

**Forschungseinrichtungen der
Technischen Universität München**

**FFH- Verträglichkeits-Voruntersuchung
für das FFH-Gebiet**

7537-301 – Isarauen von Unterföhring bis Landshut

zum

**Antrag auf Neuerteilung
der wasserrechtlichen Erlaubnis**

zur Einleitung von Kühl- und Abwasser in die Isar

Auftraggeber:

Technische Universität München
80333 München

06.09.2018

**Forschungseinrichtungen der
Technischen Universität München**

**FFH- Verträglichkeits-Voruntersuchung
für das FFH-Gebiet
7537-301 – Isarauen von Unterföhring bis Landshut**

zum

**Antrag auf Neuerteilung
der wasserrechtlichen Erlaubnis**

zur Einleitung von Kühl- und Abwasser in die Isar



Projektleitung:

Dr. Kurt Seifert

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) Julia Schmid

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	Anlass und Aufgabenstellung.....	1
2.	FFH-Voruntersuchung für das FFH-Gebiet „Isarauen von Unterföhring bis Landshut“	2
2.1	Beschreibung des NATURA 2000-Gebiets	2
3.	Beschreibung des Vorhabens.....	5
3.1	Einleitungen in die Isar	5
3.1.1	Stoffliche Einleitungen (ohne Radioaktivität).....	5
3.1.1.1	Forschungs-Neutronen-Quelle Heinz Maier-Leibnitz FRM II (konventionell)	6
3.1.1.2	ZTWB Radiochemie München (RCM).....	6
3.1.2	Einleitung schwachradioaktiver Abwässer	6
3.1.2.1	Forschungs-Neutronen-Quelle Heinz Maier-Leibnitz FRM II (radiologisch)	7
3.1.2.2	ZTWB Radiochemie München (RCM).....	7
3.1.2.3	Niederschlagswasser	8
3.1.2.4	Gleichzeitigkeit der Einleitungen	8
3.1.3	Thermische Einleitung in die Isar.....	8
3.2	Grundsätzliche Wirkpfade und mit dem Vorhaben verbundene Auswirkungen.....	8
3.3	Vom Vorhaben nicht betroffene (semi-)aquatische Arten und LRTs.....	12
3.3.1	Lebensräume nach Anhang I der FFH-RL.....	12
3.3.2	Arten nach Anhang II.....	12
3.3.2.1	Biber	12
3.3.2.2	Gelbbauchunke und Kammmolch	12
3.3.2.3	Bachmuschel.....	13
3.4	Bewertung der Beeinträchtigung des NATURA 2000-Gebietes Nr. 7537-301	14
3.4.1	LRT 3240 „Alpine Flüsse und ihre Ufergehölze mit <i>Salix eleagnos</i> “	14
3.4.2	Groppe (<i>Cottus gobio</i>).....	14
3.4.3	Grüne Keiljungfer (<i>Ophiogomphus cecilia</i>)	14
3.4.4	Huchen (<i>Hucho hucho</i>)	15
3.5	Kumulative Projekte.....	16
3.6	Fazit.....	16
4.	Literatur und Quellen	17

Abkürzungsverzeichnis

AELF	Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
BayLfU	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bq	Becquerel
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
FAK30	Ablaufkühlung, Kühlsystem mit Brunnenwasser (FRM II)
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat – Richtlinie
FRM II	Forschungs-Neutronen-Quelle Heinz Maier-Leibnitz
GMT	Betriebsabwasser (FRM II)
IAZ	industrielles Anwenderzentrum
IAEO	Internationale Atomenergie-Organisation
IFI	Institut für Fischerei
KPK11	Lagerung schwachaktiver H ₂ O-Abwässer (FRM II)
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
KTA 1507	Sicherheitstechnische Regel des KTA zur Überwachung der Ableitungen radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren
LAWA	Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser
LRT	Lebensraumtyp
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
LWF	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss in betrachteter Zeitspanne
MZB	Makrozoobenthos
NQ	Niedrigster Abfluss gleicher Zeitabschnitte in betrachteter Zeitspanne
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
PAB	Tertiärkühlsystem (FRM II)
ROB	Regierung von Oberbayern
RCM	Radiochemie München
SDB	Standarddatenbogen
TUM	Technische Universität München
USchG	Umweltschadensgesetz
VE-Anlage	Vollentsalzungs-Anlage (GCF) des FRM II
WRB	Wasserrechtsbescheid
ZTWB	Zentrale Technische Wissenschaftliche Betriebseinheit ZTWB
ZYK	Zyklotron

1. Anlass und Aufgabenstellung

In der vorliegenden Untersuchung ist zu beurteilen, ob durch die Neuerteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis für die Forschungseinrichtungen der TUM am Standort Garching zur Einleitung von Abwasser und Kühlwasser in die Isar Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele auf das folgende FFH-Gebiet zu erwarten sind

- FFH-Gebiet „7537-301 Isarauen von Unterföhring bis Landshut“

Das FFH-Gebiet erstreckt sich über die Isar auf einer Fließlänge von ca. 60 km mit angrenzenden Isarauen von Unterföhring bis Landshut. Die Einleitstelle befindet sich direkt innerhalb des Schutzgebietes in der Isar, rund 10 km flussaufwärts von der nördlichen Gebietsgrenze entfernt. Damit sind rd. 50 km der als FFH-Gebiet ausgewiesenen Isar unmittelbar von den beantragten Einleitungen betroffen.

Aus diesem Grund ist nachfolgend darzustellen, ob **erhebliche** Beeinträchtigungen maßgeblicher Bestandteile des FFH-Gebietes von vornherein ohne weitergehende Untersuchungen ausgeschlossen werden können.

Im Vorfeld wurde mit den Behörden abgestimmt, dass durch den einschlägigen Wirkungspfad der beantragten Gewässerbenutzungen ausschließlich aquatische Lebensraumtypen (LRTs) und Arten des FFH-Gebietes zu betrachten sind. Deshalb werden in der Auswirkungsprognose ausschließlich die für den aquatischen Wirkungspfad relevanten Arten und LRTs und deren Erhaltungsziele berücksichtigt.

Sofern in der FFH-Verträglichkeits-Vorprüfung erhebliche Beeinträchtigungen nicht ausgeschlossen werden können, ist eine FFH-Verträglichkeitsprüfung durchzuführen.

