

PUBLIKATIONSBERICHT

Wasserkraftpotential Regionalprogramme 2015

**Analyse des theoretisch technisch-nutzbaren
energiewirtschaftlichen Potentials an hydromorphologisch
sehr guten Strecken und besonders schützenswerten
Habitaten in Oberösterreich**



Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz

Dr. Robert Tichler | Dipl.Ing.(FH) Markus Schwarz PMSc. | Dr. Sebastian Goers | Dr. Horst Steinmüller

März 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Untersuchungsraum	4
3	Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials	7
3.1	Methodik zur Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials	7
3.2	Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials	10
3.2.1	Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials an hydromorphologisch sehr guten Gewässerstrecken (HMSG)	10
3.2.2	Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials an Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten (BSH)	11
3.2.3	Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials an schützenswerten Strecken (HMSG und BSH)	13
4	Wohlfahrtsökonomische Bewertung des technisch-nutzbaren Restpotentials	16
5	Zusammenfassung	21

1 Einleitung

Bereits der 1. Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 (NGP 2009)¹ weist darauf hin, auf Basis von zu erarbeitenden Kriterienkatalogen Regionalprogramme zum Schutz sensibler Gewässerstrecken zu erlassen, da für ebendiese Strecken – aus ökologischer Sicht – keine zusätzliche energetische Nutzung vertretbar ist. Ein wasserwirtschaftliches Rahmenprogramm gemäß § 55g Abs. 1 WRG 1959 beabsichtigt demnach die Erreichung und Erhaltung von Umweltzielen sowie die Wahrung der ökologischen Funktion der Oberflächengewässer. Ziel soll die Erhaltung des hydromorphologisch sehr guten Zustands sowie der besonderen ökologischen Funktion (z.B. Laichplätze, Ausstrahlstrecken und Lebensräume geschützter Arten) der ausgewiesenen Gewässerstrecken sein.

Der Untersuchungsrahmen für das Regionalprogramm Oberösterreich erfolgt anhand der *Oö. Wasserkraftpotentialanalyse 2012/13*², in der sehr sensible³ bzw. schützenswerte Gewässersegmente definiert wurden und umfasst hydromorphologisch sehr gute Gewässerstrecken (HMSG) sowie Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten (BSH). Die Regionalprogrammstrecken sind wegen ihrer ökologischen Sensibilität in der *Oö. Wasserkraftpotentialanalyse 2012/13* für eine Wasserkraftnutzung nicht vorgesehen.

Das Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz analysiert in der vorliegenden Studie das theoretisch technisch-nutzbare energiewirtschaftliche Potential ebendieser Regionalprogramm-Strecken. Neben einer umfassenden energetischen Abschätzung und Evaluierung des Restpotentials an schützenswerten Gewässerstrecken erfolgt dabei eine qualitative regionalökonomische Basisanalyse, welche die theoretischen technisch-nutzbaren Potentiale in Relation zu soziodemografischen Parametern des Umfeldes der jeweiligen Fließgewässer in Verbindung setzt. Dadurch wird eine umfassende energiewirtschaftliche Einordnung möglich.

¹ BMLFUW (2010): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 – NGP 2009. BMLFUW-UW.4.1.2/0011-1/4/2010.

² Ratschan et al. (2015): Oö. Wasserkraftpotentialanalyse 2012/13 - Abschätzung und Evaluierung des energetischen Revitalisierungs- und Ausbaupotentials an umweltgerechten Standorten an mittleren und größeren Gewässern in Oberösterreich - Publikationsbericht.

³ Im Rahmen der Potentialstudie erfolgte die Streckeneinteilung in „weniger sensible“ (grüne), „sensible“ (gelbe) und „sehr sensible“ (rote) Gewässerabschnitte.

2 Untersuchungsraum

Im nachfolgenden Kapitel werden jene oberösterreichischen Fließgewässer dargestellt, die in der vorliegenden Potentialstudie Eingang finden und somit den Untersuchungsgegenstand der Quantifizierungen darstellen. Die Auswahl der zu untersuchenden Gewässerstrecken wurde seitens des Auftraggebers vorgenommen und bereitgestellt. Der Untersuchungsraum wird anhand einer Auflistung der darin enthaltenen Gewässer in folgenden Tabellen abgebildet.

Tabelle 2-1: Untersuchungsraum der vorliegenden Potentialstudie – Gewässerliste A bis J

Untersuchte Gewässer im Rahmen der Potentialstudie	
A - F	G - J
Ache	Gaflenzbach
Ager	Gehnbach
Aist	Gießenbach
Aisthofener Bach	Grabenbach
Aiterbach	Granitzbach
Alm	Grasslbach
Antiesen	Große Gusen
Aschach	Große Mühl
Auerbach	Große Rodl
Äußerer Weißenbach	Großer Weißenbach
Bachmüllerbach	Grubbbach
Blöttenbach	Grünbach
Dambach	Grünbrunner Bach
Diesenleitenbach	Gusenbach (Bleicherbach)
Dimbach	Gusenbach (Bürstenbach)
Doblbach	Hainbach
Dürre Ager	Haindmühlbach
Dürre Aschach	Hartbach
Enknach	Haselbach
Enns	Hinterer Rettenbach
Eschelbach	Hinzenbach
Evertsbach	Höllbach
Fallsbach	Hörschinger Bach
Feldaist	Innbach
Fisnitzbach	Ischl
Fornacher Redlbach	Jaunitz
Frenzbach	
Froschbach	
Fuschler Ache	

Quelle: eigene Darstellung auf Basis Daten von Land OÖ, Abt. für Oberflächengewässermanagement.

Tabelle 2-2: Untersuchungsraum der vorliegenden Potentialstudie – Gewässerliste K bis Z

Untersuchte Gewässer im Rahmen der Potentialstudie	
K - P	R - Z
Käfermühlbach	Reichenbach
Kemmbach	Reichramingbach
Kesselbach	Rettenbach
Kettenbach (Aist)	Rindbach
Kettenbach (Moldau)	Rotbach
Klambach	Sankt Marienbach
Klausbach	Sarmingbach
Kleine Gusen	Schanbach
Kleine Mühl	Scheidebach
Kleine Rodl	Schindlbach
Kleiner Kößlbach	Schleifenbach
Kollaichbach	Schleißbach
Kößlbach	Seeache
Krems	Seilerbach
Kretschbach	Sipbach
Kristeiner Bach	Steinbach
Krumme Steyrling	Steyr
Larensackbach	Steyrling
Leitenbach	Stinnbach
Leitnerbach	Straneckbach
Maltsch	Sulzbach
Mattig	Teichl
Mayerhofer Bach	Todtenmannbach
Messenbach	Trattnach
Moosache	Traun
Naarn	Vöckla
Neufeldener Bayrerbach	Vorderer Rettenbach
Neustiftgraben	Waldaist
Osterbach	Wambach
Osternach	Weißenbach
Paltenbach	Weißeneckbach
Pechgrabenbach	Weyerbach
Pesenbach	Zeller Ache
Pfudabach	Zösengraben
Piberbach	
Pießling	
Plaissabach	
Pram	
Pramauer Bach	

Quelle: eigene Darstellung auf Basis Daten von Land OÖ, Abt. für Oberflächengewässermanagement.

