen feinkörnigerer Fraktionen wie Sand und Schluff waren hingegen nicht signifikant.“ (Nicklas & Erschbamer, 2018). Daraus geht hervor, dass das Vorhandensein sowie die Verbreitung der Kornfraktionen mit Durchmessern von 6,3 bis 20 mm von zentraler Bedeutung für die im Projektgebiet typischen und für die Ausprägung des LRT 3220 relevanten Pflanzenarten ist. Diesem Umstand entspricht auch die Aussage in der Bewertung „A“ der Habitatstruktur des LRT 3220 gemäß FFH-Managementplan (Mittermeier, Kohler, & Sommer, 2019, S. 86):

„Die begleitenden Schwemmbänke sind differenziert. Es wechseln Sand- und Schotterflächen, teilweise ist das Substrat auch grobblockig. Nicht LRT-spezifische Arten fehlen fast vollständig, geringer Anteil an Gehölzen. Selten auch weniger differenzierte Strukturen.“

Um die hydromorphologischen Prozesse zu erfassen, wäre es, wie schon hinsichtlich des limnologischen Gutachtens gefordert, nötig, ein Geschiebetransportmodell zu erstellen und damit die Umlagerungsprozesse zumindest in den Grundzügen zu erfassen. Stattdessen wird im Gutachten argumentiert ohne die nötigen fachlichen Grundlagen geschaffen bzw. herangezogen zu haben. Als erster Ansatzpunkt um den Geschiebetransport zu verstehen hätte z. B. eine einfache Einschätzung mit Hilfe des Hjulström-Diagramms angestellt werden können. Dies soll am folgenden Beispiel veranschaulicht werden:

Es kommen im Mai beim Einlaufbauwerk 1.500 l/s an (z.B. Schneeschmelze im Frühjahr). Dies entspricht etwa dem doppelten MQ bei der geplanten Fassung laut dem limnologischen Gutachten (S. 93, Tabelle 23). In der Trettach sollen nach der Planung verbleiben: 90 l/s (Sockelbetrag Mai) + 225 l/s (15 % des ankommenden Wassers) = 315 l/s.

Es stellt sich die Frage, ob und in welchem Umfang bei diesem Abfluss morphologische Prozesse in der Trettach stattfinden.

Nimmt man an, die im limnologischen Gutachten für den ausgewählten 100-m-Abschnitt angestellte Modellierung ist repräsentativ, so müsste laut den Berechnungen die Fließgeschwindigkeit bei einem Abfluss von 315 l/s bei ca. 0,3 m/s liegen (vgl. S. 101 limnologisches Gutachten). Gemäß dem Hjulström-Diagramm (siehe Anhang) reicht diese Geschwindigkeit lediglich aus, um Kornfraktionen mit $d < 0,7$ mm zu erodieren und mit $d < 10$ mm zu transportieren. Beide Prozesse sind nötig, damit eine Umlagerung stattfinden kann. Das heißt, dass nach einer Spülung des Sandfangs der Großteil des ins System gebrachten Geschiebes – sofern überhaupt noch ein nennenswerter Anteil der Kornfraktionen im System verbleibt – nicht weiter umgelagert wird bzw. nicht auf offene oder neu entstandene Kiesbänke verfrachtet wird. Dies ist jedoch nötig, da bei einer Spülung das Geschiebe – sofern es im System verbleibt – punktuell abgelagert wird, da diese i. d. R. abrupt beginnt und abrupt endet (jedenfalls ist im Gutachten nichts davon zu lesen, dass beim Spülen einem möglichst natürlichen Geschiebetrieb entsprochen wird). Es ist also davon auszugehen, dass gerade die Kornfraktionen, welche von hoher ökologischer Relevanz sind (siehe oben), nicht mehr vorhanden oder nicht der flusstypischen Dynamik unterworfen sind. Aus ökologischen Gesichtspunkten erfüllen Sand und Kies zudem wichtige Funktionen im Feuchtehaushalt und damit der Keimung und dem Heranwachsen von Pflanzen. Darauf wird hier jedoch nicht weiter eingegangen.