2. FFH-Voruntersuchung für das FFH-Gebiet „Isarauen von Unterföhring bis Landshut“

2.1 Beschreibung des NATURA 2000-Gebiets

Nachfolgend werden die wesentlichen Daten, Bestandteile und Schutzgüter sowie Erhaltungsziele des FFH-Gebietes stichpunktartig aufgelistet. In grauer Farbe gedruckt sind nicht aquatische LRTs, Arten und Erhaltungsziele, die nicht näher beurteilt werden.

Kennziffer	DE 7537-301
Name	Isarauen von Unterföhring bis Landshut
Fläche	5.396 ha
Schutzstatus	Gebietsüberschneidungen mit: <ul style="list-style-type: none"> • NSG Freisinger Buckl (NSG-00176.01) • NSG Isarauen zwischen Hangenham und Moosburg (NSG-00246.01) • NSG Vogelfreistätte Mittlere Isarstauseen (NSG-00170.01) • VSG Naturschutzgebiet "Vogelfreistätte Mittlere Isarstauseen (7537-401)
Kurzcharakteristik	Großräumig zusammenhängende dealpine Flussauenlandschaft
Lebensraumtypen (LRT) nach Anhang I der FFH-Richtlinie	<ul style="list-style-type: none"> • 3240 Alpine Flüsse und ihre Ufergehölze mit <i>Salix eleagnos</i> • 6210 Naturnahe Kalktrockenrasen und deren Verbuschungsstadien (<i>Festuco-Brometalia</i>) • 6210* Naturnahe Kalktrockenrasen und deren Verbuschungsstadien (<i>Festuco-Brometalia</i>) (*besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen) • 6410 Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (<i>Molinion caeruleae</i>) • 6430 Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe • 6510 Magere Flachlandmähwiesen (<i>Alopecurus pratensis</i>, <i>Sanguisorba officinalis</i>) • 9180* Schlucht- und Hangmischwälder (<i>Tilio-Acerion</i>) • 91E0* Auenwälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i>, <i>Alnion incanae</i>, <i>Salicion albae</i>) • 91F0 Hartholzauenwälder mit <i>Quercus robur</i>, <i>Ulmus laevis</i>, <i>Ulmus minor</i>, <i>Fraxinus excelsior</i> oder <i>Fraxinus angustifolia</i> (<i>Ulmenion minoris</i>) <p>* = prioritär</p>
Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie, die im SDB erfasst sind	<ul style="list-style-type: none"> • 1032 <i>Unio crassus</i> Bachmuschel • 1337 <i>Castor fiber</i> Biber • 1902 <i>Cypripedium calceolus</i> Frauenschuh • 1193 <i>Bombina variegata</i> Gelbbauchunke, Bergunke • 1163 <i>Cottus gobio</i> Groppe • 1037 <i>Ophiogomphus cecilia</i> Grüne Keiljungfer • 1105 <i>Hucho hucho</i> Huchen • 1166 <i>Triturus cristatus</i> Kammmolch • 1014 <i>Vertigo angustior</i> Schmale Windelschnecke
Schutzwürdigkeit	Eine der bedeutsamsten Verbundachsen an Biotopflächen zwischen Alpen und Donau mit großflächigen Auelebensräumen Besiedlung durch Kelten und Römer, ab 19. Jh. Ausbaumaßnahmen zum Hochwasserschutz, weitgehend offene Flusslandschaft hat sich bewaldet, Stauseen zur Elektrizitätserzeugung Flutlehmdecke unterschiedlicher Mächtigkeit über den Kalkschottern, alluviale Talsedimente.

<p>Funktionale Beziehungen zur Umgebung und zu anderen Natura 2000-Gebieten Itd. Standarddatenbogen</p>	<p>Vogelfreistätte Mittlere Isarstauseen Isarauen zw. Hangenham und Moosburg</p>
<p>Gebietsmanagement</p>	<p>Regierung von Oberbayern</p>
<p>Schutzzweck und Erhaltungsziele (genannt werden nur die Erhaltungsziele mit aquatischem Bezug)</p>	<p>Erhalt ggf. Wiederherstellung der großflächigen Auenlebensräume der Isar von Unterföhring bis Landshut als eine der bedeutsamsten Biotopverbundachsen zwischen Alpen und Donau. Erhalt ggf. Wiederherstellung der natürlichen Gewässer- und Geschiebedynamik. Erhalt ggf. Wiederherstellung der natürlichen Auengewässer mit verschiedenen Verlandungsstadien.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Alpinen Flüsse mit Ufergehölzen von Salix elaeagnos (Isar, Moosach und ihrer Zuflüsse) mit ihrer hohen Gewässerqualität und ihren naturnahen Gewässerstrukturen. Erhalt ggf. Wiederherstellung der unbefestigten Uferzonen mit natürlichem Überflutungsregime, der Auenwälder und Altgewässer. Erhalt der Nebengewässer, insbesondere Pförreraubach, Moosach, Angerbach, Goldach, Süßgraben, Dorfen, Viehlassgraben und Moosbach. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Anbindung und Durchgängigkeit, der natürlichen Fluss- und Uferstrukturen sowie der hydrologischen Verhältnisse. 2. Erhalt ggf. Wiederherstellung der weitgehend gehölzfreien Naturnahen Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia), insbesondere der Bestände mit bemerkenswerten Orchideen, der Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (Molinia caeruleae), der Mageren Flachland-Mähwiesen (Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis) sowie ihrer Vernetzung mit Magerstandorten auf Dämmen und entlang von Säumen. Erhalt der Trockenstandorte insbesondere in den Bereichen Dietersheimer Brenne, Freisinger Buckel, Pförrerhof, nördlich und westlich Gaden sowie Grünseiboldsdorfer Au, östlich Moosburg, Volkmannsdorferau. Erhalt der Verzahnung mit Hochstaudenfluren und Auenwäldern. 3. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Feuchten Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe mit ihren charakteristischen Arten, ihrem Wasserhaushalt und ihrer natürlichen Struktur. 4. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Schlucht- und Hangmischwälder (Tilio-Acerion) mit ihren spezifischen Strukturelementen wie Hangquellaustritte. Erhalt natürlicher Hangdynamik und eines ausreichend hohen Alt- und Totholzanteils. 5. Erhalt ggf. Wiederherstellung zusammenhängender, störungsarmer Auwaldkomplexe aus Auenwäldern mit Alnus glutinosa und Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae) und Hartholzauewälder mit Quercus robur, Ulmus laevis und Ulmus minor, Fraxinus excelsior oder Fraxinus angustifolia (Ulmenion minoris) mit standortheimischer Baumarten-Zusammensetzung und naturnaher Bestandsstruktur. Erhalt ggf. Wiederherstellung der prägenden Standortbedingungen (vor allem eines naturnahen Wasserhaushalts). Erhalt der wechsellückigen präalpinen Grauerlenbestände mit ihren zum Berberidion überleitenden Entwicklungsstadien und Kontakt zu offenen Alluvial-Trockenrasen-Formationen. Erhalt eines ausreichenden Angebots an Alt- und Totholz sowie an Höhlen- und Horstbäumen. Erhalt ausreichend störungsarmer Bereiche, insbesondere von Naturwaldreservaten, sowie von Seigen und Flutrinnen. 6. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Population des Bibers in der Isar mit ihren Auenbereichen, ihren Nebenbächen mit deren Auenbereichen, Altgewässern und in den natürlichen oder naturnahen Stillgewässern. Erhalt ggf. Wiederherstellung ausreichender Uferstreifen für die vom Biber ausgelösten dynamischen Prozesse. 7. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Populationen der Gelbbauchunke und des Kammolchs sowie ihrer Laich- und Landhabitate. 8. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Populationen von Groppe und Huchen sowie ihrer Lebensräume in der Isar und den Seitengewässern in einer naturnahen Fischbiozönose. 9. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Population der Grünen Keiljungfer. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Lebensräume in naturnahen, nährstoffarmen Fließgewässerabschnitten mit Sandbänken, Kiesgrund, besonnten und schattigen Uferbereichen. Erhalt der Larvalhabitate und angrenzender Pufferzonen. 10. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Population der Bachmuschel und ihrer Habitate in naturnahen, nährstoffarmen Fließgewässerabschnitten. Erhalt ggf. Wiederherstellung ausreichender Wirtsfisch- Populationen, insbesondere von Elritzen, Gropfen und Döbeln. Ausrichtung einer ggf. erforderlichen Gewässerunterhaltung auf den Erhalt der Bachmuschel und ihre von Lebensraumansprüche in von ihr besiedelten Gewässerabschnitten. 11. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Population der Schmalen Windelschnecke und ihrer Habitate einschließlich angrenzender Pufferzonen als Schutz vor Nährstoffeinträgen.