Der definierte Untersuchungsraum beinhaltet entsprechend den beiden zuvor gezeigten Tabellen insgesamt 128 Gewässer mit 243 Strecken an 622 Flusskilometern. Dabei handelt es sich um 470 km hydromorphologisch sehr gute Gewässerstrecken (HMSG) an 212 Segmenten, sogenannte „Bewahrungsstrecken“ (mit Schutz des hydromorphologisch sehr guten Zustandes, daher ohne Wasserkraftanlagen). An weiteren 166 km bzw. 31 Strecken befinden sich hingegen besonders schützenswerte Habitate (BSH) mit teilweise bestehenden Wasserkraftanlagen (mit Schutz der besonderen ökologischen Funktion).

Bei mehreren Gewässersegmenten kommt es zu Überlappungen von HMSG und BSH, d.h. dass eine Strecke (bzw. ein Teil davon) als HMSG sowie als BSH ausgewiesen ist. Dies betrifft in Summe 14 Flusskilometer an Antiesen, Große Mühl, Innbach, Leitenbach und Mattig. Dies ist in der Methodik zur Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials zu berücksichtigen um Doppelzählungen des energiewirtschaftlichen Potentials an den jeweiligen Strecken zu vermeiden. Bereinigt um die überlappenden Strecken beinhaltet der Untersuchungsraum somit 622 km zu untersuchende HMSG und BSH.

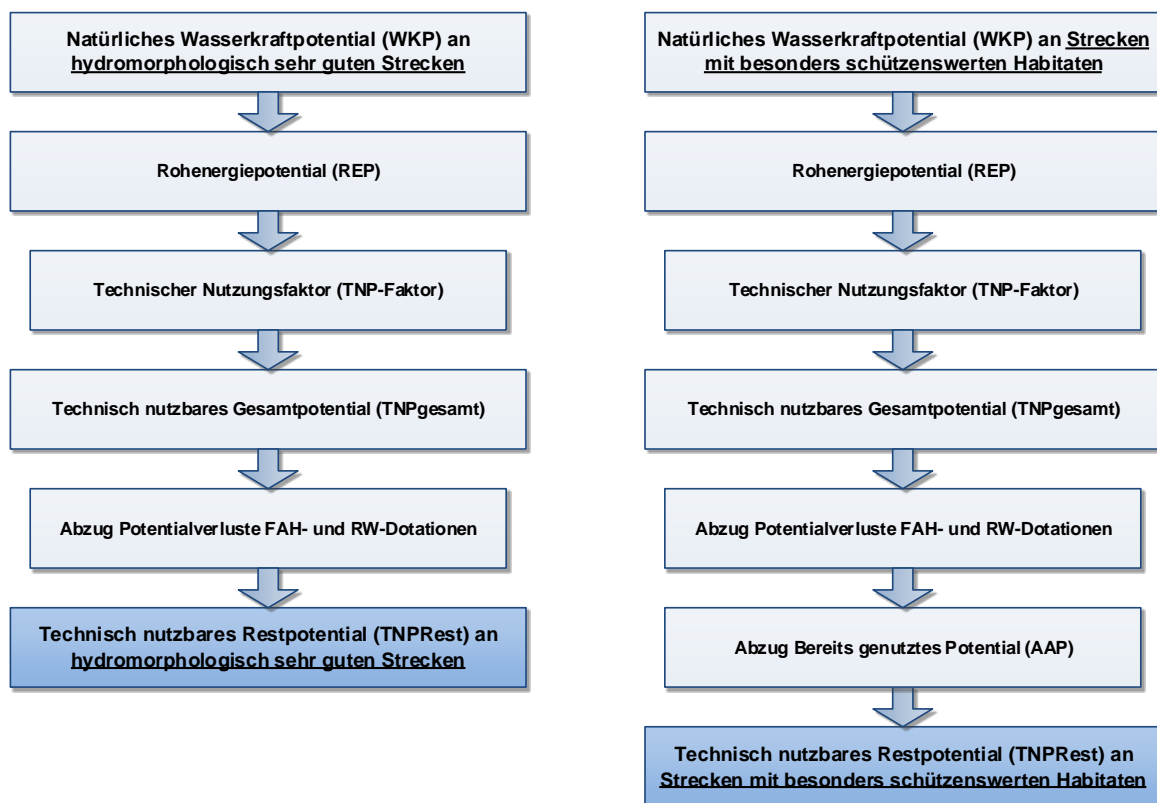
Einige der zu untersuchenden Segmente befinden sich zudem an Grenzgewässern, für die ebenso eine gesonderte Methodik anzuwenden ist. Hierbei handelt es sich um 46 Flusskilometer an 12 unterschiedlichen, meist kleineren Gewässern wie Frenzbach, Granitzbach, Maltsch, usw. Alle Segmente an der Grenze zu Niederösterreich werden vom Regionalprogramm nicht erfasst und finden somit in dieser Untersuchung keine Berücksichtigung.

3 Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials

3.1 Methodik zur Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials

Um das theoretisch technisch-nutzbare energiewirtschaftliche Restpotential an den Regionalprogramm-Strecken in Oberösterreich zu quantifizieren, bedarf es mehrerer Berechnungsschritte. Das dafür entwickelte Kalkulationsmodell wird in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 3-1: Methodik zur Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Potentials an hydromorphologisch sehr guten Gewässerstrecken und besonders schützenswerten Habitaten



Quelle: eigene Darstellung.

Gemäß der hier entwickelten Methodik zur Ermittlung des Wasserkraftpotentials ist zwischen folgenden Potentialbegriffen zu unterscheiden:

- Natürliches Wasserkraftpotential (WKP): Physikalisches Arbeitsvermögen der Fließgewässer, das sich durch Multiplikation der Wasserfracht mit der Rohfallhöhe und der Erdbeschleunigung ergibt (auch als „Abflusslinienpotential-brutto“ bezeichnet).

- Rohenergiepotential (REP): Natürliches Wasserkraftpotential, das sich multipliziert mit dem Produkt der geschätzten Wirkungsgrade der Turbine, des Generators und des Transformators ergibt (auch als „Abflusslinienpotential-netto“ bezeichnet).
- Technisch-nutzbares Potential (TNP): Unter Berücksichtigung von unvermeidlichen Höhenverlusten (z. B. Fließverluste der Triebwasserführung), Hochwasserverlusten, Wirkungsgraden in einem Fließgewässerabschnitt praktisch erzielbare Energieerzeugung ohne Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeits- und betrieblichen Aspekten.
- Potentialverluste FAH- und RW-Dotationen: Ökologisch bedingter Wasserbedarf für Fischwanderhilfen und Restwasser bei Ausleitungen.
- Bereits genutztes Potential (AAP): Ausgebautes bzw. bereits genutztes Potential.
- Technisch-nutzbares Restpotential (TNP_{rest}): theoretisch technisch nutzbares Restpotential bzw. Ausbaupotential (kein Steigerungspotential)

Beide Kategorien werden mit einer gesonderten Methodik analysiert und quantifiziert, da das Vorliegen von bestehenden Wasserkraftanlagen eine alternative Methodik benötigt als ungenutzte Gewässerstrecken (hydromorphologisch sehr gute Strecken).

