



**Genehmigungsplanung für die Wasserkraftanlage
Niederpörling im Bereich des Ausleitungsbauwerks des
rechtsseitigen Ersatzfließgewässers bei Isar-Fkm 16,0 in
der Gemeinde Oberpörling, Landkreis Deggendorf**

ERLÄUTERUNGSBERICHT

Antragsteller:

Herr Hermann Huber
Niederpörling 68
94562 Oberpörling
Regen, den 29.10.2024

Entwurfsverfasser:

Ingenieurbüro Pfeffer
Stadtplatz 9
94209 Regen

Regen, den 29.10.2024





Gliederung

1.	Einleitung und Allgemeines	3
1.1	Antragsteller	3
1.2	Umfang und Zweck des Vorhabens.....	3
2.	Bestehende Verhältnisse, Planungsgrundlagen und örtliche Gegebenheiten	4
2.1	Lage und örtliche Gegebenheiten.....	4
2.2	Hydrologische Grunddaten und Informationen über das Gewässer	4
2.3	Höhentechnische Grunddaten.....	5
2.4	Bestehende Rechte.....	5
3.	Beschreibung des Vorhabens	6
3.1	Dimensionierung der Wasserkraftanlage.....	6
3.2	Mindestwasser	7
3.3	Stauziel und Nutzfallhöhe.....	7
3.4	Schnittstelle mit der Planfeststellung	7
3.5	Horizontalrechen	7
3.6	Rechenreinigung	8
3.7	Fischabstieg	8
3.8	Turbine.....	9
3.9	Wehrklappe	9
3.10	Unterwasserkanal	10
3.11	Anlagensteuerung und -überwachung.....	10
3.12	Hochwasser	10
3.13	Umgang mit Geschiebe.....	10
3.14	Energieerzeugung und Emissionsbilanz.....	10
3.15	Unterhalt	11
3.16	Auswirkungen.....	11
4.	Grunddaten der Anlage	13
5.	Anhang.....	13



1. Einleitung und Allgemeines

1.1 Antragsteller

Antragsteller ist Herr Hermann Huber, Niederpörling 68, 94562 Oberpörling.

1.2 Umfang und Zweck des Vorhabens

Der Antragsteller beabsichtigt die Errichtung eines Wasserkraftwerks im Bereich des Ausleitungsbauwerks des planfestgestellten rechtsseitigen Ersatzfließgewässers bei Isar Fkm 16,0 (im Folgenden EFG). Die geplanten Gewässerbenutzungen dienen der Erzeugung CO₂-freier elektrischer Energie aus Wasserkraft.

In diesem Zusammenhang wurden sowohl auf Landes-, wie auch auf Bundesebene gesetzliche Anpassungen vorgenommen, die die Bedeutung erneuerbarer Energien nochmals unterstreichen. So ordnet § 2 S. 1, 2 EEG 2023 Folgendes an: „Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen sowie der dazugehörigen Nebenanlagen liegen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. Bis die Stromerzeugung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist, sollen die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden.“

Mit Art. 2 Abs. 5 Satz 2 des BayKlimaG wird der Wortlaut von § 2 S. 1 EEG 2023 nochmals auf Landesebene gefestigt. Zudem schreibt Art. 16 f der Erneuerbare Energien-Richtlinie (EU) 2018/2001 in ihrer dritten Fassung gem. Richtlinie 2023/2413 vom 18.10.2023 ebenfalls das überragende öffentliche Interesse bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarer Energie, bei dem Anschluss solcher Anlagen an das Netz, dem betreffenden Netz selbst und bei Speichieranlagen und deren Dienlichkeit für die öffentliche Gesundheit und Sicherheit fest. Darüber hinaus wird mit dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichts vom März 2022 (BVerfG, Beschluss vom 23.03.2022 – 1 BvR 1187/17 Rn. 142 f) aufgezeigt, dass sämtliche Einzelmaßnahmen einen maßgebenden Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Die höchste Priorität der Energiewende und der gesetzlich anzuwendende Abwägungsvorrang, welcher die Planungs- und Genehmigungsverfahren beschleunigen soll, wird auch im UMS vom 24.02.2023 und im Ministerschreiben zur Beschleunigung der Energiewende vom 17.01.2024 nochmals deutlich betont. Deren Umsetzung bzw. Anwendung an Projekten wie dem gegenständlichen Vorhaben ist zu gewährleisten.¹

¹ Die beiden genannten Schreiben sind dem Erläuterungsbericht im Anhang beigelegt.



2. Bestehende Verhältnisse, Planungsgrundlagen und örtliche Gegebenheiten

2.1 Lage und örtliche Gegebenheiten

Das Vorhaben liegt im Ortsteil Niederpöring der Gemeinde Oberpöring, Lkr. Deggendorf, im Bereich des Ausleitungsbauwerks des planfestgestellten rechtsseitigen Ersatzfließgewässers bei Isar Fkm 16,0.



Abbildung 1: Lage WKA Niederpöring (BayernAtlas 2023)

2.2 Hydrologische Grunddaten und Informationen über das Gewässer

Zu Dotation des planfestgestellten EFG wird ein Teil des Isar-Abflusses aus dem Stauraum der Stützkraftstufe Pielweichs ausgeleitet. Die Isar steht als Gewässer I. Ordnung im Unterhalt des Freistaats Bayern.

Flussabwärts des Vorhabens ist der nächste amtliche Pegel der Isar bei Plattling gelegen. Die hydrologischen Grunddaten des Pegels stellen sich gemäß Auskunft des Gewässerkundlichen Dienst Bayern wie folgt dar:

• Niedrigwasserabfluss NQ	66,3 m ³ /s
• Mittlerer Niedrigwasserabfluss MNQ	93,9 m ³ /s
• Mittlerer Abfluss MQ	173 m ³ /s
• Mittlerer Hochwasserabfluss MHQ	544 m ³ /s
• Hochwasserabfluss HQ	1180 m ³ /s
• 100jähriger Hochwasserabfluss HQ ₁₀₀	1250 m ³ /s

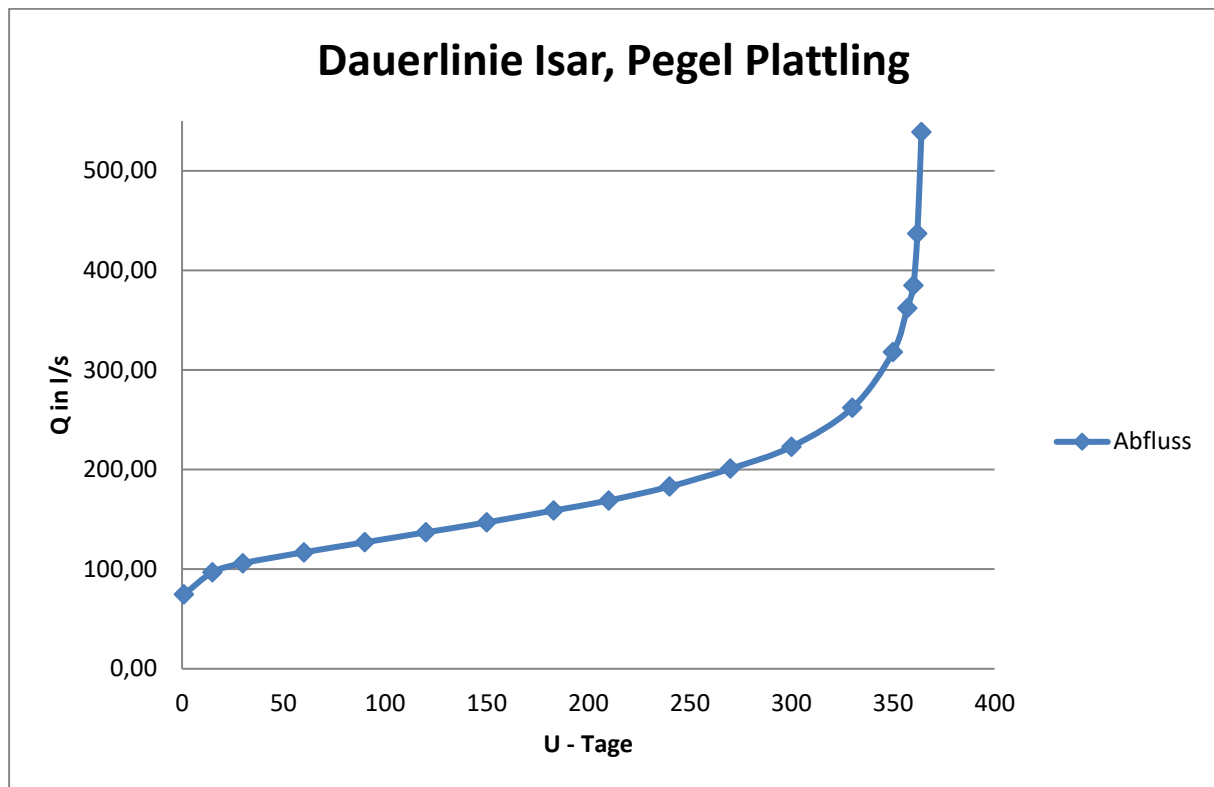


Abbildung 2: Dauerlinie Isar, Pegel Plattling, $A_{EO} = 8613 \text{ km}^2$ (Quelle: Gewässerkundliches Jahrbuch, Mittlere Werte über 90 Kalenderjahre (1926/2015))

Nach dem Planfeststellungsbeschluss des Landratsamts Deggendorf vom 15.04.2002 (Az. 41-643-4) i. d. F. des Änderungsbescheids vom 16.09.2019 (Az. 41-6434 Blo) ist für das planfestgestellte rechtsseitige EFG ein Gesamtabfluss von $3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ fest vorgegeben. Nach der Planfeststellung werden $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ über die ebenfalls planfestgestellte Fischaufstiegsanlage abgeführt. Die verbleibenden $2,45 \text{ m}^3/\text{s}$ werden nach der Planfeststellung über den Leerschuss an das Ausgleichsgerinne weitergegeben und stehen an dieser Stelle somit kontinuierlich zur Verfügung.

Im Bereich des Entnahmebauwerks zählt die Isar zum Oberflächenwasserkörper 1_F429 („Isar von Einmündung des Mittlere-Isar-Kanals bis Stützkraftstufe Pielweichs bei Plattling; Kleine Isar in Landshut“). Das ökologische Potential wird im aktuellen Bewirtschaftungszeitraum (2022 – 2027) als „unbefriedigend“, der chemische Zustand als „nicht gut“ eingestuft. Gemäß amtlicher Gewässerstrukturkartierung ist die Isar im Bereich des Ausleitungsbauwerks zum EFG als „stark verändert“ anzusprechen.

2.3 Höhentechische Grunddaten

Die gegenständliche Planung stützt sich auf das im Rahmen der Planfeststellung bzw. der daran anschließenden Ausführungsplanung für das EFG verwendete Höhensystem.