	12. Erhalt ggf. Wiederherstellung der Vorkommen des Frauenschuhs . Erhalt ggf. Wiederherstellung seiner lichten Standorte und der Niststätten der Sandbienen aus der Gattung <i>Andrena</i> (Bestäuber!).
Weitere im SDB nicht enthaltene Fisch-Arten des Anhangs II	Von dem LFU und vom IFI sind folgende Arten zwischen 2010 und 2015 im FFH-Gebiet nachgewiesen worden: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rhodeus amarus</i> Bitterling • <i>Rutilus pigus virgo</i> Frauenerfling • <i>Gobio albipinnatus</i> Weißflossengründling
Datengrundlage	<ul style="list-style-type: none"> • LFU Bayern - Bayerisches Landesamt für Umwelt (2000): Standarddatenbogen zum FFH-Gebiet DE 7537-301, erstellt im Juli 2000, zuletzt geändert: Mai 2015. – Download unter https://www.lfu.bayern.de/natur/natura2000_datenboegen/datenboegen_7028_7942/doc/7537_301.pdf • Regierung von Niederbayern (2008): NATURA 2000 Bayern - Gebietsbezogene Konkretisierung der Erhaltungsziele für das FFH-Gebiet DE 7537-301, Stand 19.02.2016. – Download unter https://www.lfu.bayern.de/natur/natura_2000_vollzugshinweise_erhaltungsziele/datenboegen_7028_7942/doc/7537_301.pdf

3. Beschreibung des Vorhabens

3.1 Einleitungen in die Isar

Die beantragten Einleitungen umfassen aus insgesamt drei Abwasserpfaden (FRM II, RCM und Niederschlägen) stoffliche Einleitungen (ohne Radioaktivität), die Einleitung schwachradioaktiver Abwässer sowie Niederschlagswasser mit den zugehörigen Abwasser-Parametern.

Die Einleitung in die Isar erfolgt über einen Abwasserkanal, welcher in der Mitte des Isarquerprofils in einem Einleitbauwerk endet, das Bestandteil der Sohlschwelle bei Fluss-km 130,300 ist. Im Uferbereich auf beiden Seiten ist diese Schwelle als Naturschwelle ohne starken Profilknick angelegt. Das Einleitbauwerk besteht im Wesentlichen aus einem 6,5 m langen Mittelteil, in dem 14 Auslaufstutzen in jeweils 40 cm Abstand horizontal in die Unterwasserseite münden. Das Einleitbauwerk dient einer raschen und möglichst vollständigen Einmischung der Abwässer in die Isar. (WRB 1999)



Abb. 1: Ansicht des Einleitbauwerkes bzw. der Sohlschwelle

3.1.1 Stoffliche Einleitungen (ohne Radioaktivität)

Im Folgenden werden die stofflichen Einleitungen (ohne Radioaktivität) der insgesamt drei Abwasserpfade (FRMII, RCM, Ableitung von Niederschlagswasser) dargestellt. Hierbei werden die derzeit genehmigten Werte den neu beantragten Werten gegenübergestellt.

Die stofflichen Einleitungen umfassen abfiltrierbare Stoffe, Gesamt-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Gesamt-Phosphor, adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX), Zink, sowie TOC.

Weitere potentiell wassergefährdende Schadstoffe (z.B. FCKWs, Schwermetalle, prioritäre Stoffe nach OGewV, flussgebietsspezifische Schadstoffe nach OGewV etc.) werden gemäß schriftlicher Auskunft der TUM vom November 2016 nicht mit dem Abwasser in die Isar geleitet.

3.1.1.1 Forschungs-Neutronen-Quelle Heinz Maier-Leibnitz FRM II (konventionell)

Die Ableitung von Abwasser aus der Forschungsneutronenquelle FRM II erfolgt teils diskontinuierlich (KPK11), intermittierend (PAB) und teils kontinuierlich. Über KPK11 leitet seit dem Jahr 2010 der FRM-alt als Anfallstelle anfallendes Abwasser ein. In der nachfolgenden Tab. 1 werden die Grenzwerte der konventionellen betrieblichen Abwässer gemäß der derzeit gültigen wasserrechtlichen Erlaubnis vom 22.12.1999 den zukünftigen Antragswerten gegenübergestellt.

Die Pfade „Abwasser aus der Filtrerrückspülung“ (im bisherigen Bescheid Nr. 2.3.1.2) sowie Neutralisationsabwasser der VE-Anlage entfallen gänzlich, ebenso wie der Pfad GMT.

