

Energienutzung, Energieeffizienz und Energieresilienz in der Wasserversorgung



(Fotocredit: ©AdobeStock)

HERAUSGEBER:

**ÖSTERREICHISCHE VEREINIGUNG FÜR DAS GAS- UND WASSERFACH
A-1010 WIEN, SCHUBERTRING 14**

**EINE STUDIE IM AUFTRAG DER ÖSTERREICHISCHEN VEREINIGUNG FÜR DAS GAS UND WASSERFACH (ÖVGW)
UND DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, REGIONEN UND WASSERWIRTSCHAFT**

 **Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft**

 **ÖVGW**
ÖSTERREICHISCHE VEREINIGUNG
FÜR DAS GAS- UND WASSERFACH

ERSTELLT DURCH

**Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz
Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Universität für Bodenkultur Wien**



DI Dr. Roman Neunteufel

Wien, Jänner 2024

Inhalt

1	Anlass und Ziel	5
2	Methodik	5
2.1	Verwendete Grundlagen	5
2.2	Fragestellungen und Durchführung der Umfrage	6
2.3	Plausibilitätsprüfung.....	7
2.4	Erhebungsstatistik	7
2.5	Hochrechnung und Interpretation	9
3	Hintergründe zu Wasser- und Energienutzung	11
3.1	Physikalische Grundlagen.....	11
3.1.1	Energie und Leistung	11
3.1.2	Der Wirkungsgrad (η [eta])	12
3.1.3	Wasserpumpen	14
3.1.4	Wasserkraftanlagen.....	14
3.2	Gesetzliche Grundlagen	15
3.2.1	Energieeffizienz-Richtlinie der EU	15
3.2.2	Bundes-Energieeffizienzgesetz – EEffG	15
3.3	Kennzahlen zu Bevölkerung, Wasser- und Energienutzung	16
3.3.1	Bevölkerungsstand	16
3.3.2	Wasserversorgung in Österreich	16
3.3.3	Energienutzung in Österreich.....	16
4	Strombedarf der Wasserversorgung	17
4.1	Stromverbrauch gesamt.....	17
4.2	Hochrechnung und Entwicklung des Strombedarfs	18
4.3	Einflussfaktoren und Zusammensetzung des Stromverbrauchs	22
4.3.1	Förderhöhe	22
4.3.2	Ressourcenart.....	23
4.3.3	Aufbereitungserfordernis.....	24
4.3.4	Zusammensetzung des Stromverbrauchs	25
4.4	Höhen- und mengennormierter spezifischer Stromverbrauch der Pumpwerke	27
4.4.1	Wirkungsgrad der Pumpwerke.....	31
4.4.2	Richtwerte für den Wirkungsgrad von Pumpen.....	33
4.5	Zusammenfassung, Einordnung und Vergleiche des Energiebedarfs	34
5	Einsparungspotentiale.....	36
5.1	Steigerung der Pumpeneffizienz	36
5.2	Wasserverlustmanagement	39
5.3	Sonstige Optimierungspotentiale.....	44

5.4	Zusammenfassung, Einordnung und Vergleiche der Einsparungspotentiale.....	46
6	Energiegewinnung.....	48
6.1	Stromproduktion durch Trinkwasserkraftwerke (TWKW)	48
6.1.1	Wirkungsgrad der Trinkwasserkraftwerke	49
6.1.2	Optimierung und Erweiterungspotentiale von Trinkwasserkraftwerken	50
6.1.3	Abschätzung der Energiegewinnung und möglicher Erweiterungspotentiale durch Trinkwasserkraftwerke.....	51
6.2	Stromproduktion durch PV-Anlagen	52
6.2.1	Erweiterungspotentiale von PV-Anlagen	54
6.2.2	Abschätzung der Energiegewinnung durch PV-Anlagen	54
6.3	Zusammenfassung und Einordnung der Energiegewinnung.....	55
7	Energieresilienz	58
7.1	Versorgungssituation bei Ausfall der regulären Stromversorgung (Blackout).....	58
7.2	Notstromversorgung der Wasserversorgung.....	60
7.3	Zusammenfassung und Einordnung der Energieresilienz	62
8	Zusammenfassung und Ausblick	63
8.1	Allgemeine Aspekte.....	63
8.2	Stromverbrauch der Wasserversorgung	63
8.3	Einsparungspotentiale.....	65
8.4	Energiegewinnung.....	66
8.5	Energieresilienz	67
8.6	Fazit	68
9	Literatur.....	69
10	Anhang: Fragebogen	71