Ausgangspunkt der Potentialberechnungen ist dabei das natürliche Wasserkraftpotential (WKP), das sich durch Multiplikation der Wasserfracht mit der Fallhöhe und der Erdbeschleunigung errechnen lässt. Zur Ermittlung der Höhenunterschiede sowie Gefälle wurde auf Höhen- bzw. Längsprofilen zurückgegriffen, während sämtliche hydrografische Daten dazu dienten, das Wasserdargebot bzw. Mittelwasser (MQ) für den jeweiligen Abschnitt zu ermitteln. Um zum technisch-nutzbaren Potential (TNP) zu gelangen, wurden gemäß der *Energie AG-Studie* aus dem Jahr 2005⁴ sogenannte technische Nutzungsfaktoren herangezogen. Im Falle vorhandener Rohplanungen ergab sich für diese Nutzungsfaktoren eine Bandbreite zwischen 52% und 87% und für die restlichen Gewässerstrecken gemäß der Methodik von Flögl⁵ ein Bereich zwischen 10% und 83%.

Nach Ermittlung des technisch-nutzbaren Potentials (TNP) je Gewässerabschnitt erfolgt eine Korrektur um die Verluste aufgrund von Dotationen für Fischwanderhilfen und Restwasser, welche in Vorstudien ermittelt wurden. Hierbei ist insbesondere auf Ergebnisse der Studie

⁴ Energie AG (2005): Analyse der Wasserkraftpotenziale in Oberösterreich.

⁵ Vgl. Flögl, W. (1981): Bericht zur Ermittlung des Wasserkraftpotentials in OÖ. FHCE – Ingenieurbüro Dr. Flögl Ziviltechniker GmbH für Wasserbau, Infrastruktur und Umwelttechnik.

von *Tichler et al.*⁶ zu verweisen, in der für sämtliche Lauf- und Ausleitungskraftwerke Dotationen für Fischwanderhilfen und Restwasser ermittelt wurden. Darauf aufbauend wurden je Gewässer durchschnittliche prozentuelle Werte bezogen auf das WKP errechnet, welche energiewirtschaftlich nicht genutzt werden können. Gemäß dieser Systematik ergeben sich für Gewässer mit hohem MQ, wie an der Traun, Potentialverluste von 1,1% des WKP, während an kleinen Gewässern mit geringem MQ verhältnismäßig hohe Verluste durch FAH- und RW-Dotationen auftreten (mehr als 15% des WKP). Im Falle der hydromorphologisch sehr guten Gewässerstrecken kann in weiterer Folge das technisch-nutzbare Restpotential berechnet werden, da in diesen Segmenten keine bestehende Wasserkraftnutzung berücksichtigt werden muss. Bei den Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten jedoch besteht an mehreren Segmenten eine Wasserkrafterzeugung, sodass diese Potentiale vom TNP noch abzuziehen sind, um schlussendlich das technisch-nutzbare Restpotential an diesen Segmenten ermitteln zu können.

Wie bereits in Kapitel 2 hingewiesen, wird in der Quantifizierung des technisch-nutzbaren Restpotentials für die beiden Kategorien HMSG und BSH darauf geachtet, dass es zu keinen Doppelzählungen des energiewirtschaftlichen Potentials kommt, da es sich an mehreren Segmenten um Überlappungen von HMSG und BSH handelt. Konkret betrifft dies Gewässerstrecken an Antiesen, Große Mühl, Innbach, Leitenbach und Mattig auf insgesamt 14 Flusskilometern, deren HMSG- und BSH-Anteile jeweils nur zu 50% berücksichtigt wurden. Somit erfolgt die Gesamtdarstellung des Restpotentials (HMSG & BSH) bereinigt um jene Strecken, die sowohl als HMSG als auch als BSH vorkommen, sodass jedes Gewässersegment jeweils nur einmal im Untersuchungsraum enthalten ist.

In der Methodik muss zudem darauf geachtet werden, ob sich die jeweilige Strecke an einem Grenzwasser befindet. Ist dies der Fall, so gilt eine gesonderte Methodik zur Ermittlung des technisch-nutzbaren Restpotentials. In Abstimmung mit dem Auftraggeber⁷ erfolgt in diesem Zusammenhang die Festlegung, dass alle Strecken an Grenzwässern zu Niederösterreich nicht vom gegenständlichen Regionalprogramm erfasst werden und somit nicht Teil dieser energiewirtschaftlichen Untersuchung sind. Für alle weiteren Strecken an Grenzwässern (ob zu anderen Bundesländern oder angrenzenden Staaten) gilt eine 50% - 50% Aufteilung des energiewirtschaftlichen Potentials.

⁶ Vgl. Tichler et al. (2011): Analyse der Auswirkungen der bis 2015 in Umsetzung des NGP 2009 zu setzenden wasserwirtschaftlichen Maßnahmen und möglichen technischen Revitalisierungs- und Kompensationsmaßnahmen auf die Energiewirtschaft in Oberösterreich.

⁷ Land OÖ, Abteilung Anlagen-, Umwelt- und Wasserrecht / Wasserwirtschaftliches Planungsorgan & Abteilung für Oberflächengewässerwirtschaft.

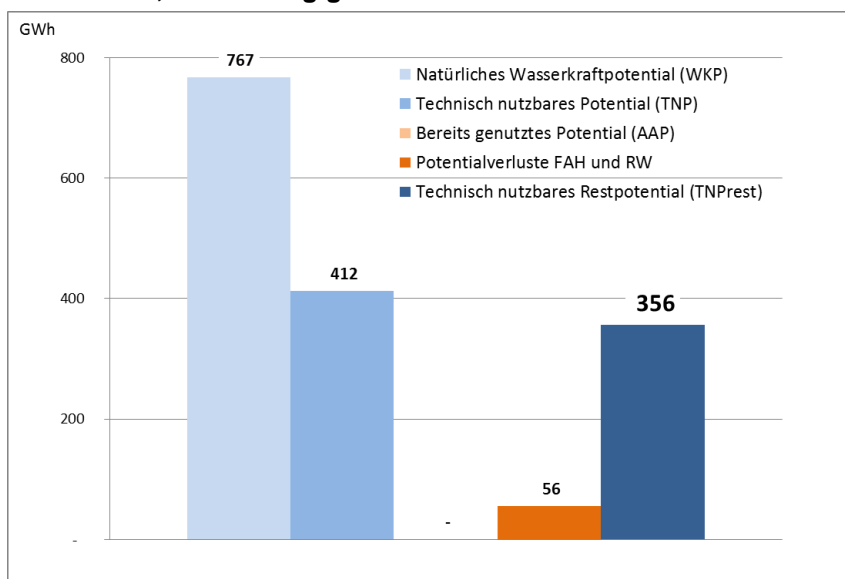
3.2 Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials

Im folgenden Abschnitt werden auf Basis der zuvor beschriebenen Methodik sowie Annahmen zur Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials die Ergebnisse dargestellt. In Kapitel 3.2.1 wird zunächst auf das Restpotential an hydromorphologisch sehr guten Gewässerstrecken eingegangen. Anschließend werden die Quantifizierungen der energiewirtschaftlichen Potentiale an Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten präsentiert (Kapitel 3.2.2), bevor in Kapitel 3.2.3 schließlich eine Gesamtdarstellung der energiewirtschaftlichen Potentiale für HMSG und BSH erfolgt.