Tab. 1: Derzeitige und zukünftige Antragswerte des FRM II (konventionell d.h. ohne Radioaktivität)

Abwasser aus dem Tertiärkühlsystem PAB			
	Bescheid 22.12.1999	Antragswert neu	Anmerkung
Ableitungsvolumenstrom	7,77 l/s	8 l/s	
Temperatur _{max}	30 °C	30 °C	
pH-Wert	5,0–9,0	5,0–9,0	
CSB/TOC	CSB 40 mg/l	TOC 15 mg/l	
AOX	0,15 mg/l	0,15 mg/l	
Phosphor gesamt	4 mg/l	5 mg/l	
Zink	4 mg/l	4 mg/l	
Abwasser aus Ablaufkühlung FAK30			
Ableitungsvolumenstrom	6,6 l/s	7 l/s	
Temperatur _{max}	30 °C	30 °C	
Abwasser aus Sammelsystem KPK11 (konventionelle Antragswerte)			
Ableitungsvolumenstrom	1,78 l/s	5 l/s	
Temperatur _{max}	30 °C	30 °C	
pH-Wert	5,0–9,0	5,0–9,0	
CSB/TOC	100 mg/l	35 mg/l	
Gesamtstickstoff	10 mg/l	20 mg/l	
Ammonium-Stickstoff	-	10 mg/l	

Aktivitätsableitung, siehe Tab. 2

3.1.1.2 ZTWB Radiochemie München (RCM)

Die Radiochemie München leitet keine konventionellen betrieblichen Abwässer in die Isar ein.

3.1.2 Einleitung schwachradioaktiver Abwässer

Im Folgenden werden die Einleitungen schwach radioaktiver Abwässer der drei Abwasserpfade dargestellt. Hierbei werden die derzeit genehmigten Werte den zukünftigen Antragswerten gegenübergestellt.

3.1.2.1 Forschungs-Neutronen-Quelle Heinz Maier-Leibnitz FRM II (radiologisch)

Das schwachradioaktive Abwasser aus der Forschungs-Neutronen-Quelle Heinz Maier-Leibnitz FRM II wird chargenweise in die Isar geleitet. In Tab. 2 werden die derzeitigen Grenzwerte sowie die neuen Antragswerte für Tritium- und sonstige Aktivitäten aufgezeigt.

Tab. 2: Derzeitige Grenzwerte und neue Antragswerte für Tritium und sonstige Aktivitäten in den schwachradioaktiven Abwässern aus dem Sammelsystem für schwachradioaktive Abwässer KPK11

Abwasser aus dem Sammelsystem für schwachradioaktive Abwässer KPK11			
	Bescheid 22.12.1999	Antragswert neu	Anmerkung
Ableitungsvolumenstrom	1,78 l/s	5 l/s	Durchmischung mit Isarwasser gemäß Gutachten Fa. Hydroisotop nachgewiesen
Ableitung von Tritium	$2,0 \times 10^{11}$ Bq/a	$2,0 \times 10^{11}$ Bq/a	
Sonstige Aktivität (ohne Tritium)	$2,0 \times 10^9$ Bq/a	$2,0 \times 10^9$ Bq/a	
Aktivitätskonzentration des aus dem Übergabebehälter abgepumpten Abwassers	$4,0 \times 10^6$ Bq/m ³ Cs-137-Äquivalent	$4,0 \times 10^6$ Bq/m ³ Cs-137-Äquivalent	
Spülwasser	Mindestens 23 l/s	Mindestens 20 l/s	Vor- bzw. Nachspülzeit von jeweils 30min auf 15 min reduziert

3.1.2.2 ZTWB Radiochemie München (RCM)

In Tab. 3 werden die derzeitigen Grenzwerte und neuen Antragswerte für Aktivitäten der schwachradioaktiven Abwässer der ZTWB Radiochemie München (RCM) aufgezeigt.

Tab. 3: Derzeitige Grenzwerte und neue Antragswerte für Aktivitäten in den schwachradioaktiven Abwässern der ZTWB Radiochemie München (RCM)

Abwasser aus dem Ableitsystem für schwachradioaktive Abwässer A-WR30			
	Bescheid 22.12.1999	Antragswert neu	Anmerkung
Ableitungsvolumenstrom	0,61 l/s	5 l/s	Durchmischung mit Isarwasser gemäß Gutachten Fa. Hydroisotop nachgewiesen
Ableitung von Tritium	$3,7 \times 10^{10}$ Bq/a	$3,7 \times 10^9$ Bq/a	-
Sonstige Aktivität (ohne Tritium)	$1,11 \times 10^9$ Bq/a	$5,6 \times 10^8$ Bq/a	-
Aktivitätskonzentration des aus dem Übergabebehälter abgepumpten Abwassers	$3,7 \times 10^5$ Bq/m ³	$3,7 \times 10^5$ Bq/a	
Spülwasser	Mindestens 23 l/s	Mindestens 20 l/s	Vor- bzw. Nachspülzeit jeweils mindestens 30 min
Entsprechend Ziffer 2.3.4.2.3 der wasserrechtlichen Erlaubnis vom 22.12.1999 sind auch die Gesamtaktivitäten begrenzt. Sie werden durch Summation aller drei Äquivalentwerte berechnet und dürfen im Jahr $1,11 \times 10^9$ Bq bzw. innerhalb von 180 Tagen $5,55 \times 10^8$ Bq nicht überschreiten.			

3.1.2.3 Niederschlagswasser

Bezüglich der Beseitigung von Niederschlagswasser wurde der Wasserrechtsbescheid vom 22.12.1999 durch Bescheid des Landratsamtes München vom 27.02.2018 (Az. 4.4.2-3746/Mz) geändert. Durch die Änderung wurde die folgende Aufteilung nach Flächen festgeschrieben:

- Flächen, die messwertabhängig, verpflichtend durch Einleitung in die Isar entwässert werden müssen.
- Flächen, die durch Einleitung in die Isar entwässert werden dürfen.
- Flächen, von denen das anfallende Niederschlagswasser zu versickern ist.

Die Versickerung von Niederschlägen ist nicht mehr Gegenstand des neuen Antrags.

Von einigen festgelegten Flächen, muss das dort anfallende Niederschlagswasser solange verpflichtend in die Isar entwässert werden, bis dessen Tritiumaktivitätskonzentration dauerhaft, sicher unter 50 Bq/l liegt.

Diese Flächen umfassen etwa 7.410 m²:

3.1.2.4 Gleichzeitigkeit der Einleitungen

Es erfolgen keine gleichzeitigen Einleitungen von schwachradioaktiven Abwässern aus dem FRM II und der RCM in die Isar.