2.4 Bestehende Rechte

Die Errichtung und der Betrieb des rechtsseitigen Ersatzfließgewässers einschließlich des Ausleitungsbauwerks bei Isar Fkm 16,0 wurden durch Beschluss des Landratsamts



Deggendorf vom 15.04.2002 (Az. 41-643-4) i. d. F. des Änderungsbescheids vom 16.09.2019 (Az. 41-6434 Blo) planfestgestellt.

3. Beschreibung des Vorhabens

Herr Huber beabsichtigt die Errichtung eines Wasserkraftwerks im Bereich des Ausleitungsbauwerks des planfestgestellten rechtsseitigen Ersatzfließgewässers bei Isar Fkm 16,0. Dazu möchte er auf die technischen und baulichen Strukturen des EFG aufbauen.

Im Detail beinhaltet das Vorhaben die folgenden Gewässerbenutzungen:

- Aufstauen des rechtsseitigen EFG auf eine Stauhöhe von 326,50 m ü. NN am Einlauf des Kraftwerks und an der Wehrklappe und Absenken des rechtsseitigen Ersatzfließgewässers auf 323,39 m ü. NN am Auslauf des Kraftwerks
- Ableiten von max. 2,4 m³/s durch die Turbine und die Wiedereinleitung des Triebwassers in das Unterwasser
- Abgabe von 0,050 m³/s über den Fischabstieg

Der für das rechtsseitige EFG planfestgestellte Gesamtabfluss von 3,0 m³/s bleibt erhalten und davon stehen weiterhin entsprechend der Planfeststellung 0,55 m³/s für die Dotation der durch das beantragte Vorhaben unveränderten Fischwanderhilfe zur Verfügung. Durch das Vorhaben wird einzig der gemäß Planfeststellung verbleibende Abfluss von 2,45 m³/s genutzt. Dieser wiederum wird in eine Ausbauwassermenge der Turbine Q_A von 2,4 m³/s und die Dotation des geplanten Fischabstiegs von 0,050 m³/s (entspricht rd. 2 % von Q_A) aufgeteilt.

Die von dem Vorhaben umfasste Benutzungsanlage besteht im Wesentlichen aus:

- einer Kaplan-Turbine ($Q_A = 2,4$ m³/s) sowie einer darüber befindlichen Einhausung (Turbinenhaus) für Installationen, Schaltschrank und Hydraulikaggregat
- einem Horizontalrechen (Stababstand 12 mm und Fischschonprofil) inkl. automatisiertem Rechenreiniger
- einer Wehrklappe mit integriertem Fischabstieg
- Unterwasserkanal

Das Vorhaben wird so in den planfestgestellten Zustand integriert, dass dort keine wesentlichen baulichen Veränderungen notwendig sind. Ebenso bleiben sämtliche Funktionen des planfestgestellten Ausleitungsbauwerks erhalten und werden durch die geplante Wasserkraftnutzung nicht beeinträchtigt.

3.1 Dimensionierung der Wasserkraftanlage

Bei Neuplanungen werden Wasserkraftanlage in der Regel auf Schluckmengen ausgebaut, die an etwa 60 Tagen im Regeljahr überschritten (bzw. an ca. 300 Tagen unterschritten) sind. Nach der Planfeststellung sind am Ausleitungsbauwerk des rechtsseitigen Ersatzfließgewässers gleichbleibend 3,0 m³/s auszuleiten, wovon 0,55 m³/s der Dotation der Fischwanderhilfe dienen. Es ist davon auszugehen, dass so für das Vorhaben dauerhaft und

© 2024 Ingenieurbüro Pfeffer, Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokuments, sowie Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich und schriftlich gestattet. Alle Rechte für Patent- oder Gebrauchsmustererteilung bleiben vorbehalten.
Selbiges gilt für alle bereits vorgelegten Unterlagen.



im Wesentlichen gleichbleibend $2,45 \text{ m}^3/\text{s}$ zur Verfügung stehen. Im vorliegenden Fall bildet folglich die durch das Ausleitungsbauwerk entnommene und an das Ersatzfließgewässer weitergegebene Abflussmenge die Basis der Bemessung.

Die Planung sieht weiter die Installation einer Fischabstiegsöffnung in der geplanten Wehrklappe vor, die dauerhaft mit $0,050 \text{ m}^3/\text{s}$ dotiert werden soll. Entsprechend reduziert sich die durch die Turbine nutzbare Wassermenge um diesen Betrag und wird mit $Q_A = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ vorgesehen.

3.2 Mindestwasser

Das mit Umsetzung des Vorhabens entstehende Wasserkraftwerk wird innerhalb des planfestgestellten Ausleitungsbauwerks und des sich anschließenden Ersatzfließgewässers als Wehrkraftwerk aufgebaut. Folglich entsteht durch den Kraftwerksbau keine neue Ausleitungsstrecke, in der eine definierte Mindestwassermenge verbleiben müsste.

Ebenso ist für die aufwärts gerichtete Durchgängigkeit keine zusätzliche, vor der energetischen Nutzung abzugebende Dotationsmenge vorzusehen, da diese bereits mit der planfestgestellten Fischaufstiegsanlage hergestellt wird. Der dort vorgesehene Beckenpass wird mit $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$ beaufschlagt und ist für den Huchen als größenbestimmende Fischart bemessen.

Für die flussabwärts gerichtete Durchgängigkeit ist gemäß Ebel (2018)² eine Dotation in Höhe von 2 % der geplanten Ausbauwassermenge der Turbine vorgesehen. Damit ergibt sich eine dauerhafte Wasserabgabe über die geplante Abstiegsöffnung von $0,050 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.3 Stauziel und Nutzfallhöhe

Maßgebend für die nutzbare Höhendifferenz ist zum einen die Stauhaltung der Stützkraftstufe Pielweichs. Gemäß den Ausführungen des planfestgestellten Ausleitungsbauwerks ergibt sich das Stauziel des vorliegenden Vorhabens zu $326,5 \text{ m ü. NN}$. Der bereits bestehende Rückstau in der Isar wird durch die geplante Wasserkraftanlage ebenfalls nicht beeinflusst.

Zum anderen beabsichtigt das Vorhaben, die in der Planfeststellung dargestellte Unterwasserhöhe von $323,39 \text{ m ü. NN}$ nicht zu verändern.

Die verfügbare Brutto-Fallhöhe beläuft sich demnach auf die resultierende Differenz von $3,11 \text{ m}$.

3.4 Schnittstelle mit der Planfeststellung

Die Schnittstellen mit den Inhalten der Planfeststellung können dem beiliegenden Plan „U4 Kraftwerk“ entnommen werden.

3.5 Horizontalrechen

² Ebel (2018), Fischschutz und Fischabstiegs an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurblogische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung



Als Feinrechen und Fischschutz kommt ein Horizontalrechen mit Fischschonprofil und einem Stababstand von 12 mm zum Einsatz. Das Rechengitter wird gegenüber der gleichförmigen Anströmung aus dem vorgeschalteten Rechteckgerinne in einem Winkel $< 45^\circ$ angeordnet. Der geplante Horizontalrechen hat eine Länge von 7 m und eine Höhe von 2 m (wasserbenetzte Fläche).

Die maximale Anströmgeschwindigkeit bei Volllast am Rechengitter beträgt dann:

$$v_r = \frac{Q_A}{\text{Breite (Rechen)} \times \text{Tiefe (Rechen)}} = \frac{2,4 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{7 \text{ m} \times 2 \text{ m}} \approx 0,17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Das Rechengitter besteht aus einem Fischschonprofil, was das Verletzungsrisiko für Fische, sollten sie mit dem Rechengitter in Berührung kommen, minimiert. Bei einem Horizontalrechen sind die Rechenstäbe, wie der Name schon sagt, horizontal angeordnet. Da die meisten Fischarten höher als breit sind, werden bei gleichem Stababstand mehr Fische von der Passage durch die Turbine abgehalten als bei vertikalen Rechensystemen. Durch diese Maßnahme ist ein bestmöglicher Fischschutz gewährleistet. Der Horizontalrechen hat eine Sohlschwelle von 1,5 m. Das erleichtert das Reinigen des Rechengitters, sowie Revisionsarbeiten an der Turbine und Fischarten, welche sohnah absteigen, werden dadurch zur Abstiegsöffnung geleitet.

Darüber hinaus wird der Rechen gegenüber der Strömung so angeordnet, dass ggf. vorhandene Fische und andere Gewässerorganismen zur Abstiegsöffnung hingeleitet werden.

3.6 Rechenreinigung

Für die Reinigung des geplanten Horizontalrechens kommt eine spezielle Rechenreinigungsmaschine zum Einsatz. Über eine verfahrbare Putzharke wird das anfallende Substrat in Richtung der Spülklappe geschoben. Ist der Rechenreiniger am Ende des Horizontalrechens angekommen, öffnet sich die Spülklappe und das (nicht aus dem Wasser entnommene) Substrat wird ins Unterwasser weitergeben. Dadurch ergibt sich hinsichtlich der Substrat- und der Geschiebeweitergabe kein Unterschied gegenüber dem planfestgestellten Zustand für das Umgehungsfließgewässer.

3.7 Fischabstieg

Der geplante Kraftwerkskomplex soll die Stelle der schrägen Eben aus der Planfeststellung (Leerschuss) einnehmen. Der Korridor für den Fischabstieg ist dabei orografisch links im Bereich der geplanten Spülklappe vorgesehen. Für die Bemessung der Abstiegsöffnung wurde analog zur Bemessung der Fischaufstiegshilfe aus der Planfeststellung der Huchen (1 m Länge) als größenbestimmende Fischart angesetzt. Dieser Ansatz korreliert ebenfalls mit dem Praxishandbuch für Fischaufstiegsanlagen in Bayern (vgl. Tabelle 4, Angaben zur Isar).

Am stromabwärts gerichteten Ende des Horizontalrechens wird eine Klappe installiert. Diese soll zum einen den Geschiebetransport weiterhin gewährleisten. Zum anderen soll die Kombination aus Horizontalrechen und flach angestellter Klappe (30° gegenüber



vorgeschalteter Sohle) mit Kronenausschnitt in Anlehnung an das Leitreechen-Bypass-System nach Ebel, Gluch & Kehl einen Korridor für den Fischabstieg bereitstellen.

Zur besseren Auffindbarkeit ist das Rechengitter im spitzen Winkel ($< 45^\circ$) zur Strömungsrichtung angeordnet. Darüber hinaus führen auch die Barrierewirkung des Horizontalrechens (Stabstand 12 mm) und die Sohlkante insbesondere für sohlnah absteigende Arten dazu, dass absteigende Individuen zur Abstiegsöffnung geleitet werden. Zusätzlich wird die Klappe im Bereich zum Überfall hin so ausgeformt, dass die Fließgeschwindigkeit im Verlauf erhöht wird und absteigende Fische eine möglichst gleichmäßige Beschleunigung zum Kronenausschnitt hin erfahren.