Nimmt man an, es keimen Alpenschwemmlinge unter dem neuen Wasser- und Geschieberegime, so dürfte die Wasserversorgung in vielen ehemaligen Habitaten für die Pflanzen problematisch sein. So ist bekannt, dass sich Alpenschwemmlinge im Bereich knapp oberhalb der Mittelwasserlinie etablieren (Patt, 2022). Diese wird gemäß der Planung aufgrund der bis auf einzelne Hochwässer dauerhaften Wasserentnahme sinken. Aufgrund der deutlich reduzierten benetzten Fläche und des niedrigeren Wasserstandes reduziert sich auch der Grundwasserstrom (Wilson, et al., 2024). Das heißt, dass in der ehemaligen Aue der Grundwasserstand sinkt und damit das Heranwachsen von Pflanzen auf ihren bisherigen Standorten unmöglich wird. Sollten also in Bereichen, die nach einem Spülereignis oder einem Hochwasser feucht sind, Pflanzen keimen, werden diese bei der abrupten Entnahme des Wassers (sobald der ankommende Abfluss unter den jeweiligen jahreszeitlichen Grenzwert fällt, z. B. etwa 1.500 l/s im Mai) wieder trocken fallen. Eine ausreichende Zeit für das Heranwachsen bleibt dabei i. d. R. nicht. So braucht z. B. der Alpenschwemmling Silberwurz (*Dryas octopetala*) allein für die Keimung mehrere Wochen (Hagen, 2002; Karlsdóttir & Aradóttir, 2016). Für die Wurzelbildung sind mehrere Monate nötig.

Wenn in dieser Zeit nicht ein regelmäßig hoher Wasserstand auftritt, kann die Entwicklung der Pflanzen nicht funktionieren.

Zusammenfassung fachliche Bewertung

Aufgrund der gestörten Geschiebedynamik und dem sinkenden mittleren Wasserstand werden die für die Trettach typischen Alpenschwemmlingsfluren in ihrer Verbreitung zurück gehen. Daraus lässt sich eine erhebliche Beeinträchtigung der LRT 3220 folgern (vgl. Mittermeier, Kohler, & Sommer, 2019).

Summationswirkung

Im FFH-Gebiet Allgäuer Hochalpen wurden durch die Zerstörung des Rappenalpbaches bereits 9 ha des FFH-LRT 3220 zerstört (STMUV, 2023). Dieser Lebensraum ist durch die durchgeführte Initialsanierung noch nicht wiederhergestellt und wird auch in den kommenden Jahren nicht wiederhergestellt sein (siehe Gutachten Dr. Seifert/Dr. Schütz im Auftrag der Staatsanwaltschaft Kempten, vorgetragen am Landgericht Kempten am 16.7.2024). Der zerstörte LRT 3220 am Rappenalpbach entspricht ca. 14 % der Fläche des LRT im gesamten Naturschutzgebiet Allgäuer Hochalpen. Eine weitere Beeinträchtigung des LRT 3220 ist nicht hinnehmbar.

Zusätzlich sind weitere Beeinträchtigungen des LRTs zu prüfen.

Widerspruch zu FFH-Managementplan

Der FFH-Managementplan „Allgäuer Hochalpen“ (Mittermeier, Kohler, & Sommer, 2019) sieht folgende Maßnahmen zum Erhalt des LRT 3220 vor:

„Zur Sicherung und zum Erhalt der Lebensraumtypflächen soll die Dynamik der alpinen Fließgewässer nicht weiter beeinträchtigt werden, z. B. durch Verbauungen. An verbauten Gewässerabschnitten soll überprüft werden, ob ein Rückbau der Querbauwerke möglich ist. Die Kiesentnahme, beispielsweise im Rappenalpbach, in der Bsonderach und im Obertalbach, darf die Geschiebedynamik der Gewässer nicht erheblich beeinträchtigen.“

Wie dargelegt, würde das geplante Wasserkraftwerk eine weitere Beeinträchtigung des LRTs 3220 darstellen und steht damit zusätzlich im Widerspruch zum FFH-Managementplan.