3.1.3 Thermische Einleitung in die Isar

Die Einleitung von Wärmeleistung in die Isar, etwa wie bei einem Kraftwerk, ist nicht Antragsgegenstand. Lediglich für die Einleitung der betrieblichen Abwässer in die Isar wird eine Einleittemperatur von maximal 30°C beantragt. Die sich hieraus bei voller Ausnutzung aller beantragten Einleitmengen, bei gleichzeitigem Niedrigwasserabfluss der Isar, ergebende Temperaturerhöhung, läge im Bereich einiger hundertstel Grad.

3.2 Grundsätzliche Wirkpfade und mit dem Vorhaben verbundene Auswirkungen

Nachfolgend werden unter dem Punkt „Grundsätzliche Wirkpfade“ die grundlegenden Wirkungsebenen und Wirkungspfade der Stoffe, deren Einleitung in die Isar beantragt wird, beschrieben. Diese Darstellung erfolgt auf der Ebene potenzieller Wirkungen bei allgemeiner Betrachtung der Stoffe für sich, losgelöst vom Vorhaben und ohne Berücksichtigung der aktuellen sehr geringen Konzentrationen der Abwasserinhaltsstoffe bei Einmischung in das Isarwasser. Unter dem Punkt „Ausmaß der stofflichen bzw. thermischen Beeinflussung des Isarwasser“ werden die konkret mit dem Vorhaben verbundenen Auswirkungen dargestellt.

Baubedingte Auswirkungen	–
Anlagebedingte Auswirkungen:	–

Betriebsbedingte Auswirkungen:	<p>Stoffliche Einleitungen (ohne Radioaktivität)</p> <p><u>Grundsätzliche Wirkpfade:</u> Die stofflichen Einleitungen umfassen abfiltrierbare Stoffe, Gesamt-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Gesamt-Phosphor, adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX), Zink, sowie TOC. Einige der genannten Substanzen können toxisch auf die Fischfauna wirken und bei ausreichender Menge beispielsweise Kiemen- oder Nervenschädigungen hervorrufen oder zu einem verringerten Reproduktionserfolg führen. Indirekte Wirkungen können sich beispielsweise durch eine Förderung der Primärproduktion bei Einleitung von Pflanzennährstoffen (Stickstoff und Phosphor) ergeben. Die mit dem Pflanzenwachstum einhergehende Erhöhung des Sauerstoffgehaltes im Wasser kann bei Übersättigung v.a. Jungfische schädigen.</p> <p><u>Ausmaß der stofflichen Beeinflussung des Isarwassers nach Durchmischung (Siehe Gewässerökologisches Gutachten Kap. 7):</u> Zusammenfassend bewegen sich die errechneten Verdünnungskonzentrationen (ohne Vorbelastung) im Isarwasser für die Gesamtheit der eingeleiteten Stoffe im Spurenbereich. Und dies bei Berechnung unter der Worst-Case-Annahme eines mittleren Niedrigwassers entsprechend dem geringsten Mindestwasserabfluss von 11 m³/s und einem maximalen Ausschöpfen der beantragten Einleitwerte und gleichzeitiger Einleitung aller Pfade.</p> <p>Schwachradioaktive Einleitungen</p> <p><u>Grundsätzliche Wirkpfade:</u> Radioaktive Stoffe können vom Grundsatz in Fischen und aquatischen Organismen zusammengefasst zu Anreicherung im Gewebe / Akkumulation, Erkrankungen und Fehlbildungen sowie zur Beeinträchtigung des Reproduktionserfolges und Sterilität führen.</p> <p><u>Ausmaß der stofflichen Beeinflussung des Isarwassers nach Durchmischung (Siehe Gewässerökologisches Gutachten Kap. 7):</u> Die Spitzenwerte der errechneten Gesamt-Misch-Aktivitätskonzentrationen in der Isar unter Worst-Case-Bedingungen errechnen sich für die Ableitungen aus dem FRM II auf 1,8 Bq/l und für die Ableitungen aus dem RCM auf 0,17 Bq/l. Die Tritium-Misch-Aktivitätskonzentration in der Isar als kurzzeitiger Spitzenwert infolge der Ableitung von Niederschlagswasser errechnet sich auf Werte zwischen 2,07 bis 1,09 Bq/l. Im Jahresmittel belaufen sich die errechneten Gesamt-Aktivitätskonzentrationen in der Isar auf Werte zwischen 0,60 bis 0,27 Bq/l. Hiervon machen zwischen 0,5889 bis 0,2647 Bq/l die Abgaben von Tritium aus und zwischen 0,0074 bis 0,0033 Bq/l die Abgaben der anfallenden Radionuklide ohne Tritium. Damit liegen die errechneten Mischkonzentrationen bzgl. der Tritium-Aktivitätskonzentration im Jahresmittel unter den Werten, die als kosmogener Anteil der Aktivitätskonzentration von Tritium in Oberflächenge-</p>
---------------------------------------	--