Die Beschleunigung der abwandernden Fische findet auf der gesamten Klappenlänge statt, so dass in Verbindung mit dem Belag aus naturähnlicher Struktur Vermeidungsreaktionen vermieden werden. Am Ende des Korridors verengt sich die Klappe von einer Breite von 1 m zuerst auf 50 cm bei einer Wassertiefe von 33 cm, um dann kurz vor dem Überfall den Passagebereich auf eine Breite von 35 cm bei einer Wassertiefe von 19 cm einzuengen. Die Abmessungen des Kronenausschnitts können in der Klappe exakt definiert werden. Daher wird die Bemessung auf Basis der geometrischen Grenzwerte aus dem Merkblatt DWA-M-509 für Fischaufstiegsanlagen (vgl. Tab. 16) vorgenommen.

Der Korridor für den Fischabstieg wird konstant mit 50 l/s dotiert. Im Falle einer Rechenreinigung erhöht sich der Abfluss dort zweitweise erheblich.

3.8 Turbine

Als Wasserkraftmaschinen kommt eine durch die Fa. Jank GmbH entwickelte Turbinentechnik zum Einsatz, die ohne Leitrad auskommt.³ Es handelt sich um eine abgewandelte Form einer Kaplan-Turbine, die folgenden Kenndaten aufweist:

Turbine

- Ausbauwassermenge (Q_A): 2,4 m³/s
- Nutzfallhöhe (brutto) bei Q_A : ca. 3,11 m
- Elektrische Leistung bei Q_A : ca. 64 kW

3.9 Wehrklappe

Die Wehrklappe wird darauf ausgelegt, dass sie im Turbinenausfall den gesamten durch das Ausleitungsbauwerk aus der Planfeststellung ausgeleiteten Abfluss an das Ausgleichsgerinne weitergeben kann. Zusätzlich kann sie im äußersten Fall als Organ zur Hochwasserentlastung fungieren und wurde für den Fischabstieg in Anlehnung an das Leitreechen-Bypass-System nach Ebel, Gluch & Kehl konzipiert.

Die Abmessung ergeben sich, wie in dem beiliegenden Plan „U4 Kraftwerk“ dargestellt, wie folgt:

- Breite: 1 m

³ Eine detailliertere Beschreibung kann dem angehängten Artikel aus Ausgabe 03/2024 des Magazins „WasserWirtschaft“ entnommen werden.



- Länge: 7,23 m
- Anstellung zur Sohle: 30 Grad

3.10 Unterwasserkanal

Das Betonbauwerk aus der Planfeststellung wird lediglich um 1,2 m in den Bereich der mit Wasserbausteinen ausgepflasterten Sohle verlängert. Eine Flächenneuversiegelung findet dadurch nicht statt.

3.11 Anlagensteuerung und -überwachung

Es wird durch neueste Automatisierungs- und Überwachungstechnik eine hohe Betriebssicherheit und eine hohe energetische Ausnutzung des Standorts erreicht. Die Messdaten (Wasserstände, Leistung, Temperaturen, Durchfluss, etc.) werden in einem Archiv aufgezeichnet. Die Turbine wird mit festem Zufluss von 2,4 m³/s betrieben und gewährleistet so die Einhaltung der durch das planfestgestellte Ausleitungsbauwerk aus der Isar auszuleitenden Abflussmenge für das Ersatzfließgewässer. Bei Störungen oder Revisionen an der Turbine öffnet die Bypassklappe automatisch und stellt die Versorgung des Ersatzfließgewässers sicher. Die Öffnung ist redundant über eine Hydraulikanlage, ein Schwimmerventil im Unterwasser oder als Handbetrieb möglich.

Durch eine Pegelmessung im Unterwasser kann sichergestellt werden, dass im Ersatzfließgewässer die korrekte Menge abfließt. Zu hoher Pegel nach dem Turbinenauslauf bedeutet, Turbine und oder Bypassklappe müssen schließen. Zu niedriger Pegel bedeutet, dass über Turbine oder Bypassklappe mehr Wasser weitergegeben werden muss.

3.12 Hochwasser

Bei Hochwasser wird der ausgeleitete Abfluss gemäß den Unterlagen zur Planfeststellung durch die Schützen des Ausleitungsbauwerks konstant geregelt. Die genaue Regelung ist der Planung bisher nicht bekannt, wird aber von extern sichergestellt.

Die Wehrklappe wird darauf ausgelegt, dass sie auch im Turbinenausfall den gesamten durch das Ausleitungsbauwerk aus der Planfeststellung ausgeleiteten Abfluss an das Ausgleichsgerinne weitergeben kann.

Eine hydraulische Verschlechterung im Hochwasserfall ist durch das Vorhaben nicht zu erwarten.

3.13 Umgang mit Geschiebe

Die Geschiebeweitergabe erfolgt im Zuge der Rechenspülung regelmäßig über die geplante Wehrklappe.

3.14 Energieerzeugung und Emissionsbilanz

Die Anlage erreicht eine Durchschnittsleistung von ca. 64 kW und eine Jahresarbeit von ca. 504 MWh. Unter Einbezug der „Emissionsbilanz erneuerbarer Energien“ (veröffentlicht im Dezember 2023 durch das Umweltbundesamt (UBA)) und Anwendung der darin aufgeführten



für die Wasserkraft spezifischen Netto-Vermeidungsfaktoren kann durch das beschriebene Vorhaben jährlich eine Emissionsmenge von rund 407 t CO₂-Äquivalent (381 t CO₂) vermieden werden. Das UBA gibt darüber hinaus eine Empfehlung, dass für im Jahr 2023 emittierte Treibhausgase Umweltkosten in Höhe von mindestens 250 €₂₀₂₃/t CO₂ anzusetzen sind. Folglich können durch das beantragte Vorhaben jährlich mindestens Klimakosten in Höhe von rund 95.371 €₂₀₂₃ eingespart werden.

Der Kraftwerksstandort *Niederpörling* ist nach dem Umbau somit in der Lage, ca. 159 Durchschnittshaushalte mit CO₂-freier, umweltfreundlich erzeugter Energie zu versorgen. Die ermittelte Gesamterzeugung würde rund 11,7 % zum gemäß Energieatlas Bayern 2024 zu verzeichnenden Gesamtstromverbrauch der Gemeinde Oberpörling beitragen. Setzt man für jeden Einwohner einen Jahresstromverbrauch von 1000 kWh an, so trägt die geplante Anlage rund 42 % zur Deckung des Haushaltstroms der Gemeinde Oberpörling bei (Energieatlas Bayern 2024).

Die regionale und dezentrale Energiebereitstellung reduziert die Netzverluste, da diese Menge in unmittelbarer Nachbarschaft bereits verbraucht werden kann. Die Wasserkraft ist zudem eine der wenigen erneuerbaren und CO₂-freien Energien, die Energie sehr gleichmäßig bereitstellen kann. Dadurch werden weniger Speicherkapazitäten erforderlich. Die alternative Bereitstellung beider Punkte würde wiederum Umwelteingriffe, sowie monetäre Aufwendungen bedeuten.

Die Wasserkraft erreicht im Vergleich zu allen anderen Energieträgern die längsten Lebensdauern und dadurch auch die höchsten Erntefaktoren. Sie bedeuten einen hohen Energiegewinn bei wenig tatsächlich zu leistendem Energieaufwand für das Wandlungssystem über die Gesamtlebenszeit der Anlage (von der Errichtung bis zum Rückbau). Dadurch ist der Beitrag der CO₂-Vermeidung der Wasserkraft unerreicht von allen anderen Energieträgern.

Gerade für den hier vorliegenden Fall trifft dies umso mehr zu, als ein Bauwerk bereits für die Dotation des Umgehungsgewässers geschaffen werden muss. Für den Kraftwerksbau entstehen somit keine neuen Eingriffe in Natur und Umwelt. Außerdem werden für die Errichtung der Kraftwerkskomponenten in diesem konkreten Fall unterdurchschnittlich wenige zusätzliche Bauwerke erforderlich. Die Umwelt- und Energiebilanz wird für diesen Standort dadurch stark positiv beeinflusst.

3.15 Unterhalt

Alle zu der Wasserkraftanlage gehörenden Benutzungsanlagen stehen künftig im Unterhalt des Betreibers Herrn Huber. Der Unterhaltungsbereich erstreckt sich folglich von unterhalb der Brücke im Damm bis zum Ende des Wasserkraftauslaufs. Die restlichen Bestandteile, die vom Kraftwerk nicht beeinflusst werden, bleiben im Unterhaltsumfang, wie im Planfeststellungsbeschluss definiert.

3.16 Auswirkungen

Mit dem Bau der geplanten Wasserkraftanlage bleiben sämtliche Funktionen des planfestgestellten Ausleitungsbauwerks unberührt bzw. in ihrer bereits durch die



Planfeststellung genehmigten Form. Nachteilige Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter des UVPG und Dritte können daher ausgeschlossen werden.

Das Vorhaben erhöht die dezentrale, regenerative Energieerzeugung im Projektgebiet. Es erhöht die Versorgungssicherheit und erspart schädliche Emissionen in die Atmosphäre.



4. Grunddaten der Anlage

Alle wichtigen Grunddaten der Wasserkraftanlage *Niederpörling* werden an dieser Stelle nochmals tabellarisch zusammengefasst:

Kraftwerk	<i>Niederpörling</i>
Standort	Niederpörling, Gemeinde Oberpörling
Ausbauleistung	ca. 58 kW
Durchschnittsleistung	ca. 58 kW
Jahresarbeit	ca. 504 MWh
Auslegungsfallhöhe brutto	ca. 3,11 m
Ausbauwassermenge	2,4 m ³ /s
Maschinensatz	Einfachregulierte Kaplan-Turbine mit direktgekoppeltem Synchrongenerator
Oberwasser	Ausleitungsbauwerk des planfestgestellten EFG bei Isar Fkm 16,0
Ausleitungsbauwerk	Horizontalrechen (Stababstand 12 mm, Fischeschönprofil) inkl. Rechenreinigung
Unterwasser	Ausgleichsgerinne des planfestgestellten EFG bei Isar Fkm 16,0
Ökologie	<ul style="list-style-type: none"> • Jährliche Vermeidung von rund 407 t CO₂ • Optimierungen des Fischeschützes und des Fischeschabstiegs gegenüber dem planfestgestellten Ausleitungsbauwerk • Weitere Ausführungen sind den Unterlage U7 und U8 zu entnehmen

5. Anhang



Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz

StMUV - Postfach 81 01 40 - 81901 München

Regierungen
Kreisverwaltungsbehörden
Wasserwirtschaftsämter
Landesamt für Umwelt

Versand nur per E-Mail

Ihre Nachricht

Unser Zeichen
Unser Zeichen
K28c-U8700-2022/38-8

Telefon +49 (89) 9214-2317
Moritz Zegowitz

München
24.02.2023

2129-U

Berücksichtigung der erneuerbaren Energien und des Klimaschutzes bei Verwaltungsentscheidungen

Sehr geehrte Damen und Herren,

der Ausbau der erneuerbaren Energien hat für die Staatsregierung eine hohe Priorität. Zur zügigen Umsetzung der Energiewende ergehen daher in Abstimmung mit dem Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie folgende Hinweise in Ergänzung zum UMS 62a-U8685.2-2020/4-230 vom 28.07.2022 an die unteren und höheren Naturschutzbehörden betreffend das Vierte Gesetz zur Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes vom 20.07.2022 bzw. darin enthaltene Sonderregelungen im Artenschutzrecht für den Betrieb von Windenergieanlagen:

I. Gesetzlicher Rahmen

Die überragende Bedeutung der erneuerbaren Energien ist gesetzlich verankert. Mit Wirkung zum 29. Juli 2022 trat die neue Fassung von § 2 des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG 2023) in Kraft):

¹Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen sowie den dazugehörigen Nebenanlagen liegen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. ²Bis die Stromerzeugung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist, sollen die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden. ³Satz 2 ist nicht gegenüber Belangen der Landes- und Bündnisverteidigung anzuwenden.