3.2.1 Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials an hydromorphologisch sehr guten Gewässerstrecken (HMSG)

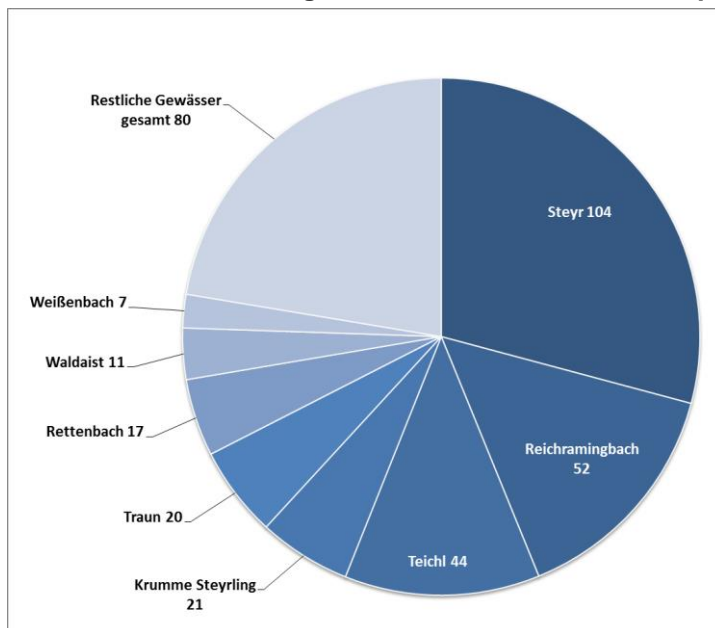
Nachfolgend wird gemäß der in Kapitel 3.1 beschriebenen Methodik für hydromorphologisch sehr gute Gewässerstrecken das technisch-nutzbare Restpotential (TNP_{rest}) dargestellt.

Abbildung 3-2: Technisch-nutzbare Restpotential an hydromorphologisch sehr guten Gewässerstrecken, Darstellung gesamt



Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

Abbildung 3-3: Technisch-nutzbare Restpotential an hydromorphologisch sehr guten Gewässerstrecken, Darstellung Gewässer mit höchstem Restpotential



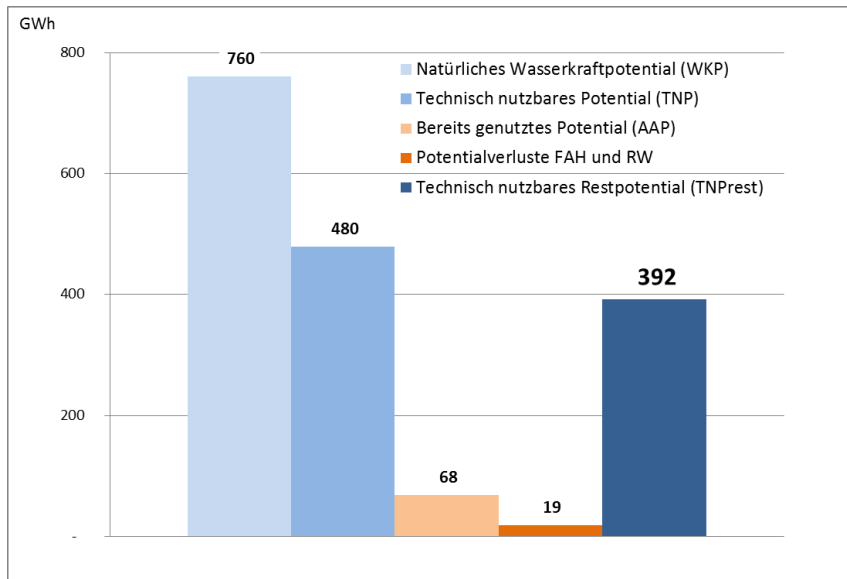
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

Abbildung 3-2 zeigt entsprechend der Methodik für die HMSG die Summenwerte für das natürliche Wasserkraftpotential von 767 GWh (WKP), das technisch-nutzbare Potential von 412 GWh (TNP), die Potentialverluste für FAH und RW (56 GWh) sowie das ermittelte theoretisch technisch-nutzbare Restpotential bzw. Ausbaupotential (TNPrest). In Summe ergibt sich an den hydromorphologisch sehr guten Strecken ein TNPrest von 356 GWh, was sich vor allem durch Segmente an der Steyr (104 GWh), Reichramingbach (52 GWh) und Teichl (44 GWh) zusammensetzt (siehe Abbildung 3-3). An den meisten untersuchten Gewässern beträgt das Ausbaupotential jedoch weniger als 10 GWh je Gewässer.

3.2.2 Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials an Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten (BSH)

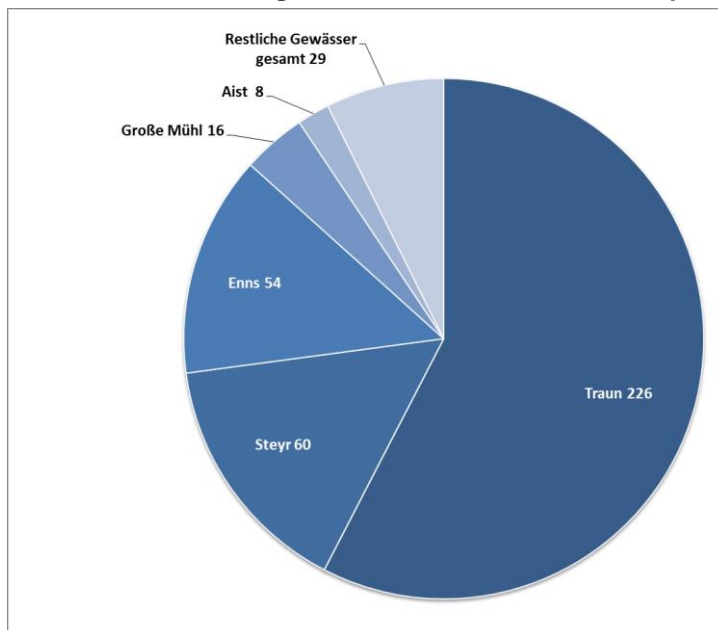
Gemäß der in Kapitel 3.1 beschriebenen Methodik wird nachfolgend für Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten das theoretisch technisch-nutzbare Restpotential (TNP_{rest}) abgebildet.