3. Verstoß gegen die Verordnung des Naturschutzgebiets Allgäuer Hochalpen

In der „Verordnung über das Naturschutzgebiet „Allgäuer Hochalpen“ vom 16. Januar 1992“ wird der Schutzzweck des Gebietes in § 3 formuliert. Das Vorhaben widerspricht mindestens folgenden beiden Aussagen:

§ 3.2: *„Zweck der Ausweisung des Naturschutzgebietes ist es, die dort vorkommende große Zahl an seltenen, gefährdeten und schutzbedürftigen Pflanzen- und Tierarten zu schützen, ihre Lebensgrundlagen und ihre notwendigen Lebensräume (Biotope) im bestehenden Umfang zu sichern und Störungen von ihnen fernzuhalten.“*

§ 3.4: *„Zweck der Ausweisung des Naturschutzgebietes ist es, die naturbedingten Veränderungen der Oberflächengestalt dieser Gebirgslandschaft unbeeinflusst zu lassen, insbesondere die natürlichen Gewässer unverändert zu erhalten; der Wiederherstellung der fließgewässertypischen Eigendynamik ist verstärkte Aufmerksamkeit zuzuwenden;“*

Desweiteren verstößt das Vorhaben gegen folgende in § 4 dargelegten Verbotstatbestände:

- „Bodenbestandteile abzubauen, Grabungen oder Bohrungen vorzunehmen oder die Bodengestalt in sonstiger Weise, insbesondere durch Boden- und Materialablagerungen, zu verändern;
- Gewässer und ihre Ufer, den Grundwasserstand sowie den Zu- und Ablauf des Wassers zu verändern, insbesondere Grundwasser zu entnehmen oder neue Gewässer anzulegen;
- Leitungen jeder Art zu verlegen oder zu errichten;
- die Lebensbereiche (Biotope) der Pflanzen und Tiere auf andere Weise zu stören oder nachteilig zu verändern, insbesondere durch chemische oder mechanische Maßnahmen;“

Gründe für eine Befreiung gemäß § 49 BayNatschG sehen wir nicht.

4. Alpenkonvention:

Die Durchführungsprotokolle der Alpenkonvention sind selbstständige völkerrechtliche Übereinkommen. Die Bundesrepublik Deutschland hat alle Protokolle im Jahr 2002 ratifiziert, sie sind am 18.12.2002 in Kraft getreten. Die Verwaltung hat die Vorschriften der Alpenkonvention und der Protokolle grundsätzlich als im Rang von Bundesrecht stehendes Recht zu beachten und anzuwenden. Darauf wird im Art. 2, Seite 2 BayNatSchG ausdrücklich hingewiesen.

Einigen Artikeln in den Protokollen der Alpenkonvention wird in der Literatur einhellig eine unmittelbare Anwendbarkeit eingeräumt (BMU, 2008; Cuyppers, 2008; Schröder, 2006).

Mindestens folgende Artikel der Alpenkonvention sind im Verfahren zu beachten:

Art. 11 Abs. 1 Protokoll Naturschutz hat folgenden Wortlaut:

„Die Vertragsparteien verpflichten sich, bestehende Schutzgebiete im Sinne ihres Schutzzwecks zu erhalten, zu pflegen und, wo erforderlich, zu erweitern sowie nach Möglichkeit neue Schutzgebiete auszuweisen. Sie treffen alle geeigneten Maßnahmen, um Beeinträchtigungen oder Zerstörungen dieser Schutzgebiete zu vermeiden.“

Wir gehen davon aus, dass durch das geplante Wasserkraftwerk materiell das Naturschutz- und FFH-Gebiet mit seinen Schutzgebietszielen und charakteristischen Lebensräumen angegriffen wird. Es handelt sich um eine Beeinträchtigung der Schutzgebiete.