Zum 1. Januar 2023 trat flankierend eine neue Fassung des Bayerischen Klimaschutzgesetzes (BayKlimaG) in Kraft. Art. 2 Abs. 5 Satz 2 BayKlimaG stärkt die Bedeutung der erneuerbaren Energien nun auch im Landesrecht:

Die Errichtung und der Betrieb von Anlagen zur Erzeugung von erneuerbaren Energien sowie den dazugehörigen Nebenanlagen liegen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit.

Art. 2 Abs. 5 Satz 2 BayKlimaG bezieht sich dabei auf alle Formen der erneuerbaren Energien und schließt insbesondere die Erzeugung von Wärme wie die Geothermie mit ein. Mit dem neuen Art. 3 Abs. 6 BayKlimaG wird es den Gemeinden, Landkreisen und Bezirken zusätzlich erleichtert, entsprechende Anlagen zu errichten und zu betreiben.

Auch die Europäische Union hat zusätzliche gezielte Dringlichkeitsmaßnahmen verfügt. Mit Wirkung zum 30. Dezember 2022 hat der Rat der Europäischen Union eine Dringlichkeitsverordnung zur schnelleren Genehmigung erneuerbarer Energien erlassen ([Verordnung \(EU\) 2022/2577](#) des Rates vom 22. Dezember 2022 zur Festlegung eines Rahmens für einen beschleunigten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien). Deren Art. 3 Abs. 1 schreibt nun ebenfalls das überwiegende öffentliche Interesse an der Planung, dem Bau und dem Betrieb von Anlagen und Einrichtungen zur Erzeugung von Energie aus erneuerbaren Quellen, sowie an ihrem Netzanschluss, am betreffenden Netz selbst und an Speicheranlagen fest.

Darüber hinaus ist und bleibt auch der Klimaschutz eine hohe Priorität für die Staatsregierung. Der Ministerrat hat am 28. Juni 2022 das Klimapakete II und damit eine Reihe von Maßnahmen zum Klimaschutz beschlossen. Sowohl der bundesgesetzliche als auch landesgesetzliche Rahmen verpflichten die staatlichen Behörden aber bereits heute, der besonderen Bedeutung des Klimaschutzes – wann immer und soweit wie möglich – Rechnung zu tragen.

Dementsprechend ist in § 13 Abs. 1 Satz 1 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) das sogenannte Berücksichtigungsgebot verankert:

Die Träger öffentlicher Aufgaben haben bei ihren Planungen und Entscheidungen den Zweck dieses Gesetzes und die zu seiner Erfüllung festgelegten Ziele zu berücksichtigen.

Der Freistaat Bayern hat seine Behörden gleichermaßen in Art. 2 Abs. 3 Satz 2 BayKlimaG verpflichtet, die CO₂-Minderungsziele der Abs. 1 und Abs. 2 zu verwirklichen:

Die staatlichen Behörden unterstützen die Verwirklichung der Minderungsziele im Rahmen ihrer hoheitlichen Tätigkeit.

II. Konsequenzen im Einzelnen

Die besondere Bedeutung der erneuerbaren Energien und des Klimaschutzes sind bei allem staatlichen Handeln zu berücksichtigen, soweit im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben Entscheidungsspielräume bestehen. Das kann in Form einer Abwägung, Beurteilung oder Ermessensausübung sein.

Darüber hinaus ist der Bedeutung von Energiewende und Klimaschutz auch bei unbestimmten und auslegungsbedürftigen Rechtsbegriffen sowie Verhältnismäßigkeitserwägungen Rechnung zu tragen.

Daneben ist dem überragenden öffentlichen Interesse an erneuerbaren Energien und der Berücksichtigung des Klimaschutzes auch im nicht rechtlich normierten Bereich Rechnung zu tragen, z.B. bei der Priorisierung der Bearbeitung in Genehmigungsverfahren, der Arbeitsorganisation oder im Rahmen des Personaleinsatzes.

1. Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien liegen nach § 2 Satz 1 EEG 2023 bzw. nach Art. 2 Abs. 5 Satz 2 BayKlimaG im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. Damit sind Belange der erneuerbaren Energien bei Entscheidungsspielräumen mit einem deutlich höheren Gewicht als andere Belange zu berücksichtigen.

Art. 20a GG verleiht auch dem Klimaschutz Verfassungsrang. Öffentliche Interessen können somit den erneuerbaren Energien nur dann entgegenstehen, wenn sie, wie etwa der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen, mit einem vergleichbaren verfassungsrechtlichen Rang gesetzlich verankert bzw. gesetzlich geschützt sind oder einen gleichwertigen Rang besitzen.

Für die Stromerzeugung sollen die erneuerbaren Energien durch § 2 Satz 2 EEG 2023 zudem als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden, bis die Stromerzeugung nahezu treibhausgasneutral ist. Ausgenommen hiervon sind nach § 2 Satz 3 EEG 2023 die Belange der Landes- und Bündnisverteidigung.

Zwar folgt hieraus nicht, dass sich die Belange der erneuerbaren Energien stets und automatisch gegenüber anderen durchsetzen, jedoch kann das besondere Gewicht der erneuerbaren Energien bei Abwägung mit anderen relevanten Belangen wie u.a. seismologischen Stationen, Radaranlagen, Wasserschutzgebieten, dem Landschaftsbild, Denkmalschutz oder im Forst-, Immissionsschutz-, Naturschutz-, Bau- oder Straßenrecht nach der Gesetzesbegründung nur in Ausnahmefällen überwunden werden (vgl. [BT-Drs. 20/1630, S. 159](#)).

Liegt ein solcher Ausnahmefall vor, muss die Behörde dies gesondert begründen und dokumentieren. In der Begründung muss deutlich werden, warum z.B. die ebenfalls verfassungsrechtlich durch Art. 20a GG geschützten natürlichen Lebensgrundlagen das überragende öffentliche Interesse an den erneuerbaren Energien und deren Beitrag zur öffentlichen Sicherheit überwiegen.

Umgekehrt kann die zuständige Behörde für den Vorrang der erneuerbaren Energien in Abwägungs- und Ermessensentscheidungen auf die gesetzgeberischen Wertungen in § 2 EEG und Art. 2 Abs. 5 Satz 2 BayKlimaG verweisen. Der Hinweis auf diese gesetzgeberischen Wertungen entbindet allerdings nicht von der Pflicht, unterlegene Belange zu ermitteln, zu bewerten und Gründe für ihr Unterlegen mitzuteilen.

Wie vom BVerfG ausdrücklich festgehalten, kann bei der Entscheidung insbesondere nicht entgegengehalten werden, die konkrete Maßnahme zur Nutzung der erneuerbaren Energien bewirke für sich genommen nur einen geringfügigen Beitrag zur Klimaschutz ([BVerfG, Beschluss vom 23. März 2022 – 1 BvR 1187/17 Rn. 142 f.](#)).

Konkret relevant wird diese gesetzgeberische Grundentscheidung insbesondere und nicht abschließend bei folgenden Entscheidungen:

- Zulassung des vorzeitigen Baubeginns nach § 8a Abs. 1 Nr. 2 Bundes-Immissionsschutzgesetz und § 67a Abs. 1 Nr. 2 Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
- Artenschutzrechtliche Ausnahme nach § 45 Abs. 7 Satz 1 Nr. 4 und 5 Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (BNatSchG) – siehe zudem § 45b Abs. 8 Satz 1 Nr. 1 BNatSchG
- Ausnahme bei Natura 2000-Gebiet nach § 34 Abs. 3 und 4 BNatSchG
- Freihaltung von Gewässern und Uferzonen, Ausnahme nach § 61 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG
- Befreiung nach § 67 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG
- Bewertung der Anforderungen aus § 6 Abs. 1 Satz 1 Nrn. 3 und 5, Satz 2 Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG)
- Wasserrechtliche Gestattungen anhand der Voraussetzungen des § 12 WHG
- Ausnahme von den Bewirtschaftungszielen nach § 31 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 WHG

Darüber hinaus trägt die Zielbestimmung des § 1 Abs. 3 Nr. 4 zweite Alternative BNatSchG dem Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung durch erneuerbare Energien Rechnung.

Auszunutzen sind jegliche Entscheidungsspielräume im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten, um Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien zulassen zu können. Beispielsweise ist zu prüfen, ob und wie den mit diesen Anlagen in Konflikt stehenden Belangen (Natur-, Arten-, Wasserschutz etc.) durch geeignete Nebenbestimmungen in der behördlichen Entscheidung Rechnung getragen werden kann.

2. Klimaschutz

Bei jeder Entscheidung gilt es, die Bedeutung für den Klimaschutz zu ermitteln und Klimaschutzgesichtspunkte zu berücksichtigen, soweit keine entgegenstehenden, überwiegenden rechtlichen oder sachlichen Gründe vorliegen. Die Pflicht folgt bereits aus dem Verfassungsrecht, Art. 20a GG, wie das Bundesverfassungsgericht in seinem Klimabeschluss herausgearbeitet hat ([BVerfG, Beschluss vom 24. März 2021 – 1 BvR 2656/18 Rn. 197 ff.](#)). Dabei hat das Bundesverfassungsgericht festgestellt, dass das relative Gewicht des Klimaschutzgebots in der Abwägung bei fortschreitendem Klimawandel nach dem Grundgesetz weiter zunimmt.

Das bayerische Unterstützungsgebot aus Art. 2 Abs. 3 Satz 2 BayKlimaG geht noch über den § 13 KSG hinaus und fordert einen aktiven Beitrag der Behörden zur Erreichung der Klimaziele ein. Diese Rechtspflichten der Behörden können im Wege der Fach- und Rechtsaufsicht durchgesetzt werden.

Unterbleibt eine solche Unterstützung des Klimaschutzes, leidet die Entscheidung an einem Mangel, der im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten ggf. nachträglich behoben werden muss (vgl. [BVerwG, Urteil vom 4. Mai 2022 – 9 A 7.21 Rn. 72](#)). Andernfalls ist die Entscheidung rechtswidrig.