Betriebsbedingte Auswirkungen:	<p>wässern in der Literatur angegeben wird (≤ 1 Bq/l). Die ermittelten Spitzenwerte durch ableitungspflichtiges Niederschlagswasser, die nur unter bestimmten Voraussetzungen und nur kurzzeitig auftreten, liegen knapp oberhalb dieser Hintergrundwerte. Setzt man als Bewertungsmaßstab die Anforderungen an Trinkwasser in Bezug auf Tritium mit maximal 100 Bq/l (Anlage 3a Teil I TrinkwV) an, liegen die errechneten Spitzen-Mischkonzentrationen um das 100 bis 50-fache darunter.</p> <p>Das Strahlenexpositionsgutachten kommt hinsichtlich der Strahlungs dosis zu dem Ergebnis, dass davon ausgegangen werden kann, dass durch die zukünftige Ableitung radioaktiver Abwässer der TUM keine inakzeptablen, zusätzlichen radiologischen Einwirkungen auf die Fauna unter Betrachtung limnischer Referenzorganismen im Bereich der Isar resultieren.</p> <p>Wärmeeinleitungen</p> <p><u>Grundsätzliche Wirkpfade:</u></p> <p>Eine anthropogene Wassererwärmung kann Auswirkungen sowohl auf der abiotischen Ebene als auch auf den Stoffwechsel und Stoffhaushalt des Gewässers und auf seine pflanzlichen und tierischen Lebensgemeinschaften haben. Im abiotischen Bereich beeinflusst die Wassertemperatur bzw. deren Erhöhung beispielsweise den Sauerstoffgehalt des Wassers. Warmes Wasser kann weniger Sauerstoff aufnehmen als kaltes Wasser. Gleichermaßen werden chemische Reaktionen, z.B. Säure-Basen-Gleichgewichte von der Temperatur beeinflusst.</p> <p>Auch auf der biotischen Ebene gehen die ökologischen Auswirkungen einer künstlichen Temperaturerhöhung im Wesentlichen darauf zurück, dass chemische und biochemische Reaktionen bei einer Temperaturerhöhung beschleunigt werden. Besonders hoch ist die Empfindlichkeit bei wechselwarmen Organismengruppen z.B. Fischen, die über keine körpereigene Temperaturregulation verfügen und deren Stoffwechselvorgänge von der Umgebungstemperatur bestimmt werden. Eine zu starke bzw. eine jahreszeitlich nicht angepasste Erhöhung der Wassertemperatur durch Einleitung erwärmten Wassers kann daher vom Grundsatz her z.B. zu Veränderungen im Artenspektrum oder verringerten Reproduktionserfolg führen.</p> <p><u>Ausmaß der thermischen Beeinflussung des Isarwassers nach Durchmischung (Siehe Gewässerökologisches Gutachten Kap. 7):</u></p> <p>Mit der Ableitung der Abwässer unter der Annahme eines fiktiven Worst-Case-Szenarios (geringe Abflüsse in der Isar, gleichzeitige Abgabe aller Abwasserpfade, vollständiges Ausschöpfen der beantragten Einleittemperaturen und Abgabemengen) errechnen sich Aufwärmspannen zwischen 0,02 °C und 0,07 °C. Die maximalen hochsommerlichen Mischtemperaturen im Stundenmittel errechnen sich auf 21,31 °C und 21,91 °C.</p> <p>Für cyprinidengeprägte Gewässer des Rhithrals, zu denen die Isar im Un-</p>
---------------------------------------	---

tersuchungsgebiet zählt, gelten gemäß der neuen Oberflächengewässer-
verordnung (2016) folgende Anforderungen¹ hinsichtlich des guten ökolo-
gischen Zustandes für den Parameter Temperatur:

- T_{\max} Sommer (April bis November) [°C] ≤ 23
- Temperaturerhöhung Sommer [ΔT in K] ≤ 2
- T_{\max} Winter (Dezember bis März) [°C] ≤ 10
- Temperaturerhöhung Winter [ΔT in K] ≤ 2

Zusammengefasst werden selbst unter Annahme eines fiktiven Worst-
Case-Szenarios die Anforderungen der OGewV an die Wassertemperatur
in der Isar als cyprinidengeprägtes Rhithral eingehalten.

Ausführliche Erläuterungen und Darstellungen zu den Wirkfaktoren des Projektes können dem
Gewässerökologischen Gutachten entnommen werden.

¹ In der OGewV sind diese chemisch-physikalischen Parameter zur Bewertung des ökologischen Zustands/Potentials als „unterstüt-
zend“ bezeichnet (§5 (4); OGewV).

3.3 Vom Vorhaben nicht betroffene (semi-)aquatische Arten und LRTs

3.3.1 Lebensräume nach Anhang I der FFH-RL

Eine Betroffenheit durch das Vorhaben ergibt sich ausschließlich für den Flusswasserkörper Isar.

Die Lebensraumtypen, die ohne permanente Anbindung an den Hauptfluss in den Isarauen liegen und/oder grundwasserabhängig sind, werden deshalb nicht weiter betrachtet. Dies sind im Einzelnen folgende im FFH-Gebiet vorkommende LRTs: Naturnahe Kalktrockenrasen (6210), Pfeifengraswiesen (6410), feuchte Hochstaudenfluren (6430), magere Flachlandmähwiesen (6510) sowie Schlucht- und Hangmischwälder (9180).

Bezüglich der Auwälder (91E0* und 91F0) kann ebenfalls eine Betroffenheit ausgeschlossen werden. Aufgrund der geringen Wirkungsempfindlichkeit und der errechneten sehr geringen Mischkonzentrationen und thermischen Änderungen ist davon auszugehen, dass das Vorhaben zu keiner nachweisbaren Änderung der Standortfaktoren für die Auwälder führt.

3.3.2 Arten nach Anhang II

3.3.2.1 Biber

Stabile Biberpopulationen im unmittelbaren Einleitungsbereich industrieller Anlagen sind beispielsweise an der Wertach bekannt. Somit weist der Biber generell eine geringe Wirkungsempfindlichkeit gegenüber stofflichen Änderungen auf. Der FFH-Managementplan für das FFH-Gebiet Isarauen verweist zudem darauf, dass der Biber eher die Nebengewässer als die Isar besiedelt (AELF & ROB 2014). Unabhängig davon sind die mit dem Vorhaben verbundenen stoffliche und thermischen Änderungen auch unter Worst-Case-Annahmen derart gering, dass gesichert davon ausgegangen werden kann, dass das Vorhaben zu keiner nachweisbaren Änderung des Lebensraumes des Bibers führt.

3.3.2.2 Gelbbauchunke und Kammmolch

Gelbbauchunken haben ihre Primärlebensräume hauptsächlich in den Fluss- und Bachauen, wo sie die zahlreichen jungen und temporären Klein- und Kleinstgewässer zum Laichen nutzen. Sie sind an die starke Dynamik angepasst und verschwinden mit fortschreitender Sukzession. Größere, vegetationsreichere Altwässer werden jedoch gerne als Aufenthaltsgewässer angenommen. Im FFH-Gebiet „Isarauen“ kommen für die Gelbbauchunke neben den üblichen Habitaten auch sonnige Quelltümpel oder sonnige Tiersuhlen-Tümpel in Betracht. (AELF & ROB 2014)

Der Kammmolch besiedelt gewässerreiche Auen und Seen tieferer Lagen. Bevorzugte Landlebensräume sind Feuchtwiesen, Grünland, Laubwälder und Waldränder sowie Ufergehölze. Häufigste Laichgewässer sind Weiher, Überschwemmungsflächen, Tümpel und Teiche. Wichtig sind reifere, größere, sonnige und ungenutzte Auengewässer mit einem hohen Struktureichtum als Schutz vor Fischen. Die Nachweise des Kammmolchs im FFH-Gebiet Isarauen lagen fast alle im Bereich der Aue, die noch einer gelegentlichen Überschwemmung unterliegen. (AELF & ROB 2014)

Somit befinden sich einige (potentielle) Habitatgewässer von Gelbbauchunke und Kammmolch zeitweise in Kontakt mit Isarwasser. Hinsichtlich stofflicher Einleitungen weisen Amphibien hohe Wirkungsempfindlichkeiten auf (BfN). Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass das Vorhaben zu keiner Beeinträchtigung der Populationen im FFH-Gebiet führt, da die errechneten

Mischkonzentrationen im Isarwasser selbst unter Worst-Case-Annahmen sehr gering sind. Zudem ist der Kontakt zum Isarwasser für einige Habitate überhaupt nicht gegeben und für andere nur zeitweise im Überschwemmungsfall. In diesem Fall ist eine noch stärkere Verdünnung als in den Prognose-Szenarien errechnet, gegeben. Aus diesen Gründen kann gesichert davon ausgegangen werden, dass das Vorhaben zu keiner nachweisbaren Änderung des Lebensraumes von Gelbbauchunke und Kammmolch führt.