Art. 7 Abs. 3 Protokoll Energie hat – auszugsweise - folgenden Wortlaut:

„(1) Die Vertragsparteien stellen sowohl bei neuen als auch soweit wie möglich bei schon bestehenden Wasserkraftanlagen die ökologische Funktionsfähigkeit der Fließgewässer und die Unversehrtheit der Landschaften durch geeignete Maßnahmen wie die Festlegung von Mindestabflussmengen, die Umsetzung von Vorschriften zur Reduzierung der künstlichen Wasserstandsschwankungen und die Gewährleistung der Durchgängigkeit für die Fauna sicher.“

Wir gehen davon aus, dass durch das Vorhaben die ökologische Funktionsfähigkeit des Fließgewässers und die Unversehrtheit der Landschaften (hier der Flusslandschaft) nicht sichergestellt ist (Begründung siehe oben).

Wir gehen davon aus, dass die RED III Richtlinie der Europäischen Union und andere nationale Vorgaben zum beschleunigten Ausbau der Erneuerbaren Energien im puncto Wasserkraft der Alpenkonvention widersprechen. Es ist davon auszugehen, dass die Alpenkonvention dem EU-Sekundärrecht und dem nationalen Recht vorgeht. CIPRA International hat eine Untersuchung

vor dem Prüfungsausschuss der Alpenkonvention zu genau diesem Thema veranlasst. Ergebnisse werden zeitnah erwartet.

5. Weitere Anmerkungen

Ausgleichsmaßnahmen

Als Ausgleichsmaßnahmen sollen an der Stillach drei Sohlschwellen durchgängig gestaltet werden. Die Maßnahmen sind kein Ausgleich für die bei einer Umsetzung der Planungen verloren gehenden aquatischen und semiterrestrischen Habitate und die Störung der natürlichen hydromorphologischen Prozesse an der Trettach. Insbesondere die erhebliche Beeinträchtigung des LRT 3220 kann mit den Maßnahmen zur Durchgängigkeit nicht ausgeglichen werden. Die Maßnahmen sollen an der Stillach an einem kanalisiertem Abschnitt mit harter Uferverbauung erfolgen, der auch nach dem Umbau der Sohlschwellen keine Wildflusssdynamik zulässt. Zu berücksichtigen ist, dass diese Maßnahmen gemäß der WRRL ohnehin notwendig sind.

Technische Aspekte

Der Klimawandel mit entsprechender Häufung von Extremwetterlagen führt zu einer Zunahme der Erosion. Das Einzugsgebiet der Trettach im Bereich der Trettachrinne beinhaltet quadratkilometergroße vegetationslose oder schütter bewachsene Steilhänge aus Fleckenmergel mit selbst für die Allgäuer Hochalpen extremer Erosion. Wie die massiven Schadereignisse 2024 im Trettachtal mit Vermurungen, weggerissenen Brücken etc. eindrücklich gezeigt haben, ist das Gebiet dadurch herausragend gefährdet. Das Einlaufbauwerk liegt exponiert in einem Bereich, der zunehmend stärkeren Schuttfrachten ausgesetzt sein wird. Laufende Freilegungs-, Unterhalt- und Sanierungsarbeiten sind zu erwarten mit allem technischen Aufwand und den entsprechenden Folgen für den Lebensraum.

Stromproduktion

Die Leistungskurve in den Unterlagen zeigt die für alpine Fließgewässer typische Abflusskurve mit Produktionsspitzen im Spätfrühling/Frühsummer und geringer Stromerzeugung im Herbst. Die Spitzen fallen mit den Höchstständen an Stromproduktion erneuerbarer Energien zusammen und treffen zeitweise sogar auf ein Stromüberangebot mit steigender Tendenz durch den Ausbau der Windkraft/Photovoltaik. In den Zeiten der Dunkelflaute wird kaum oder gar kein Strom produziert. Deswegen ist ein vorrangiges öffentliches Interesse nicht gegeben. Die Jahresleistung von ca. 2,2 MWh (S. 26 Erläuterungsbericht) als Begründung für das vorrangige öffentliche Interesse ist aufgrund der Produktionskurve zu hinterfragen (Wasserdargebot Fassung Febr. 379 l/s, Mai 1222 l/s).