Soweit im jeweiligen Fachrecht hierfür kein gesondertes Verfahren vorgeschrieben ist, gilt für Umfang und Intensität der Ermittlung im Übrigen der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz. Je gravierender die Entscheidung und je mehr Bedeutung eine Entscheidung für den Klimaschutz hat, desto umfangreicher muss die Ermittlung sein. In komplexen Einzelfällen kann hierfür ggf. ein Sachverständigengutachten erforderlich sein, während in einfach gelagerten Sachverhalten eine Schätzung ausreichend sein kann. Den Behörden darf kein unzumutbarer Aufwand abverlangt werden (siehe [BVerwG, aaO Rn. 80 ff.](#)).

Gegenstand der Ermittlung ist konkret, ob die Entscheidung zu erhöhten Treibhausgasemissionen führt und ob eine Alternativentscheidung zu Einsparungen führen kann. Maßgeblich sind dabei nicht nur Emissionen durch die unmittelbare Verwirklichung eines Vorhabens, sondern auch solche Emissionen, die nach Inbetriebnahme im regulären Betrieb entstehen. Entscheidend ist der gesamte Lebenszyklus der Investition oder des zu beschaffenden Gutes.

Auszunutzen sind jegliche Entscheidungsspielräume im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten. Beispielsweise ist zu prüfen, ob bei der Zulassung eines Vorhabens die klimaschädlichen Auswirkungen durch den Erlass geeigneter Nebenbestimmungen abgemildert werden können.

Etwaige Rückfragen sind über den Dienstweg an die jeweilige Oberste Wasserrechts-, Immissionsschutz-, Abfallrechts- oder Naturschutzbehörde zu richten.

Dieses Schreiben wird in der Datenbank BAYERN.RECHT veröffentlicht.

Mit freundlichen Grüßen



Robert Winkler

Ministerialdirigent



Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung
und Energie, 80525 München

Versand nur per E-Mail

Ministerien
Regierungen
Bezirke
Kreisverwaltungsbehörden
Landratsämter
Wasserwirtschaftsämter
Kommunale Spitzenverbände

Ihr Zeichen
Ihre Nachricht vom

Bitte bei Antwort angeben
Unser Zeichen, Unsere Nachricht vom
StMWi-91-9100/199/5
StMUV-K28c-U8700-2022/38-63

München,
17.01.2024

Anlagen:

Schreiben des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucher-
schutz vom 24.02.2023 und 03.04.2023

**Gemeinsames Minister-Schreiben zur Beschleunigung der Energie-
wende an die Regierungen, an Fachbehörden, im Vollzug tätige Be-
hörden und weitere Institutionen**

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Energiewende hat für die Staatsregierung höchste Priorität.

Bis heute haben wir bereits viel erreicht: Bayern ist bei Photovoltaik, Bio-
energie, Wasserkraft und Tiefengeothermie bundesweit führend. Wir sind
das Vorzeigeland für die Gewinnung erneuerbarer Energien in Deutschland.
Bayerns Ausbaudynamik bei erneuerbaren Energien ist vorbildlich. Auch bei
der Windenergie haben wir eine Aufholjagd gestartet.

Trotzdem sind wir überzeugt, dass wir noch schneller werden müssen. Denn
der Ausbau der erneuerbaren Energien geht Hand in Hand mit der ver-
ringerten Nutzung fossiler Energien und damit dem Klimaschutz.

Die Zeit drängt!

Mit Blick auf die hohe Bedeutung des Themas appellieren wir an Sie als die Regierungen, Fachbehörden, im Vollzug tätige Behörden und weitere Institutionen, die Möglichkeiten zur Umsetzung der Energiewende schnell und vollständig auszuschöpfen.

Erneuerbare Energien liegen nach § 2 Satz 1 EEG 2023 bzw. nach Art. 2 Abs. 5 Satz 2 BayKlimaG im **überragenden öffentlichen Interesse** und dienen der **öffentlichen Sicherheit**. Damit sind die Belange der erneuerbaren Energien bei Entscheidungsspielräumen mit einem besonders hohen Gewicht zu berücksichtigen.

Für die Stromerzeugung sollen die erneuerbaren Energien durch § 2 Satz 2 EEG 2023 zudem als **vorrangiger Belang** in die jeweils durchzuführenden **Schutzgüterabwägungen** eingebracht werden, bis die Stromerzeugung nahezu treibhausgasneutral ist. Zwar folgt hieraus nicht, dass sich die Belange der erneuerbaren Energien stets und automatisch gegenüber anderen durchsetzen, jedoch kann das besondere Gewicht der erneuerbaren Energien bei Abwägung mit anderen relevanten Belangen nur in Ausnahmefällen überwunden werden (vgl. BT-Drs. 20/1630, S. 159).

Bitte beachten Sie in Ergänzung zum Schreiben des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (UMS) vom 24. Februar 2023 (Az. K28c-U8700-2022/38-8), dass die Regelung des § 2 EEG 2023 auf sämtliche Anlagen im Sinne des § 3 Nr. 1 EEG 2023 Anwendung findet, also neben Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien auch bestimmte **Speicheranlagen** erfasst, wie Druckluft- und Pumpspeicherkraftwerke, Anlagen zur Speicherung der Energie als Wasserstoff sowie Batteriespeicher, sofern die zwischengespeicherte Energie ausschließlich aus erneuerbaren Energien stammt und zu einem späteren Zeitpunkt wieder in elektrische Energie umgewandelt wird.

Mit Wirkung zum 29. März 2023 ist auch in **§ 11c EnWG** verankert, dass die Errichtung und der Betrieb von **Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie** unabhängig von der Herkunft der eingespeicherten Energie (z. B. Pumpspeicherkraftwerke) **im überragenden öffentlichen Interesse liegen**

und der öffentlichen Sicherheit dienen. Ergänzend ist auf Art. 3 der Verordnung (EU) 2022/2577 vom 22. Dezember 2022 (sog. **EU-Notfall-Verordnung**) hinzuweisen.

Durch eine Änderung des § 14d Abs. 10 EnWG erstreckt sich ein solches Interesse neben der Errichtung und dem Betrieb von **Verteilnetzen der Hochspannung** nun auch auf **Verteilnetze der Mittel- und Niederspannung** im Außenbereich. Ein überragendes öffentliches Interesse gilt gemäß § 43I Abs. 1 Satz 2 EnWG auch für die Errichtung von **Wasserstoffleitungen**. Ab 1. Januar 2024 wird zudem ein überragendes öffentliches Interesse im Hinblick auf Gebäude in § 1 Abs. 3 **Gebäudenergiegesetz** (GEG) geregelt.

Weitere Erläuterungen hierzu finden Sie in den UMS vom 24. Februar 2023 und vom 3. April 2023 (Az. 62-R-U8685.2-2020/4-381). Die dortigen Ausführungen zum überragenden öffentlichen Interesse sind auf die oben genannten Regelungen des EnWG übertragbar.

Zum Thema Windenergie möchten wir Sie darüber informieren, dass der **Windenergie-Erlass** von 2016, der in weiten Teilen nicht mehr den aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen entsprach, zum 31. August 2023 außer Kraft getreten ist. Anstelle einer Neufassung des Erlasses ist im Energie-Atlas Bayern eine **Themenplattform Windenergie** eingerichtet worden, auf der alle wesentlichen Verwaltungsvorschriften sowie weiterführende Informationen gut strukturiert und auf aktuellem Stand schnell und intuitiv zu finden sind. Der wesentliche Vorteil einer digitalen Plattform liegt in der Möglichkeit, Einzelbereiche zeitnah zu Gesetzesänderungen auf Bundes- und Landesebene dynamisch aktualisieren sowie schnell und zeitgemäß digital bereit stellen zu können. Die Themenplattform wurde von den zuständigen Ressorts und der Bayerischen Landesagentur für Energie und Klimaschutz (LENK) sowie dem Ökoenergie-Institut Bayern erarbeitet und enthält zu sämtlichen für Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen relevanten Rechtsbereichen Hinweise und Informationen. Zu nennen sind insbesondere Bau-, Immissionsschutz- und Naturschutzrecht

(u. a. Lärmschutz, Artenschutz) sowie auch andere Belange wie Schutz des Landschaftsbildes, Trinkwasserschutz, Flugsicherung, militärische Belange, Seismologie und Denkmalschutz.

Wir verweisen in dem Zusammenhang auch auf die **Themenplattform** für das Planen und Genehmigen von **Freiflächen-Photovoltaikanlagen**, die zeitnah im Energie-Atlas Bayern zur Verfügung stehen wird und auf der gebündelt alle in Bayern maßgeblichen ergänzenden Verwaltungsvorschriften und sonstige relevanten Hinweise zu diesem Thema eingesehen werden können.

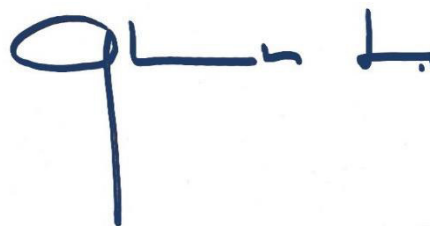
Ihnen als staatliche Behörden kommt die Verantwortung zu, dieses übertragende öffentliche Interesse bei Abwägungsentscheidungen zu gewährleisten. Der **gesetzliche Abwägungsvorrang (BT-Drs. 20/5830, S. 46)** soll helfen, die Planungs- und Genehmigungsverfahren zu beschleunigen.

Unser dringlicher Appell an Sie: Füllen Sie die Paragraphen mit Leben und geben Sie der Energiewende neue Dynamik und noch mehr Tempo. Gerne stehen unsere Mitarbeiter bereit, wenn Sie Fragen haben oder Unterstützung brauchen.

Mit freundlichen Grüßen



Hubert Aiwanger



Thorsten Glauber

WASSERWIRTSCHAFT

Technik — Forschung — Praxis

6

2024

Wasserkraft | Fischschonende Turbinen





Die Entwicklung eines neuen fischschonenden Turbinentyps

Fischschutz an Kraftwerken erfolgt gemäß den a. R. d. T. hauptsächlich durch Barrieren in Form von entsprechenden Rechen und durch fischschonende Wasserkraftmaschinen. Mit der Entwicklung eines möglichst fischschonenden und einfachen Turbinentyps wird ein weiterer Beitrag zu fischschonenden Wasserkraftmaschinen vorgestellt.

Siegfried Jank

1 Stellenwert von Fischschutz bei Wasserkraftwerken

Wenn es um das Thema Fischökologie im Zusammenhang mit Wasserkraft geht, dann lag in den letzten Jahrzehnten der Fokus hauptsächlich bei der Durchwanderbarkeit der Querbauwerke. Meist wurde dies sogar auf den Aufstieg der Fische alleine schon durch Begriffe wie Fischtreppe und Fischaufstiege eingeschränkt.