3.3.2.3 Bachmuschel

Die Bachmuschel wurde im FFH-Gebiet Isarauen 2008 nur an einem Fundort an der Unteren Amper nachgewiesen. Hinweise auf frühere Vorkommen beschränken sich ebenfalls auf Nebengewässer der Isar (AELF & ROB 2014).

Auch der Koordinationsstelle für Muschelschutz sind keine Vorkommen von *Unio crassus* direkt in der Isar bekannt (schriftliche Mitteilung vom 08.08.2017).

Insofern ist davon auszugehen, dass sich die Bachmuschelpopulationen des FFH-Gebietes außerhalb des Wirkbereiches des Vorhabens befinden.

3.4 Bewertung der Beeinträchtigung des NATURA 2000-Gebietes Nr. 7537-301

3.4.1 LRT 3240 „Alpine Flüsse und ihre Ufergehölze mit *Salix eleagnos*“

Eine Beeinträchtigung der Ufergehölze mit Lavendelweiden kann von vornherein ausgeschlossen werden. Aufgrund der geringen Wirkungsempfindlichkeit und der errechneten geringen Mischkonzentrationen und thermischen Änderungen ist davon auszugehen, dass die mit dem Vorhaben verbundenen Änderungen der Standortfaktoren für die Ufergehölze unterhalb einer Bagatellgrenze liegen.

Die LRTs nach Anhang I der FFH-RL sollen jedoch nicht abstrakt oder pauschal in der Prüfung zur FFH-Verträglichkeit behandelt werden, sondern unter Berücksichtigung ihrer charakteristischen Arten² und deren Empfindlichkeit gegenüber den verschiedenen Wirkfaktoren des Vorhabens beurteilt werden (BAUMANN ET AL. 1999).

Bei den aquatischen LRTs werden daher ausgewählte Fische, als sensibelste Organismengruppe im Hinblick auf Einleitungen, als charakteristische Arten für die Bewertung herangezogen. Können für diese Auswirkungen ausgeschlossen werden, gilt das auch für die gesamten aquatischen LRT.

Als charakteristische Fischarten für den LRT 3240 werden die Äsche und die Bachforelle gemäß Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I (BAYLFU & LWF 2010) herangezogen.

Die maximal möglichen Durchmischungskonzentrationen im Isarwasser sind selbst unter Worst-Case-Bedingungen so gering, dass Wirkungen auf die Äsche und Bachforelle von vornherein ausgeschlossen werden können.

Faktisch erfolgt keine erwähnenswerte thermische Beeinflussung des Isarwassers.

Zusammenfassend kann eine Beeinträchtigung der charakteristischen Fischarten des LRT 3240 und damit des gesamten LRTs ausgeschlossen werden.

3.4.2 Groppe (*Cottus gobio*)

Die maximal möglichen Durchmischungskonzentrationen im Isarwasser sind selbst unter Worst-Case-Bedingungen so gering, dass Wirkungen auf die Groppe von vornherein ausgeschlossen werden können.

Faktisch erfolgt keine erwähnenswerte thermische Beeinflussung des Isarwassers.

Zusammenfassend kann eine Beeinträchtigung der Groppe ausgeschlossen werden.

3.4.3 Grüne Keiljungfer (*Ophiogomphus cecilia*)

Von den Auswirkungen des Vorhabens können grundsätzlich nur die aquatisch lebenden Larven betroffen sein.

² Bei den charakteristischen Arten handelt es sich um Pflanzen- oder Tierarten, anhand derer die konkrete Ausprägung eines Lebensraumes und dessen günstiger Erhaltungszustand in einem konkreten Gebiet charakterisiert wird. Dies bedeutet, dass nicht alle Arten untersucht werden müssen, die für einen Lebensraumtyp als solches als typisch in Betracht kommen können, sondern nur solche, die für den konkreten Lebensraum charakteristisch sind. In einem weiteren Schritt sollte im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung die Untersuchung auf sog. charakteristische Indikatorarten begrenzt werden, die für das Erkennen und Bewerten von Beeinträchtigungen relevant sind, d.h. Arten, die eine Indikatorfunktion für potentielle Auswirkungen des Vorhabens auf den Lebensraumtyp, d.h. eine aussagekräftige Empfindlichkeit für die Wirkprozesse besitzen, die von dem Vorhaben ausgehen.

Die maximal möglichen Durchmischungskonzentrationen im Isarwasser sind selbst unter Worst-Case-Bedingungen derart gering, dass Wirkungen auf die Keiljungfer von vornherein ausgeschlossen werden können.

Faktisch erfolgt keine erwähnenswerte thermische Beeinflussung des Isarwassers.

Zusammenfassend kann eine Beeinträchtigung der Keiljungfer ausgeschlossen werden.

3.4.4 Huchen (Hucho hucho)

Die maximal möglichen Durchmischungskonzentrationen im Isarwasser sind selbst unter Worst-Case-Bedingungen derart gering, dass Wirkungen auf den Huchen von vornherein ausgeschlossen werden können.

Faktisch erfolgt keine erwähnenswerte thermische Beeinflussung des Isarwassers.

Zusammenfassend kann eine Beeinträchtigung des Huchens ausgeschlossen werden. Damit widerstrebt das Vorhaben auch nicht dem Ziel der Wiederherstellung einer Population des Huchens mit günstigem Erhaltungszustand in der Isar.

3.5 Kumulative Projekte

Gemäß § 34 Abs. 1 BNatSchG ist neben den Beeinträchtigungen durch das geplante Vorhaben in der FFH-Verträglichkeitsuntersuchung zu prüfen, ob es im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten zu erheblichen Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele kommen kann.