Die Einsparung von ca. 830 t CO₂ pro Jahr (beim Strommix von 2023 zugrunde gelegt (Erläuterungsbericht, S. 62)) und 25.000 t in 30 Jahren ist nicht zutreffend, da der CO₂-Ausstoß durch Material (insbesondere Beton und Stahl), Fahrzeuge (Bau und Unterhalt) nicht berücksichtigt wird.

Mit freundlichen Grüßen



Thomas Frey
BN-Regionalreferent für Schwaben

gez.
Dr. Stefan Ossyssek
BN-Referat Artenschutz

gez.

Alfred Karle-Fendt

BN-Kreisgruppe Kempten-Oberallgäu

LITERATURVERZEICHNIS

- Becquett, J., Lamouroux, N., Condom, T., Gouttevin, I., Forcellini, M., Launay, B., . . . Cauvy-Fraunié, S. (2022). Macroinvertebrate distribution associated with environmental variables in alpine streams. *Freshwater Biology*.
- BMU. (2008). *Leitfaden zur Anwendung der Alpenkonvention*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).
- BN, WWF, LFV, BKV. (2020). *Lebendige Flüsse für Bayern - Unsere Forderungen an die Politik*. Von https://www.bund-naturschutz.de/fileadmin/Bilder_und_Dokumente/Themen/Natur_und_Landschaft/Gew%C3%A4sser_in_Bayern/Fluesse-und-Auen/Fluesse_in_Bayern_Politische_Forderungen_BUND_20201124.pdf abgerufen
- Bonacina, L., Fasano, F., Mezzanotte, V., & Fornaroli, R. (2023). Effects of water temperature on freshwater macroinvertebrates: a systematic review. *Biological Reviews*, S. 191-221.
- Burkel, L. (2017). *Historische und aktuelle Verbreitung des Ufer-Reitgrases (Calamagrostis pseudophragmites (Haller f.) Koeler)*. Erlangen: FHU .
- Cuypers, S. (2008). *Leitfaden zur Umsetzung der Bestimmungen der Alpenkonvention in Deutschland*. Berlin: CIPRA Deutschland.
- Füreder, L., Wallinger, M., & Burger, R. (2005). Longitudinal and seasonal pattern of insect emergence in alpine streams. *Aquatic Ecology*, S. 67-78.
- Gabbud, C., & Lane, S. (2015). Ecosystem impacts of Alpine water intakes for hydropower: the challenge of sediment management. *WIRE Wiley Interdisciplinary Reviews*, S. 41-61.
- Hagen, D. (2002). Propagation of native Arctic and Alpine Species with a restoration potential. *Polar Research*, S. 37-47.
- Karlsdóttir, L., & Aradóttir, A. (2016). Propagation of *Dryas octopetala* L. and *Alchemilla alpina* L. by direct seeding and planting of stem cuttings. *Icelandic agricultural sciences*, S. 25-32.
- Mittermeier, B., Kohler, U., & Sommer, U. (2019). *FFH Managementplant - Fachgrundlagen*. Augsburg: Regierung von Schwaben.
- Nicklas, L., & Erschbamer, B. (2018). Alpenschwemmlinge am Tiroler Lech: Diversität und Verbreitung. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, S. 27-40.
- Patt, H. (2022). *Fließgewässer- und Auenentwicklung*. Bonn: Springer.
- Schröder, W. (2006). Die Alpenkonvention – Inhalt und Konsequenzen für das nationale Umweltrecht. *Natur und Recht*, S. 133-138.
- STMUV. (2023). *Beschluss des Bayerischen Landtags vom 25.01.2023 (Drs. 18/26090), betreffend: Aus der Zerstörung des Rappenalpbachs lernen – Schutzstrukturen verbessern; Zwischenbericht vom 31.3.2023*. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.
- Stöcklin, J. (1990). Populationsstruktur des Rohbodenpioniers *Epilobium Fleischeri* Hochst. (Onagraceae) auf dem Morteratsch-Gletscher Vorfeld. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, S. 30-43.