Abbildung 3-4: Technisch-nutzbares Restpotential an Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten, Darstellung gesamt



Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

Abbildung 3-5: Technisch-nutzbares Restpotential an Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten, Darstellung Gewässer mit höchstem Restpotential



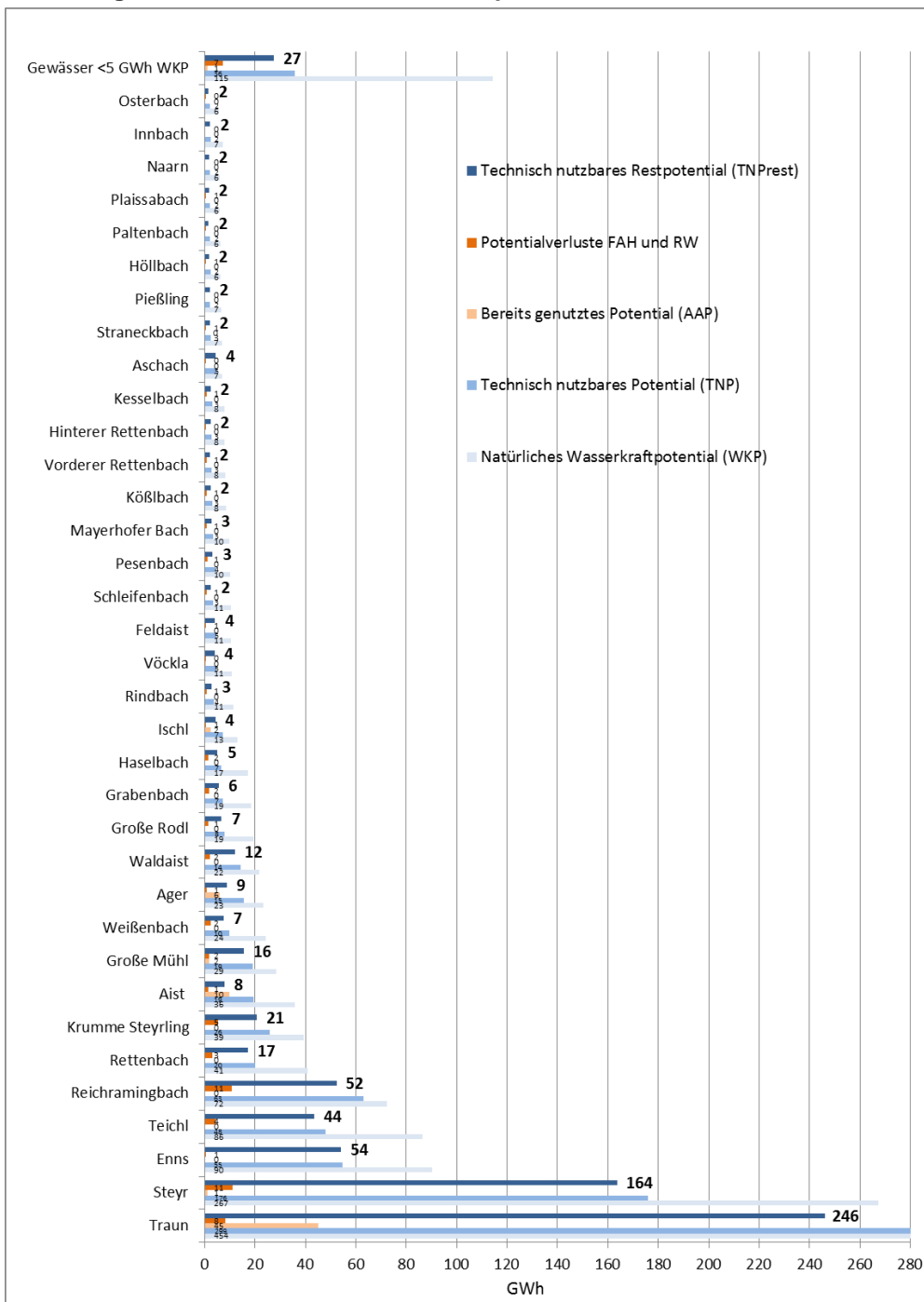
Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

Eine ähnliche Größenordnung der Ergebnisse wie für HMSG zeigen die Auswertungen für BSH in Abbildung 3-4: ausgehend von einem WKP von 760 GWh wurde ein TNP von 480 GWh ermittelt. Unter Abzug des bereits genutzten Potentials (68 GWh) sowie der Potentialverluste für FAH und RW (19 GWh) ergibt sich somit ein theoretisch technisch-nutzbares Restpotential von 392 GWh, was sich vor allem durch Segmente an der Traun (226 GWh), Steyr (60 GWh) und Enns (54 GWh) zusammensetzt (siehe Abbildung 3-5). An den meisten untersuchten Gewässern beträgt das Ausbaupotential jedoch weniger als 10 GWh je Gewässer.

3.2.3 Ergebnisse der Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials an schützenswerten Strecken (HMSG und BSH)

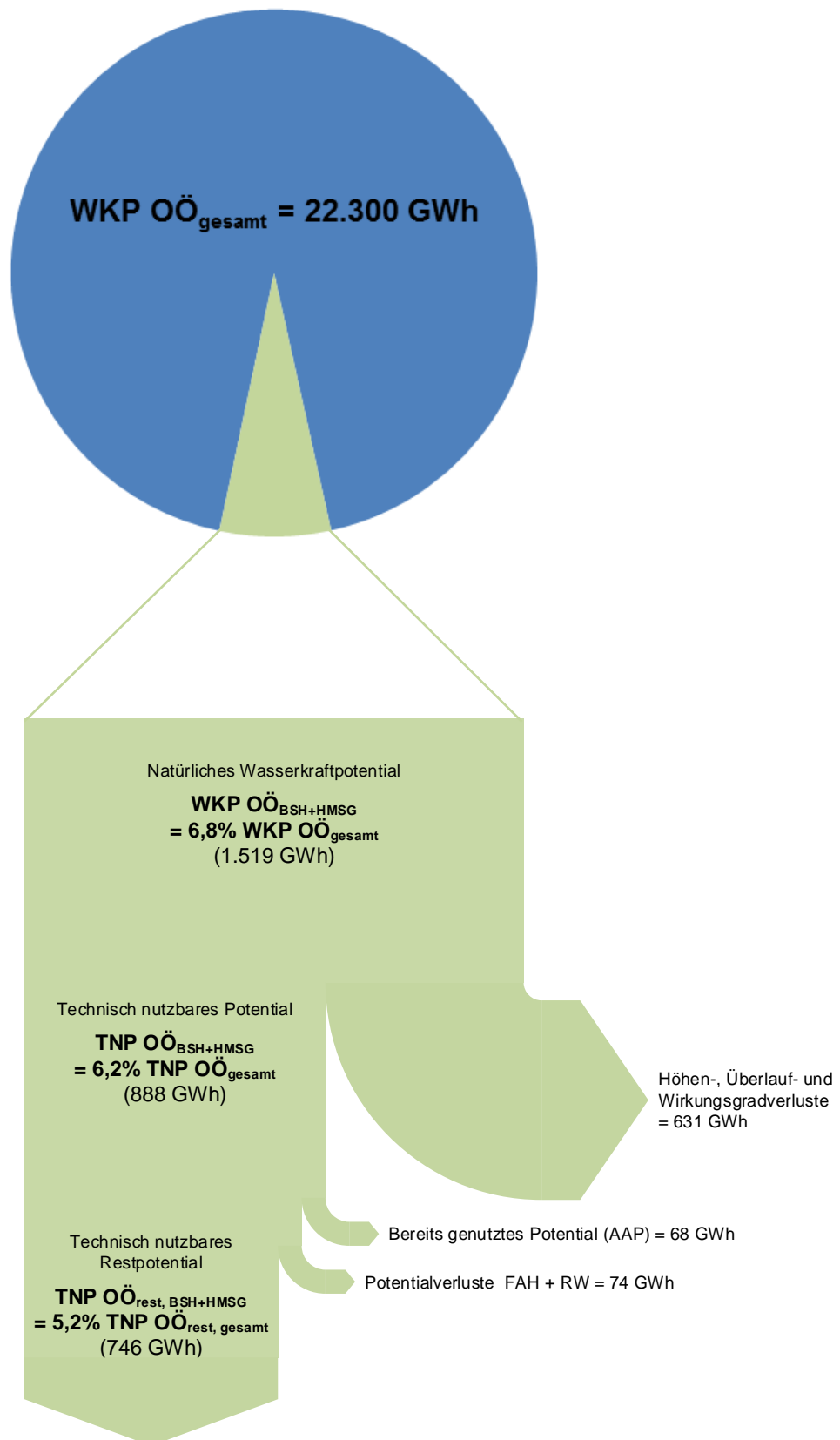
Nachfolgend werden die Ergebnisse der energiewirtschaftlichen Berechnungen an den hydromorphologischen Strecken und den Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten kumuliert nach Gewässern dargestellt, was dem Gesamtergebnis an schützenswerten Strecken entspricht.