1 ANLASS UND ZIEL

Im Rahmen einer früheren Studie zur Energieeffizienz mit Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al., 2012) wurde eine große Erhebung mit Focus auf Stromverbrauch und Stromgewinnung in der Wasserversorgung durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Studie wurden nun, nach über 10 Jahren, einer Aktualisierung unterzogen und insbesondere vor dem Hintergrund der stark volatilen Energiepreise der letzten Jahre und in Hinblick auf die Versorgungssicherheit mit elektrischem Strom ergänzt.

Insbesondere wurden auch Einsparungspotentiale und Substitutionsmöglichkeiten durch eigene Energieerzeugung, nicht nur durch Trinkwasserkraftwerke, sondern auch durch Photovoltaik (PV)-Anlagen berücksichtigt.

Ziel ist die Verfügbarkeit einer aktuellen Datengrundlage für repräsentative Aussagen in Bezug auf die Energienutzung, Energieeffizienz und Energieresilienz in der österreichischen Trinkwasserwirtschaft.

2 METHODIK

Um die existierende Situation der Energienutzung, Energieeffizienz und Energieresilienz in der Wasserversorgung möglichst gut einschätzen zu können, wurden alle größeren österreichischen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) bzw. Gemeinden kontaktiert und um relevante Daten betreffend Wassermengen, versorgte Bevölkerung, Stromverbrauch bzw. -produktion sowie um zahlreiche weitere Hintergrundinformationen zum Betrieb gebeten.

Die daraus berechneten Kennzahlen ermöglichen durch eine Hochrechnung einen Gesamtüberblick über den elektrischen Energiebedarf sowie die Abschätzung der Stromproduktion und ermöglichen über die Feststellung der aktuellen Energieeffizienz eine Einschätzung möglicher Einsparungspotentiale.

Die Energieresilienz des Wasserversorgungssektors wird anhand der Verfügbarkeit von Notstromversorgung sowie resultierenden Einschränkungen der Versorgung bei einem längerfristigen Ausfall der Stromversorgung betrachtet.

Die gesamte Projektdurchführung erfolgte im Wesentlichen im Jahr 2023.

2.1 Verwendete Grundlagen

Allgemeine Hintergrundinformationen wurden durch eine Literatur- und Internetrecherche gewonnen. Insbesondere wurden dabei folgende Grundlagen berücksichtigt:

- Energieeffizienz-Richtlinie der Europäischen Kommission (EED, RL 2012/27/EU und Änderung (EU) 2018/2002)
- Bundes-Energieeffizienzgesetz – EEEffG (Fassung vom 16.07.2023 des Bundesgesetzes mit der letzten Änderung gem. BGBl. I Nr. 59/2023)
- Allgemeine statistische Daten der Statistik Austria
- Publikationen des Landwirtschaftsministeriums und des Klimaschutzministeriums
- Bevölkerungsdaten der Statistik Austria

Die **Sektordaten** zu Energienutzung, Energieeffizienz und Energieresilienz wurden in Form einer Umfrage erhoben. Als Bezugszeitraum der Datenerhebung wurde das Jahr 2022 definiert.