Bereits zum Beginn des Ausbaus der Wasserkraft vor über 120 Jahren sind kritische Stimmen zur Fischschädigung durch Turbinen dokumentiert. In den letzten Jahren haben Forschungstätigkeiten zum Fischschutz jedoch stark an Bedeutung gewonnen. Aus der aktuellen Projektpraxis ist dem Autor in

letzter Zeit kein Wasserkraftprojekt bekannt, in dem die Vermeidung von Fischschäden nicht zumindest ein Thema war.

Dem Problem wird bei vielen Anlagen durch die technische Aufrüstung von mechanischen Barrieren in Form von immer kleiner werdenden lichten Weiten an den Feinrechen begegnet. Doch hier scheint die Grenze des derzeit Machbaren bei größeren Anlagen bei 10 mm zu liegen.

Kleinere Individuen können diese Barrieren dennoch passieren und steigen in Folge durch die Wasserkraftmaschine mit unterschiedlichen Verletzungs- und Mortalitätsraten ab.

Neuartige oder abgewandelte Turbinenkonzepte, wie die VLH-Turbine [1] oder die Alden-NREC [2], versuchen eine möglichst hohe Überlebensrate bei gleichzeitigem hohem Wirkungsgrad zu erreichen.

Mit der nachfolgenden vorgestellten Turbine hat die Jank GmbH ein weiteres Turbinenkonzept entwickelt und getestet, das bei hohem Wirkungsgrad möglichst fischschonend und gleichzeitig praxistauglich ist.

2 Entwicklungsziele für fischschonende Turbinen

Bei Ebel [3] findet man eine aktuelle und umfassende Aufstellung von Zielstellungen zur Senkung von Mortalitätsraten und Entwicklung von fischschonenden Turbinen. Im hydraulischen Sinn sind es die Verringerung von:

- Kollisionswahrscheinlichkeit,
- Kollisionsgeschwindigkeit,
- Spalträumen,
- Scherkräften und Turbulenzen,
- Druckgradienten sowie die Vermeidung von Kavitation.

Die konstruktive und technische Umsetzung zur Reduzierung der Kollisionswahrscheinlichkeit wird durch folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- Eliminierung von Leitschaufeln,
- Optimierung der Lage von Stütz- und Leitbeschaufelung,
- Reduktion der Laufradschaufelanzahl,
- Reduktion der Drehzahl - auch zur Reduzierung der Kollisionsgeschwindigkeit.

Zur Verminderung des Verletzungsrisikos sind folgenden Maßnahmen zweckmäßig:

- Abstumpfung von Schaufeleintrittskanten sowie
- Verringerung der Spalträume zwischen Laufradschaufeln und Nabe bzw. Laufradring.

Auch wenn bei Befolgung obiger Gestaltungsregeln sehr oft von fischfreundlichen Turbinen die Rede ist, muss dennoch insgesamt festgestellt werden, dass die derzeit untersuchten Wasserkraftmaschinen mehr Schadensbegrenzung als Fischfreundlichkeit betreiben [4].

Dennoch sollte bei aktuellen Neuentwicklungen von Wasserkraftmaschinen Fischschonung ein ebenso wichtiges und hohes Auslegungsziel wie der Wirkungsgrad und die Gesamtwirtschaftlichkeit sein.

3 Umsetzung der Auslegungsziele in einem fischschonenden Turbinenkonzept

Zentrale Vorgabe für das Forschungs- und Entwicklungsprojekt war es, einen möglichst fischschonenden Turbinentyp mit

Kompakt

- Fischschutz und Reduzierung von Mortalitätsraten an Wasserkraftwerken werden zukünftig einen noch höheren Stellenwert haben.
- Basierend auf aktuellen Erkenntnissen wurde ein möglichst fischschonender Turbinentyp entwickelt.
- Erste Prototypeninstallationen beweisen die Praxistauglichkeit des Modells.

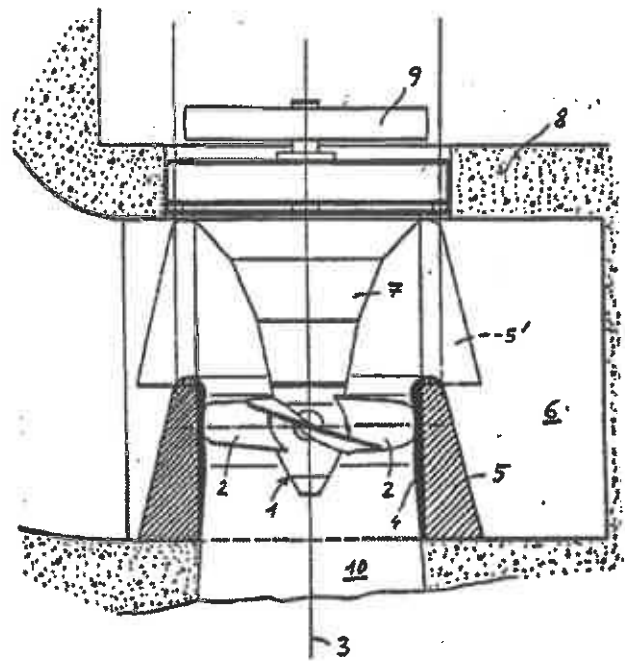


Bild 1: Skizze einer leitradslosen Axialturbine nach Siegfried Jank sen. mit verstellbarem b_0 aus der Patentschrift AT 395 897 B

hohem Wirkungsgrad bei maximaler Praxistauglichkeit für den Niederdruckbereich zu entwickeln.

Das neue Modell soll nach den wichtigen einschlägigen Normen für Modellversuche (IEC 60 193) und Kavitation (IEC 60 609) vermessen werden. Nur eine genaue Messung von Wirkungsgraden und Betriebsverhalten kann für die Praxisanwendung maximale Investitionssicherheit zu bieten.

3.1 Entwicklung des Turbinenkonzeptes

Nach einem längeren Recherche- und Ideenfindungsprozess in jeglicher Richtung erschien hinsichtlich des zu erwartenden Wirkungsgrades bei akzeptablem Bauraum ein Konzept auf Basis einer Axial-Turbine am meisten zu versprechen.

Beachtet man nun die in Abschnitt 2 aufgelisteten Auslegungsziele, so ist zusammenfassend eine Reduktion der Turbinenbeschaufelung auf ein Minimum eines der wichtigsten Aspekte in der Entwicklung.

Es wurden daraufhin mehrere Varianten und Ansätze zur Kollisionsvermeidung überprüft:

1. Wegfall der Stützschaukel: Bei Kleinwasserkraftturbinen in der Regel problemlos möglich.
2. Reduzierung der Leitschaufeln: Unter sechs bis acht Stück wird es schwierig, einen vollständig schließenden Leitapparat bei vernünftigen Strömungsquerschnitten zu finden.
3. Völlige Eliminierung des Leitapparates: Der notwendige Drall vor dem Laufrad muss hier vollständig durch die Einlaufgeometrie erzeugt werden.
4. Völlige Eliminierung des Leitapparates und Regelung des Dralls durch eine verstellbare Zulaufhöhe b_0 (Bild 1) gemäß einem Patent von Siegfried Jank sen. [5].

Die Entscheidung fiel schlussendlich auf die Ansätze 3 und 4, da es sich um die fischschonendste Option handelte. Als einziges

kollisionsgefährliches Element verbleibt hier das Axiallaufrad, das jedoch zur Energieumsetzung unabdingbar ist.

Da es sich bei Ansatz 4 im Wesentlichen nur um eine Ergänzung eines verstellbaren Laufradringes handelt, konnten Ansatz 3 und 4 zu einem Entwicklungsprojekt kombiniert werden.

3.2 Konstruktive Ausführung

Den Anforderungen bezüglich Verletzungsrisiko wurde durch eine Laufradgestaltung als Minimum-Gap-Runner (MGR) gemäß Bild 2 begegnet. Da einerseits ein längeres Schaufelprofil für einen fischschonenden Druckabbau an der Schaufel von Vorteil ist, jedoch andererseits lange Profile ab einem gewissen Maß zu ungewollten Spalten führen, musste hier ein Optimum an Profillänge und Naben- sowie Laufradringkontur gefunden werden.

Die Eintrittskanten der Laufradschaufeln sind wie bei Axial-Turbinen üblich gerundet. Der Rundungsradius und die Blattstärke hat jedoch wesentlichen Einfluss auf den Wirkungsgrad des Laufrades und kann nicht beliebig dick gewählt werden.

Die Regulierung der Turbine erfolgt ausschließlich über die Verstellung der Laufradschaufeln. Sie gilt in dieser Ausführung dadurch als einfachregulierte Turbine. Mit Entwicklungsansatz 4 kann die Turbine durch die Verstellung des Laufradringes auch doppelt reguliert werden.

3.3 Vergleiche mit ähnlichen, bereits bestehenden Lösungen

Bei bestehenden Konzepten einfach regulierter Axial- bzw. Kaplan-Turbinen wird der Drall durch fixe Leitschaufeln auf einen verstellbaren Propeller aufgeprägt.

Durch die nicht veränderbaren Strömungswinkel an der Leitschaufel ergibt sich ein schlechterer Wirkungsgradverlauf im Volllast- und Teillastbereich. Die entstehenden Verwirbelungen und Scherkräfte wirken sich zudem negativ auf abwandernde Fische aus.

Konzepte mit fixem Laufrad und verstellbarem Leitrad (Axial- bzw. Propeller-Turbinen) weisen ähnliche Nachteile auf sofern sie nicht drehzahlregelt sind, wie etwa DIVE-Turbinen.

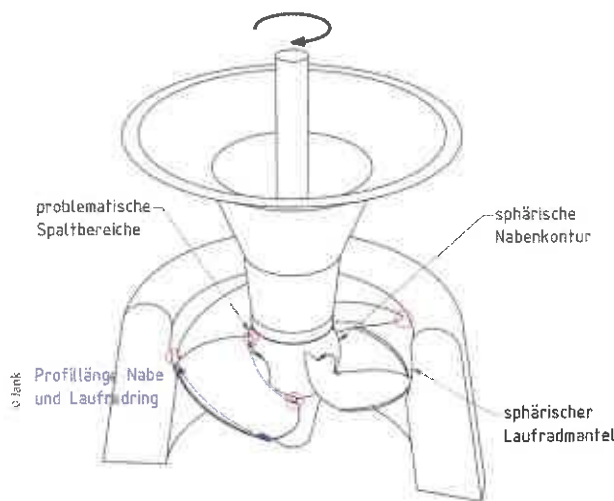


Bild 2: Entworfenes Minimum-Gap-Laufrad mit Laufradring

Der entwickelte Turbinentyp ist zwar weitgehend unbekannt, jedoch nicht grundsätzlich neu.

Solche einfach geregelten Turbinen wurden in nennenswerter Zahl in den 1960er- bis 1980er-Jahren durch die ehemalige Firma Kössler, St. Georgen am Steinfelde, und die Firma Jank, Jeging, beide aus Österreich, gebaut.

Damals waren es vor allem die Einfachheit und die kostengünstige Lösung, die den Einsatz rechtfertigten, obwohl die Wirkungsgrade aufgrund der damals noch fehlenden Berechnungs- und Optimierungsmöglichkeiten selten Werte über 85 % erreichten [6].