Abbildung 3-6: Technisch-nutzbare Restpotential an HMSG und BSH, Darstellung je Gewässer



Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

Abbildung 3-7: Technisch-nutzbares Restpotential an HMSG und BSH, Darstellung gesamt



Quelle: eigene Darstellung und Berechnung.

Abbildung 3-6 zeigt zunächst je Gewässer die Auswertung der Gesamtergebnisse (HMSG und BSH) für das natürliche Wasserkraftpotential (WKP), das technisch-nutzbare Potential (TNP), das bereits genutzte Potential (AAP), die Potentialverluste für FAH und RW sowie zuletzt das ermittelte theoretisch technisch-nutzbare Restpotential bzw. Ausbaupotential (TNP_{rest}), wobei jene Gewässer zusammengefasst wurden, deren untersuchte Strecken in Summe unter einem natürlichen Wasserkraftpotential von 5 GWh liegen.

Entsprechend der Methodik wurde in der Zusammenführung der HMSG und BSH darauf geachtet, dass jene Strecken, die als HMSG sowie als BSH ausgewiesen wurden, in der Gesamtdarstellung nicht doppelt vorkommen. Diese 14 Kilometer Gewässerstrecken wurden jeweils zu gleichen Anteilen (jeweils 50%) als HMSG- und BSH-Strecken berücksichtigt. Zudem erfolgte wie bereits erläutert für Segmente an Grenzgewässer eine gesonderte Methodik, sodass das Potential an diesen Strecken jeweils nur zu 50% berücksichtigt wurde.⁸

Insgesamt zeigen die Segmente an der Traun (246 GWh), Steyr (164 GWh) und Enns (54 GWh) das höchste natürliche sowie theoretisch technisch-nutzbare Restpotential. Weiters wurden an der Teichl, Reichramingbach, Rettenbach und Krumme Steyring erhebliche theoretisch technisch-nutzbare Restpotentiale quantifiziert. An den meisten untersuchten Gewässern beträgt das Ausbaupotential jedoch weniger als 10 GWh je Gewässer.

Abbildung 3-7 zeigt schließlich die Ergebnisse des gesamten Untersuchungsraums, bereinigt um Überlappungen von HMSG und BSH sowie der Strecken an Grenzgewässern. Bezugnehmend auf das natürliche Wasserkraftpotential an allen Gewässern Oberösterreichs (22.300 GWh) zeigt sich ein Anteil von 6,8% (1.519 GWh) der im Zuge dieser Studie untersuchten Gewässerabschnitte, für die ein TNP von 888 GWh (6,2% des TNP von OÖ bzw. 7,1% bei 50% Grenzgewässeranteil) ermittelt wurde. In zwei weiteren Schritten wurde das TNP um das bereits genutzte Potential (68 GWh) sowie die Potentialverluste für FAH und RW (74 GWh) bereinigt, sodass ein theoretisch **technisch-nutzbare Restpotential (TNP_{rest}) von 746 GWh, das sind 5,2% des TNP von Oberösterreich bzw. 6% bei 50% Grenzgewässeranteil** quantifiziert wurde. 52% (bzw. 391 GWh) des TNP_{rest} entfällt dabei auf Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten und der Rest (48% bzw. 355 GWh) auf hydromorphologisch sehr gute Gewässerstrecken.

⁸ Ausnahme Segmente an der Grenze zu Niederösterreich: diese werden vom Regionalprogramm nicht erfasst und finden somit in dieser Untersuchung keine Berücksichtigung.

4 Wohlfahrtsökonomische Bewertung des technisch-nutzbaren Restpotentials

Die Analyse der gesamtheitlichen Effekte der Auswirkungen einer potentiellen Nutzung des energetischen Potentials an ökologisch besonders sensiblen und schützenswerten Fließgewässern erfordert neben der Integration direkter ökonomischer Parameter auch die Inkludierung von immateriellen Gütern und Dienstleistungen (bzw. nicht direkt quantifizierbaren Parametern). So sind neben Investitions- und Betriebskosten sowie dem Ertrag der Stromproduktion auch Faktoren wie Ökosystemleistungen unter Berücksichtigung der Seltenheit dieser Gewässerstrecken, Erhaltung von Tier- und Pflanzenarten, Eingriff in das Landschaftsbild, Effekte durch Tourismusänderungen, Fischereiauswirkungen, regionale Auswirkungen auf Luftschadstoffe, globale Effekte auf Treibhausgasemissionen, Versorgungssicherheit etc. in die Gesamtanalyse zu integrieren. Eine Auflistung aller bekannten Parameter ohne Anspruch auf Vollständigkeit erfolgt anschließend.

Die Theorien und Ansätze der Wohlfahrtsökonomie ermöglichen diese Analysen durch Integration von immateriellen Komponenten zur Quantifizierung der Gesamteffekte im Kontext der Umweltökonomie. Dies impliziert allerdings die Notwendigkeit zur Quantifizierung aller relevanten (bekannten) Auswirkungen, sofern nicht auf qualitative Nebenergebnisse Bezug genommen werden soll. Im Falle spezifischer Analysen im Kontext von seltenen (und aufgrund verschiedener Parameter besonders aus einer Gesamtmenge herausragenden Systemen) ist sodann auch insbesondere darauf zu achten, dass der Parameter der Seltenheit – in gesellschaftspolitischen Dimensionen durchaus auch vergleichbar mit Variablen wie Minderheitenrechte oder auch Verteilungsaspekten – eine Quantifizierung oder zumindest eine Gewichtung innerhalb aller Parameter der Gesamtanalyse erhält.