Abgeschlossene bzw. bereits umgesetzte Projekte, deren Auswirkungen sich im Ist-Zustand des Schutzgebietes widerspiegeln, werden als Vorbelastungen behandelt (BMVBS 2008).

Im Gebiet der Landeshauptstadt München sind gemäß Schreiben des WWA München vom 01.08.2018 keine geplanten oder im Verfahren befindlichen thermischen oder stofflichen Einleitungen in die Isar bekannt.

Nach schriftlicher Mitteilung des LRA Freising vom 01.08.2018 befindet sich aktuell die Neuerteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis für die Mischwassereinleitungen der Stadt Freising (im bisherigen Umfang). Gegenüber der bereits bestehenden Vorbelastungssituation ergibt sich somit keine Änderung.

Gemäß schriftlicher Mitteilung des Landratsamtes München vom 09.08.2018 ist für die Kläranlage Garching eine Erweiterung der Ausbaugröße von bisher 31.000 EW auf 45.000 EW geplant. Auch für die Kläranlage Ismaning ist eine Erweiterung der bisherigen Ausbaugröße von 32.000 EW auf 38.000 EW geplant.

Kumulative Wirkungen können jedoch von vornherein ohne tiefere Untersuchung ausgeschlossen werden, aufgrund der sehr geringen Mischkonzentrationen, die sich durch die beantragten Einleitungen der TUM ergeben.

3.6 Fazit

Erhebliche Beeinträchtigungen auf die allgemeinen und konkretisierten Erhaltungsziele des FFH-Gebietes „Isarauen von Unterföhring bis Landshut“ im Zusammenhang mit dem Vorhaben können ohne weitere Untersuchungen mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Eine weitergehende Prüfung der FFH-Verträglichkeit dieses Vorhabens in Hinblick auf das genannte FFH-Gebiet ist daher nicht notwendig.

Pähl 06.09.2018



Dr. Kurt Seifert

4. Literatur und Quellen

- AELF & ROB (eds) (2014): Managementplan für das FFH-Gebiet "Isarauen von Unterföhring bis Landshut." – .
- BAUMANN, W., BIEDERMANN, U., BREUER, W., HERBERT, M., RUDOLF, E., WEIHRICH, D. & WINKELBRANDT, A. (1999): Naturschutzfachliche Anforderungen an die Prüfung von Projekten und Plänen nach § 19c und § 19d BNatSchG (Verträglichkeit, Unzulässigkeit und Ausnahmen). – *Natur und Landschaft*, **74/11**: 463–472.
- BAYLFU & LWF (eds) (2010): Handbuch der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern. – 165 + Anhang pp. Augsburg und Freising-Weihenstephan.
- BMVBS (2008): Leitfaden zur FFH-Verträglichkeitsprüfung an Bundeswasserstraßen. – .
- DUßLING, U. & BERG, R. (2001): Fische in Baden-Württemberg: Hinweise zur Verbreitung und Gefährdung der freilebenden Neunaugen und Fische. – 176 pp. Stuttgart.
- EBEL, G. (2000): Habitatansprüche und Verhaltensmuster der Äsche. – .
- ELLIOT, J.M. & ELLIOT, J.A. (1995): The critical thermal limits for the bullhead, *Cottus gobio*, from three populations in north-west England. – *Freshwater Biology*, **33**: 411–418.
- FAO (1998): Rehabilitation of Rivers for Fish. – 118 pp. (Food & Agriculture Org.).
- GERSTMEIER, R. & ROMIG, T. (1998): Die Süßwasserfische Europas: für Naturfreunde und Angler. – (Balogh Scientific Books).
- HOFMANN, N. & FISCHER, P. (2002): Temperature Preferences and Critical Thermal Limits of Burbot: Implications for Habitat Selection and Ontogenetic Habitat Shift. – *Transactions of the American Fisheries Society*, **131/6**: 1164–1172. doi: 10.1577/1548-8659(2002)131<1164:TPACTL>2.0.CO;2.
- HOFMANN, N. & FISCHER, P. (2003): Impact of temperature on food intake and growth in juvenile burbot. – *Journal of Fish Biology*, **63/5**: 1295–1305. doi: 10.1046/j.1095-8649.2003.00252.x.
- KOTTELAT, M. & FREYHOF, J. (2007): Handbook of European freshwater fishes. – Cornol, Switzerland (Publications Kottelat).
- KÜTTEL, A., ARMIN, P. & WÜEST, A. (2002): Temperaturpräferenzen und-limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. – .
- LAWA (1991): Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - Arbeitsgruppe Wärmebelastung Wasser; Grundlagen für die Beurteilung von Kühlwassereinleitungen in Gewässern. – 109 pp. (Erich Schmidt Verlag).
- REINARTZ, R. (2007): Auswirkungen der Gewässererwärmung auf die Physiologie und Ökologie der Süßwasserfische Bayerns Literaturstudie im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt Referat 57/ Gewässerökologie. – .
- SSYMANK, A., ELLWANGER, G., BIEWALD, G., HAUKE, U., LUDWIG, G., PRETSCHER, P., SCHRÖDER, E. & PETERSEN, B. (2003): Das europ. Schutzgebietssystem NATURA 2000 - Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland; Band 1: Pflanzen und Wirbellose. – .

- STAHLBERG-MEINHARDT, S. (1993): Einige Aspekte zur Oekologie der Muehlkoppe (*Cottus gobio* L.) in zwei unterschiedlich fischereilich bewirtschafteten Gewässern. – *Verh. Ges. Ökologie*, **22**: 295–298.
- TEROFAL, F. (1984): Süßwasserfische in europäischen Gewässern. – 106 pp. München (Mosaik Verlag).
- WILDERMUTH, H. & MARTENS, A. (2014): Taschenlexikon der Libellen Europas. Alle Arten von den Azoren bis zum Ural im Porträt. First Edition. – Wiebelsheim (Quelle & Meyer).
- WITKOWSKI, A. (1988): The spawning run of the huchen *Hucho hucho* (L.) and its analysis. – *Acta Ichtyol Pisc*, **13**: 23–31.
- WÜSTEMANN, O. & KAMMERAD, B. (1995): Der Hasel. – 195 pp. Magdeburg (Westarp Wissenschaften).
- ZAUNER, G. (1996): Ökologische Studien an der oberen Donau. – (Österreichische Akademie der Wissenschaften Verlag).

QUELLEN AUS DEM INTERNET

BfN: <http://ffh-vp-info.de/FFHVP/Art.jsp?m=2,1,1>