4 Herausforderungen in der Entwicklung und Optimierung

Herkömmliche Reaktionsturbinen wie Francis- und Kaplan-Turbinen haben durch das Prinzip der Kombination von Leit- und Laufschaufeln eine im ersten Ansatz überschaubare Simulationsgeometrie. Spirale und Saugrohr haben, sofern auf gute bestehende Auslegung und Erfahrungswerte zurückgegriffen werden kann, einen geringeren Einfluss auf Wirkungsgrade und Betriebsverhalten.

Beim neu entwickelten Turbinentyp entfällt jedoch der Leitapparat als strömungsformende und drallerzeugende Einrichtung weg. Der Drall zur Energieumsetzung im Axiallaufrad muss alleine durch die Spirale erzeugt werden.

In der Entwicklungsphase hat sich dann in den Strömungssimulationen gezeigt, dass sich die Drallverteilung am Laufrad ohne Leitrad auch nur sehr schwierig formen und beherrschen lässt. Es musste immer die komplette Turbine vom Einlass bis zum Ende des Saugrohres simuliert werden, um belastbare und vergleichbare Ergebnisse und Optimierungsansätze zur erhalten.

Der Rechenaufwand und die Zeit zwischen den Auslegungssiterationen steigt dadurch an und macht die numerische Entwicklung und Optimierung insgesamt sehr zeitaufwendig.

Die Strömungssimulation hat jedoch auch gezeigt, dass die Vermeidung von hohen Druckgradienten sowie von Scherkräften und Turbulenzen zur Fischschonung grundsätzlich auch mit den Auslegungszielen für einen hohen Wirkungsgrad einhergeht.

4.1 Spezifische Drehzahl

Eine Reduktion der Drehzahl gemäß den Anforderungen für fischschonende Turbinen geht mit der Reduzierung der Schnelldrehzahl der Turbine einher:

$$n_q = n \cdot \frac{Q^{0.5}}{H^{0.75}} \quad (1)$$

- mit
- n_q spezifische Drehzahl in [1/min]
 - n Drehzahl in [1/min]
 - Q Volumenstrom in [m³/s]
 - H Fallhöhe in [m]

Diese lässt sich ebenfalls im hydraulischen Auslegungsprozess innerhalb gewisser Grenzen steuern.



Bild 3: 3-D-CAD-Konstruktion der Modellturbine



Bild 4: Eingebaute Modellturbine am Dieter-Thoma-Labor der TU München

Für die entwickelte Auslegung wurde mit $n_q = 190$ 1/min ein niedriger Wert für die bei herkömmlichen 4-flügeligen Axial-Turbinen üblichen spezifischen Drehzahlen von $n_q = 190$ bis 250 1/min gewählt.

5 Validierung der Praxistauglichkeit

5.1 Mechanische Ausführung

Beim neu entwickelten Turbinentyp reduzieren sich die bewegten Bauteile auf ein verstellbares Propellerlaufrad mit der Turbinenwelle. Da das Laufrad im Prinzip einem Kaplan-Laufrad ähnlich ist, können alle Erfahrungswerte aus bisherigen Konstruktionen direkt angewendet werden.

Auch Lagerung und Dichtungssystem können von bewährten Konstruktionen übernommen werden. Daher sind keine zusätzlichen technischen Risiken zu erwarten und es kann von vergleichbaren Lebensdauerzyklen wie bei vergleichbaren Turbinentypen ausgegangen werden.

Zur Prüfung der Praxistauglichkeit stehen also nur zwei wesentliche Kriterien zur Überprüfung an: Wirkungsgrad und Fische Schonung.

5.2 Modellversuch

Da einerseits keine entsprechenden Versuche zur Kalibrierung der numerischen Simulation zur Verfügung standen, der Aufwand für die Berechnung eines vollständigen Kennfeldes durch das große Berechnungsmodell der kompletten Turbine enorm ist und die Ergebnisse im Teillast und im Volllastbetrieb, speziell bei den Ergebnissen der Saugrohrdurchströmung erfahrungsgemäß nicht ausreichend zuverlässig sind, war relativ früh klar, dass ein Modellversuch durchgeführt werden soll.

Zeitgleich zur Entwicklung der hydraulischen Auslegung wurde die Modellturbine konstruiert. Durch den parameterbasierenden Ansatz der verwendeten 3-D-CAD-Lösung konnte die Konstruktion parallel

fertig gestellt werden (Bild 3) und dennoch die letzten Änderungen aus der Strömungssimulation problemlos vor der Fertigungsfreigabe aufgenommen werden, um einen vollständig homologen Modellversuch durchführen zu können.

Der dabei gewählte Laufraddurchmesser beträgt 340 mm und deckt mit den damit im Versuch erreichbaren Reynolds-Zahlen auch große Laufraddurchmesser spezifikationsgemäß ab.

Für die Durchführung des Modellversuchs nach IEC 60 193 wurde das unabhängige Dieter-Thoma-Labor des Lehrstuhls für Wasserbau und Wasserwirtschaft der TU München beauftragt.

Das Modell wurde am dort vorhandenen Universalversuchsstand eingebaut (Bild 4) und im Herbst 2019 vermessen.

5.3 Wirkungsgrade

Die Ergebnisse des Modellversuchs wurden in Kennfeldern ausgewertet. Bild 5 zeigt den Wirkungsgradverlauf im Vergleich zu anderen Turbinentypen.

Es ist deutlich zu sehen, dass der neu entwickelte Turbinentyp im direkten Vergleich zu Propeller-Turbinen einen wesent-

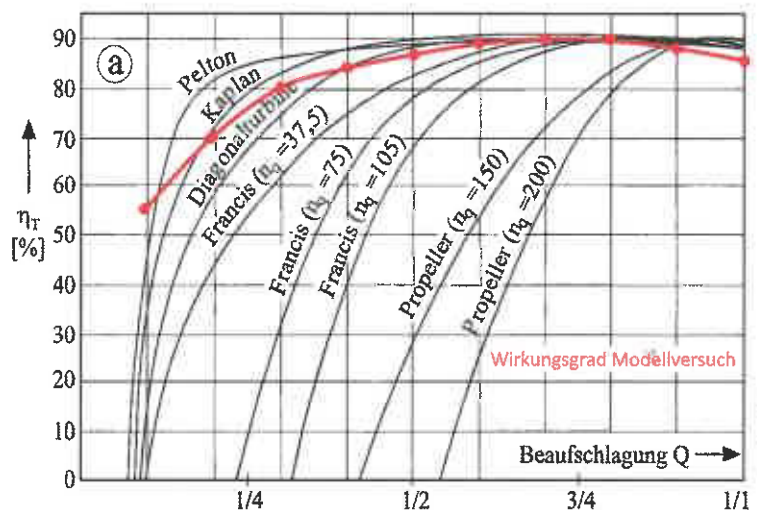


Bild 5: Wirkungsgradverlauf im Vergleich zu anderen Turbinentypen



Bild 6: Photographische Dokumentation einer Eintrittskantenkavitation bei Teillast

lich flacheren Wirkungsgradverlauf aufweist. Der Spitzenwirkungsgrad liegt im Bereich heute üblicher Kaplan-Turbinen bei etwa 90 %.

Im Vergleich zur Kaplan-Turbine weist das Modell unter 60 % und über 80 % Beaufschlagung etwas geringere Wirkungsgrade auf, wobei sich bei 15 % Beaufschlagung die Wirkungsgradkurven wieder schneiden. Versuche mit weniger Beaufschlagung wurden nicht durchgeführt.

5.4 Kavitationsversuche

Um einerseits die Kavitationsgrenzen der Auslegung für die sichere Einbauhöhe am Prototypen zu bestimmen und andererseits das fischschonende Auslegungsziel der Vermeidung von Kavitation zu verifizieren, wurden umfangreiche Kavitationsversuche durchgeführt.

An jedem relevanten Betriebspunkt wurde die Saughöhe bis zum Beginn der Kavitation eingestellt sowie akustisch und photographisch dokumentiert (**Bild 6**).

Die Auslegung weist über den gesamten Betriebsbereich ein gutes Kavitationsverhalten auf. Zur nachträglichen Verifizie-

rung des numerischen Berechnungsmodells wurden einzelne Betriebspunkte mit Kavitation nachgerechnet und übereinstimmend verglichen.

6 Fischschonende Ausführung

Im Rahmen des Entwicklungsprozesses wurde versucht, allen Anforderungen einer fischschonenden Auslegung gemäß Abschnitt 2 zu genügen. Aus diesen Anstrengungen heraus sollte der neue Turbinentyp eine geringere Mortalitätsrate als herkömmliche Kaplan- und Francis-Turbinen haben.

Um Mortalitätsraten abzuschätzen, sind zwei Ansätze gängig: Modellbasierte Prognosen mit Gleichungen und Experimente mit lebenden Fischen.

6.1 Modellbasierte Prognosen

Ebel [3] listet hier eine umfassende Aufstellung der Berechnungsmodelle auf und gibt eine Empfehlung aufgrund von Vergleichen zu Versuchen ab.

Die Modelle lassen sich grundsätzlich in physikalisch/deduktive und empirisch/induktive Typen einteilen. Letztere wurden aufgrund von tatsächlichen Mortalitätsraten entwickelt, während physikalische Modelle Kollisionswahrscheinlichkeiten aufgrund physikalischer Größenverhältnisse von Turbinenbeschleunigung und Fischen wiedergeben.

Beide Modelle berücksichtigen die jeweils betrachtete Fischgröße und die realen Größenverhältnisse der jeweiligen Turbine, jedoch nicht den Einfluss von Spalträumen, Scherkräften und Turbulenzen sowie Druckgradienten und auch den Einfluss von Kavitation der jeweiligen Turbinenauslegung.

Die Berechnungsmodelle wurden zudem für Francis- und Kaplan-Turbinen entwickelt und sind daher nicht direkt auf den neuen Turbinentyp anwendbar. Sie können daher nur im ersten Ansatz verwendet werden. Letztlich sind mit diesen Modellen auch nur Vergleiche realer Szenarien und keine absoluten Prognosen möglich.