Für eine Quantifizierung der Wohlfahrtsänderung im Kontext von Verteilung oder Seltenheit ist die Kenntnis der sozialen Wohlfahrtsfunktion der betroffenen Gesellschaft relevant und systemimmanent. Dies impliziert zum einen die Kenntnis der individuellen Wohlfahrtsfunktionen. In diesen individuellen Wohlfahrtsfunktionen ist allerdings die idente Problemstellung der Aggregation der spezifischen Variablen vorhanden. Dieser Analyseschritt ist somit sehr komplex, könnte aber durchaus durch verschiedene *contingent valuation-Methoden* realisiert werden. Es ist allerdings stark zu postulieren, dass die Bekanntgabe etwa von marginalen Zahlungsbereitschaften oder auch von marginalen Akzeptanzbereitschaften für die Variablen Seltenheit oder auch Minderheit durch eine Mehrheit verzerrte Ergebnisse liefern würde, zum Teil auch durch Unkenntnis der Befragten zum Analysegegenstand. Eine alternative Methode wäre die Quantifizierung über Wiederbeschaffungswerte von Flora, Fauna und Landschaftsbild in anderen Regionen. Diese Bewertung wäre theoretisch möglich, ist allerdings vom Kapazitätsumfang nicht im Zuge der vorliegenden Studie realisierbar.

In der Literatur werden mehrere Methoden angeführt, wie Ökosystemleistungen ökonomisch evaluiert werden können. Welche Methode für die Bewertung gewählt wird, hängt nicht zuletzt vom Untersuchungsgegenstand ab. Im Bereich der Bewertung von seltenen Arten, muss zwischen jenen unterschieden werden, die genutzt werden (z.B. Speisefische) und jenen, die nicht genutzt werden. Für die Evaluierung des ökonomischen Wertes der „genutzten“ Arten können die Methoden der *contingent valuation*, des *hedonic pricing*, des *averting behaviour* oder eine Produktionsfunktion eingesetzt werden. Im Gegensatz dazu bietet sich für „nicht genutzte“ Arten in erster Linie die *contingent valuation* Methode mit einem *willingness-to-pay* Ansatz an.⁹

Beispiele für die Anwendung des *willingness-to-pay* Ansatzes können u.a. bei White, P. et al (1997)¹⁰ und White, P. et al (2001)¹¹ gefunden werden. Die Evaluierung von Naturschutzgebieten kann zudem auch durch die Reisekostenmethode (*Travel Cost Method*) bestimmt werden, sofern ein touristischer Nutzen vorliegt.¹² Fallstudien in der Literatur zur Quantifizierung des ökonomischen Wertes einer seltenen bzw. gefährdeten Art, wenden meist den *willingness-to-pay* Ansatz an. Je nachdem, um welche Art es sich handelt, je nach befragter Zielgruppe, Fragebogengestaltung (insbesondere Formulierung der Fragen), regionalem Untersuchungsrahmen, etc. schwanken die festgestellten Zahlungsbereitschaften deutlich. Beispielsweise schwankt der mittels der *willingness-to-pay* Methode festgestellte ökonomische Wert eines Lachses zwischen 10 und 139 USD. Eine wesentliche Unsicherheit ist, in einer Vielzahl an Fällen ein Informationsdefizit der Befragten über die Rolle der betreffenden Spezies im Ökosystem vorliegt und nicht der gesamte „Systemnutzen“ erfasst wird.¹³ Diese Unsicherheiten müssen beim Design und der Interpretation derartiger Studien unbedingt Beachtung finden.

⁹ Vgl. Nunes, P. und van den Bergh, J. (2001). Economic valuation of biodiversity: sense or nonsense? *Ecological Economics*, Vol. 39:2, pp. 203-222.

¹⁰ Vgl. White, P. et al (1997). Economic values of threatened mammals in Britain: A case study of the otter *Lutra lutra* and the water vole *Arvicola terrestris*. *Biological Conservation*, Vol. 82:3, pp. 345-354.

¹¹ Vgl. White, P. et al (2001). The use of willingness-to-pay approaches in mammal conservation. *Mammal Review*, Vol. 31:2, pp. 151-167.

¹² Vgl. Bodenhöfer, H. J. et al (2009). Ökonomische Wirkungsanalyse des Nationalparks Hohe Tauern. IHS Kärnten, Endbericht. Klagenfurt 2009.

¹³ Vgl. Richardson, L. und Loomis, J. (2009). The total economic value of threatened, endangered and rare species: An updated meta-analysis. *Ecological Economics*, Vol. 68:5, pp. 1535-1548.

Sidestep: theoretische Problemstellung der Aggregation von Präferenzen und Wertvorstellungen¹⁴

Zudem existiert weiters noch das grundlegende Problem der konkreten Definition der Ausprägung der sozialen Wohlfahrtsfunktion, die eine Rangordnung von ökonomischen Zuständen ermöglichen soll. Die Maximierung eines sozialen und somit gesamtgesellschaftlichen Wohlfahrtsoptimums kann als Analogie zur Nutzenmaximierung eines einzelnen Individuums betrachtet werden. Die Rangordnung von sozialen Wohlfahrtsniveaus erfolgt mit interpersonellen Vergleichen, die wiederum Ausdruck spezifischer ethischer Urteile sind. Nachdem bestimmte Bewertungskriterien zur Vergleichbarkeit von bestimmten Wohlfahrtsniveaus definiert werden müssen, ist die Ausgestaltung der Funktion an sich immer mit einer Subjektivität aufgrund der notwendigen Definition der Bewertungskriterien verbunden: „Die Gestalt der Wohlfahrtsfunktion ist dabei Ausdruck außerökonomisch vorgegebener Wertsetzungen.“ Es müssen somit subjektive Parameter zum Vergleich verschiedener Wohlfahrtsniveaus herangezogen werden.

Die soziale Wohlfahrtsfunktion impliziert somit nicht automatisch eine eindimensionale Aggregation von individuellen Präferenzen und individuellen Nutzenniveaus. Die Einbeziehung des Verteilungsaspektes durch die Definition von sozialen Wohlfahrtsfunktionen kann in unterschiedlichen Formen unternommen werden, die wiederum eine subjektive Dimension durch die Definition der Form der Aggregation der individuellen Nutzenniveaus beinhaltet.

Es ist leicht erkennbar, dass die Definition und Ausprägung einer sozialen Wohlfahrtsfunktion - und daraus abgeleitet eines sozialen Wohlfahrtsoptimums - die gesellschaftspolitischen Präferenzen beinhaltet und somit die Wahl einer bestimmten sozialen Wohlfahrtsfunktion per se auf subjektiven Kriterien basiert. Eine eindeutige Bestimmung des gesamtgesellschaftlich optimalen Wohlfahrtsniveaus ist daher nicht möglich.

Als Konsequenz muss konstatiert werden, dass im Rahmen der Wohlfahrtsökonomie keine eindeutige und allgemeingültige Implementierung der Einkommensverteilung möglich ist. Diese Unmöglichkeit einer eindeutigen Bestimmung der Präferenzen der Gesellschaft durch die Ableitung der Präferenzen der Individuen wird im Arrow-Unmöglichkeitstheorem festgehalten. Hierbei ist festzuhalten, dass das Arrow-Theorem impliziert, dass alle möglichen individuellen Präferenzordnungen zugelassen werden, dass das sogenannte *schwache Pareto-Prinzip* sowie die Bedingung der Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen erfüllt ist und dass kein Individuum im Sinne eines Diktators mit seinen Präferenzen allein die gesellschaftliche Entscheidung determiniert.