TUM, ZAE, BN. (2021). *100 % erneuerbare Energien für Bayern*. München.
 UBE, Chromgruen. (2017). *Schlussbericht - Ökologisch begründetes Mindestwasser*. Augsburg: LfU.
 Wilson, S. R., Hoyle, J., Measures, R., Di Ciacca, A., Morgan, L. K., Banks, E., . . .
 Wöhling, T. (2024). Conceptualising surface water–groundwater exchange in braided river systems. *Hydrology and Earth Systems Sciences*, S. 2271-2743.

Anhang

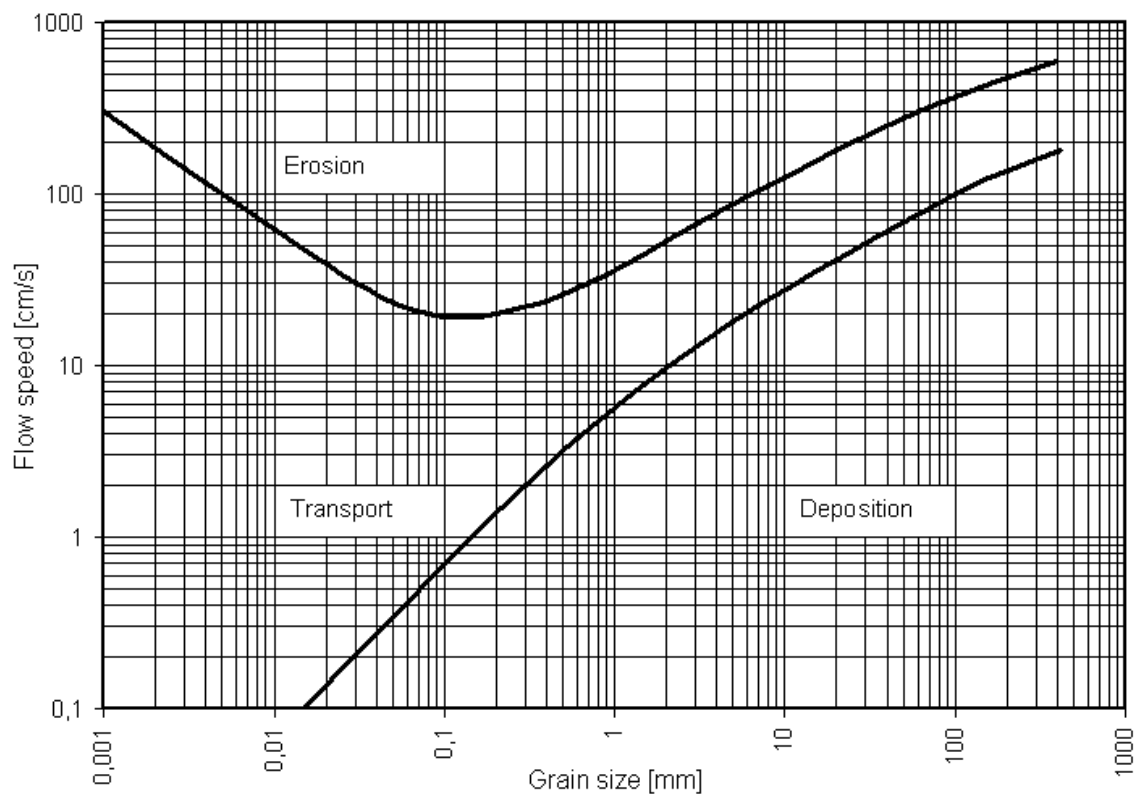


Abbildung 1: Hjulström-Diagramm (Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Hjulstr%C3%B6m_curve)