6.2 Experimente

Experimente mit lebenden Fischen sind am aussagekräftigsten und haben die stärkste Akzeptanz, wenn sie methodisch korrekt

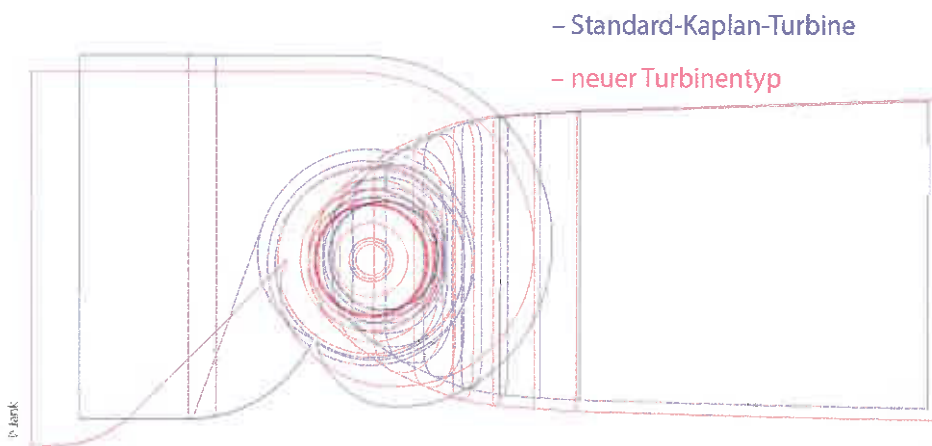


Bild 7: Größenunterschiede im Grundriss zwischen einer Kaplan-Turbine und dem neuen Turbinentyp bei gleichen Auslegungsdaten



Bild 8: Prototypenanlage: a) Krafthaus mit PM-Generator im Vordergrund, b) 3-Flügler-Laufrad, c) Einlaufspirale, d) 4-Flügler-Laufrad

durchgeführt werden. Ein guter Ansatz wäre ein direkter Vergleich an einem Kraftwerk mit einer konventionellen Kaplan-Turbine und dem neuen Turbinentyp. Ein solcher Versuch sollte zusätzlich durch eine Kontrollgruppe ohne Turbinendurchgang ergänzt werden.

Derzeit wird nach einem geeigneten Kraftwerksstandort für ein solches Experiment gesucht.

7 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit einer Wasserkraftanlage hängt im Wesentlichen von den drei Parametern Errichtungskosten, Betriebskosten und Erzeugung bzw. Tarifeinnahmen ab.

Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass der neue entwickelte Turbinentyp durch den Wegfall des Leitapparates etwa 30 % weniger als eine vergleichbare Kaplan-Turbine kostet. Die Baukosten sind aufgrund ähnlicher Dimensionen gemäß Bild 7 vergleichbar.

So müssen für diesen Vergleich die niedrigeren Errichtungskosten der Mindererzeugung durch etwas geringere Teil- und Volllastwirkungsgrade gegengerechnet werden.

Für einen Einsatz bei konstanten Durchflüssen, wie beispielsweise bei Kanalanlagen oder Dotierkraftwerken, liegt der wirtschaftliche Vorteil des neu entwickelten Turbinentyps klar auf der Hand. Ansonsten muss ein Vergleich individuell erfolgen.

8 Erfahrungen aus der Praxis

8.1 Prototypenstandort

Bei der Suche für die Installation des ersten Prototyps fand sich ein Standort am linken Traisenwerksbach in St. Pölten, Österreich.

Das Gewässer ist ein künstlicher Werkskanal, der aus der Traisen ausgeleitet wird. Die Dotation beträgt relativ konstant $5 \text{ m}^3/\text{s}$ und am Standort ist eine Fallhöhe von 2,7 m vorhanden.

8.2 Auslegung des Prototyps

Da geplant war, den bestehenden Kraftwerkstandort umfangreich zu revitalisieren, waren wenig Einschränkungen hinsichtlich der Einbausituation gegeben. Es konnte daher eine Turbine ausgelegt werden, die einerseits ihr Wirkungsgradoptimum an dem relativ konstanten Ausbaudurchfluss hat, und andererseits war es möglich, die hydraulische Form vollständig homolog, also geometrisch ident, auszuführen.

Mithilfe der aus dem Modellversuch gewonnenen Daten und der vor Ort gegebenen Fallhöhen- und Durchflussstatistiken wurde die Prototypenturbine hinsichtlich eines maximalen Jahresarbeitsvermögens optimiert. Mit einem Laufraddurchmesser von 1,35 m ist der Prototyp 3,97 mal größer als die Modellturbine.

Die Daten der Prototypenturbine sind:

■ Fallhöhe	2,7 m
■ Drehzahl	187,5 1/min
■ Q_{opt}	$5 \text{ m}^3/\text{s}$

Als Generator kam ein direkt gekoppelter hocheffizienter Permanentmagnet-Synchrogenerator zum Einsatz (Bild 8). Die Kraftwerksanlage erreicht damit einen hydraulischen und elektrischen Gesamtwirkungsgrad von knapp 90 %.

8.3 Versuche zur Validierung der Wirkungsgrade und Betriebszustände

Das Kraftwerk wurde Mitte April 2022 in Betrieb genommen und ging drei Tage später in den Vollbetrieb. Seitdem läuft es ohne Unterbrechungen und Störungen.

Ende Mai 2022 wurden umfassende Tests an der Anlage gemäß IEC 62 006 durchgeführt. Neben den durch die Norm vorgesehenen Abnahmetests sollen vor allem auch die im Versuch erreichten Wirkungsgrade unter realen Bedingungen nachgewiesen werden.

Mit der einfach regulierten Turbinenkonstruktion lassen sich viele Messungen im Vergleich zu herkömmlichen Kaplan-Turbinen deutlich einfacher und schneller durchführen. Beispielsweise sind keine Indexmessungen für einen optimalen Lauf- und

Leitradzusammenhang erforderlich. Daher kann es niemals zu Verlusten aufgrund einer falschen Zuordnung zwischen Laufrad und Leitschaufel kommen.

Zum Nachweis des Turbinenwirkungsgrades wurden Volumenstrommessungen mit einem magnetisch-induktiven Durchflussmesser gemäß ÖNORM EN ISO 748 durchgeführt. Die Fallhöhe und Leistung wurden über die Kraftwerksleittechnik ermittelt.

Erfreulicherweise wurde der erwartete Wirkungsgrad erreicht. Die Maschine zeichnet sich außerdem durch eine äußerst hohe Laufruhe aus. Obwohl die harten Betonoberflächen im Krafthaus nicht isoliert wurden, erreicht der Maschinensatz einen Geräuschpegel von nur 60 dB(A), gemessen in 1 m Entfernung.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass der neue Turbinentyp den ersten Praxistest erfolgreich bestanden hat und zur vollsten Zufriedenheit läuft.

9 Versuche zur Entwicklung eines realen Turbinenwirkungsgrades

Speziell bei Kleinkraftwerken ist ein regelmäßiger Verlust an Leistung durch Verschmutzung mit Schwemmgut an den Turbinenschaufeln ein großes Problem. Durch die Reduzierung der Turbinenschaufeln auf ein Minimum sollte der neu entwickelte Turbinentyp diesbezüglich einen Vorteil zu klassischen Turbinentypen haben.

Die Einwirkung von Verschmutzungen lassen sich in der Praxis nur äußerst schwierig quantifizieren, weil es an Vergleichsmöglichkeiten fehlt. Daher wurde an einem weiteren Standort mit zwei identischen Kaplan-Turbinen der Umbau einer der Turbinen auf das neu entwickelte Modell durchgeführt. So können die zwei Turbinentypen bei faktisch identischen Betriebsbedingungen u. a. hinsichtlich Verschmutzung verglichen werden.

Mit diesen Messungen soll ein realer Turbinenwirkungsgrad entwickelt werden, der die Verluste der unterschiedlichen Turbinentypen durch Verschmutzungen berücksichtigt. Denn ein solcher Wert wäre für die tatsächliche Produktion praxisnäher als ein aufgewerteter Modellwirkungsgrad aus Laborbedingungen.

10 Zusammenfassung und Ausblick

Es konnte unter den Aspekten von Ebel [3] eine fischschonende und praxistaugliche Turbine entwickelt werden, die problemlos an ersten Standorten funktioniert.

Durch die Verwendung bestehender Konstruktionen ohne Kinderkrankheiten ist der Turbinentyp sofort uneingeschränkt einsatzbereit. Die Wirkungsgrade sind durch entsprechende Modellversuche belegt und zuverlässig.

Im Vergleich zu etablierten Lösungen, wie klassischen Kaplan-Turbinen oder Wasserkraftschnecken, ist sie wirtschaftlich eine attraktive Option. Genauere Vergleiche zu anderen fischschonenden Konzepten, wie der VLH-Turbine und der Alden-

NREC-Turbine, konnten aufgrund fehlender Angaben bezüglich der genaueren Wirkungsgradverläufe und langjähriger Betriebserfahrungen noch nicht angestellt werden.

Zudem wurde ebenfalls eine Laufradauslegung mit nur drei Laufradflügeln entwickelt und optimiert.

Die Überlebensrate könnte durch den Wegfall einer weiteren Laufradschaufel gemäß den Prognosemodellen aus Ebel [3] nochmals um etwa 33 % Prozent gesteigert werden. Daher wird auch eine ungewöhnliche Variante mit nur zwei Laufradschaufeln in einem sehr frühen Stadium numerisch untersucht. Hier besteht noch große Unsicherheit und es sind noch erhebliche Anstrengungen notwendig, um eine brauchbare Auslegung zu erreichen. Eine Variante mit nur einem verstellbaren Laufradflügel scheint derzeit aufgrund mechanischer und kinematischer Herausforderungen nicht denkbar.

Autor

Dipl.-Ing. (FH) Siegfried Jank, M. Sc.

Jank GmbH
Schweiber 9
5225 Jeging, Österreich
siegj@jank.net

Literatur

- [1] Juhrig, L.: Die Very-Low-Head-Turbine - Technik und Anwendung. In: Wasserwirtschaft 101 (2011), Heft 10, S. 25-29.
- [2] Cook, T. C.; Hecker, G. E.; Amaral, S. V. et al.: Final Report - Pilot Scale Tests Alden/Concepts NREC Turbine. Alden Research Laboratory, Inc., Holden, 2003.
- [3] Ebel, G.: Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen - Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. In: Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie. 2. A. Band 4, Halle/Saale: Eigenverlag, 2013.
- [4] Reuter, M.; Kohout, C.: Praxishandbuch für den umweltbewussten Einsatz von Turbinentechnologien im Bereich der Kleinstwasserkraft. Schleusingen: Institut für Wasserwirtschaft, Siedlungswasserbau und Ökologie GmbH, 2014.
- [5] Jank, S.: Einrichtung zur Regelung einer Niederdruckturbine. AT-Patent AT 395 897 B, 12.1.1990.
- [6] Jank, S.; Jank, M.: Interner Versuchsbericht zum Modellversuch zum Turbinentyp RL.V. Jeging, 1973.
- [7] Giesecke, J.; Heimerl, S.; Mosonyi, E.: Wasserkraftanlagen. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg. 6. A. 2014.

DOI dieses Beitrags: <http://doi.org/10.1007/s35147-024-2355-3>

Siegfried Jank

The development of a new fish-friendly turbine type

Fish protection and the reduction of mortality rates during turbine passage are becoming increasingly important. Based on the latest findings, a new type of turbine was developed that fulfils all the requirements of a fish-friendly design as far as possible. The turbine type was optimised using numerical simulation and tested in a model experiment. The results show similarly good operating behaviour and comparable efficiency to Kaplan turbines. The installation of a first prototype near St. Pölten/Austria has been running smoothly since commissioning and has confirmed the findings from the model test.