Die Parameter Ungleichheit, Verteilung und Seltenheit können durch den individualistischen Ansatz der Wohlfahrtsökonomie als Konsequenz nur unzureichend abgebildet und nicht eindeutig definiert werden.

¹⁴ Vgl. Tichler, R. (2009): Optimale Energiepreise und Auswirkungen von Energiepreisveränderungen auf die öö. Volkswirtschaft. Analyse unter Verwendung des neu entwickelten Simulationsmodells MOVE, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz, Energiewissenschaftliche Studien, Band 4, ISBN 978-3-99008-016-0.

Als Konsequenz der zuvor erläuterten Problemstellung kann somit im Kontext dieser Studie kein Gesamtfazit der aggregierten Auswirkungen einer potentiellen Nutzung des energetischen Potentials an ökologisch besonders sensiblen und schützenswerten Fließgewässern in Oberösterreich erfolgen. Als vorläufiges Endergebnis können alle denkbaren Partialeffekte aufgelistet werden. Von einer Teilquantifizierung bestimmter Partialeffekte wird aufgrund einer ansonsten verzerrenden Wirkung an dieser Stelle abgesehen.

Parameter formuliert im Kontext einer Situation ohne energetische Erschließung der Fließgewässer:

- Erhaltung von Flora, Fauna und Sedimenttransport von Strecken mit hydromorphologisch sehr gutem Zustand
- Erhaltung von seltenen Habitaten
- Erhaltung der Biodiversität ökologisch sensibler Fließgewässer
- Verhinderung des Eingriffes in das Landschaftsbild
- Erhaltung von Naherholungsgebieten
- Bidirektionale Auswirkungen auf den regionalen/lokalen Tourismus
- Bidirektionale Auswirkungen auf die lokale Fischereiwirtschaft
- Bidirektionale Auswirkungen auf die Regionalentwicklung

Weitere Parameter formuliert vice versa im Kontext einer energetischen Erschließung:

- Geringere Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffemissionen durch potentielle Substitution von fossiler Energieproduktion
- Regionale Wertschöpfungseffekte durch Errichtung und Betrieb eines Wasserkraftwerks mit anschließenden Multiplikatoreffekten wie zusätzlichen Beschäftigten durch Investitionsimpulse
- Substitution von Energieimporten und Wertschöpfungszufluss durch die energetische Nutzung
- Erhöhung des Eigenversorgungsgrades einer Region und Steigerung der Versorgungssicherheit durch die energetische Nutzung
- Effekte eines indirekten Hochwasserschutzes im Einzelfall möglich
- Bidirektionale Auswirkungen auf den regionalen/lokalen Tourismus
- Bidirektionale Auswirkungen auf die lokale Fischereiwirtschaft
- Bidirektionale Auswirkungen auf die Regionalentwicklung

Zusammenfassend ist darauf hinzuweisen, dass eine umfassende quantitative wohlfahrtsökonomische Bewertung zwar möglich, allerdings ausschließlich im Zuge einer Studie mit

hohem Kapazitätsaufwand lösbar wäre. Neben Investitions- und Betriebskosten sowie dem Ertrag der Stromproduktion wären dabei auch die immateriellen Güter und Dienstleistungen zu bewerten und dabei auch der (immaterielle) Wert sowie die Änderung des Wertes der oben genannten Parameter abzuschätzen. Auf unterschiedliche dynamische Entwicklungsmöglichkeiten der Region (Seltenheit, Attraktivität, Alleinstellungsmerkmal aufgrund der Anzahl und Bedeutung der regional vorhandenen naturnahen Gewässerstrecken und Habitate) ist hierbei ebenso Bedacht zu nehmen.

Im Kontext der vorliegenden Studie kann somit ausschließlich eine Nennung der obigen Faktoren erfolgen; sämtliche Variablen sind als bedeutend und existent zu bewerten und könnten im Optimalfall unter Beachtung der oben genannten Anforderungen, Unsicherheiten und Unwägbarkeiten bewertet und in eine gesamthafte Entscheidungsmatrix integriert werden.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Studie hat eine Evaluierung des theoretisch technisch-nutzbaren energie-wirtschaftlichen Potentials an schützenswerten Strecken in Oberösterreich zum Ziel. Der Untersuchungsraum der in diesem Regionalprogramm für Oberösterreich enthaltenen Strecken umfasst schützenswerte Gewässersegmente und teilt sich auf in hydromorphologisch sehr gute Strecken (HMSG) sowie Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten (BSH). Der definierte Untersuchungsraum beinhaltet 243 Strecken bzw. 622 Flusskilometer an 128 Gewässern, wobei es sich davon bei 14 Flusskilometer um Überlappungen von HMSG und BSH handelt. Diese 14 Kilometer Gewässerstrecken werden jeweils zu gleichen Anteilen (jeweils 50%) als HMSG- und BSH-Strecken berücksichtigt. Zudem befinden sich einige der zu untersuchenden Segmente an Grenzgewässern, für die eine gesonderte Methodik anzuwenden ist.

Die Quantifizierung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials an den schützenswerten Strecken in Oberösterreich zeigt ein erhebliches Potential v.a. an der Traun (246 GWh), Steyr (164 GWh) und Enns (54 GWh). An den meisten untersuchten Gewässern beträgt das Ausbaupotential jedoch weniger als 10 GWh je Gewässer. Für den gesamten Untersuchungsraum wurde entsprechend der Methodik ein **theoretisch technisch-nutzbare Restpotential (TNP_{rest}) von 746 GWh quantifiziert, das sind 5,2% des technisch nutzbaren Potentials von Oberösterreich bzw. 6% bei einem Grenzgewässeranteil von 50%**, wobei 52% (bzw. 391 GWh) davon auf Strecken mit besonders schützenswerten Habitaten und der Rest (48% bzw. 355 GWh) auf hydromorphologisch sehr gute Gewässerstrecken entfallen.

Eine umfassende quantitative wohlfahrtsökonomische Bewertung des theoretisch technisch-nutzbaren Restpotentials wäre zwar möglich, allerdings ausschließlich im Zuge einer Studie mit hohem Kapazitätsaufwand lösbar. Neben Investitions- und Betriebskosten sowie dem Ertrag der Stromproduktion wären dabei auch die immateriellen Güter und Dienstleistungen zu bewerten und dabei auch der (immaterielle) Wert der Erhaltung des hydromorphologischen Zustandes und der besonderen ökologischen Funktion der insgesamt 243 Gewässerstrecken bzw. 622 Flusskilometer abzuschätzen. Auf unterschiedliche dynamische Entwicklungsmöglichkeiten der Region (Seltenheit, Attraktivität, Alleinstellungsmerkmal aufgrund der Anzahl und Bedeutung der regional vorhandenen naturnahen Gewässerstrecken und Habitate) ist hierbei Bedacht zu nehmen.