Die Erhebungsunterlagen der Umfrage wurden durch das Institut für Siedlungswasserbau, Industriebewirtschaftung und Gewässerschutz der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) entwickelt und durch die Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) per E-

Mail an Wasserversorgungsunternehmen versendet. Die Entgegennahme der Rücksendungen sowie Uргenzen der Datenerhebung erfolgte ebenso durch die ÖVGW. Die Plausibilitätsprüfung der eingegangenen Daten, allfällige Datenaufbereitungen und -korrekturen, Definition erforderlicher Rückfragen, Datenzusammenstellung, Analyse und zusammenfassende Berichtslegung erfolgte durch die BOKU.

2.2 Fragestellungen und Durchführung der Umfrage

Die **Erhebungsunterlagen** beinhalten quantitative Fragen (Zahlenwerte), offenen Fragen (freier Text) sowie Entscheidungsfragen (ja/nein) und wurden mit dem Ziel entwickelt, folgende Fragestellungen beantworten zu können:

- **Energiebedarf der Wasserversorgung**
 - Wie hoch ist der spezifische Strombedarf in Bezug auf die versorgte Bevölkerung bzw. je m³ Wasser ggf. differenziert nach verschiedenen Rahmenbedingungen?
 - Welche Wirkungsgrade werden erreicht und welche Wirkungsgrade sind denkbar?
 - Sind gegenüber der Erhebung des Jahres 2011 Veränderungen sichtbar?
 - Wenn verfügbar werden auch internationale Vergleiche angestellt.

- **Einsparungspotentiale**
 - Wie hoch sind die theoretisch möglichen Einsparungspotentiale durch eine Steigerung der Pumpeneffizienz oder durch eine Verminderung der Wasserverluste?
 - Sind noch andere Maßnahmen (z.B. Optimierung der Steuerung) vorstellbar und welche Einsparungspotentiale könnten sich daraus ergeben?
 - Sind gegenüber der Erhebung des Jahres 2011 Veränderungen sichtbar?

- **Energiegewinnung**
 - Wie hoch ist die Stromproduktion durch Trinkwasserkraftwerke (TWKW) und andere Arten der Energiegewinnung wie Photovoltaik (PV)? Wie stark konnte die Stromproduktion gegenüber der Erhebung des Jahres 2011 gesteigert werden?
 - Wie hoch ist der Eigenversorgungsgrad der Branche und welches Ausbaupotential mit Bezug auf TWKW und PV ist noch vorstellbar?

- **Versorgungssicherheit und Notstromversorgung**
 - Wie hoch ist die Verfügbarkeit einer netzunabhängigen Notstromversorgung, welche Technologien kommen zum Einsatz und wie lange könnte die Versorgung aufrechterhalten bleiben?

Um den Erhebungsaufwand zu begrenzen, wurde die **Aussendung der Umfrage** auf die sogenannte „1000er-Liste“ beschränkt. Darin sind jene knapp über 1.000 WVU mit jeweils aktuellen Kontaktdaten enthalten, in deren Versorgungsgebiet zumindest 1.000 oder mehr Personen leben. *Der ausgesendete Fragebogen findet sich im Anhang.*

All jene WVU, denen ein Fragebogen zugesendet wurde und von denen keine Rückmeldung auf eine wiederholte Kontaktaufnahme per E-Mail erfolgte, wurden zusätzlich zumindest noch einmal telefonisch kontaktiert. Je nach Relevanz bzw. Größe des WVU wurde auch mehrfach Kontakt aufgenommen und um Zusendung der Daten gebeten.

2.3 Plausibilitätsprüfung

Vor der weiteren Verwendung wurden alle Datensätze auf ihre Plausibilität überprüft. Dabei wurden zu Beginn alle offensichtlichen Datenfehler korrigiert (z.B. Verwechslungen oder nachvollziehbare Summen- oder Formatfehler innerhalb von Zahlen).

Die in Plausibilitätsprüfungen erfolgten anschließend in folgenden Kategorien:

- **Summenprüfungen der Wassergewinnung**, wenn die Unterkategorien Brunnen, Quellen und Fremdbezug angegeben wurden, Aufteilung **Systemeinspeisung** in die einzelnen Komponenten des Wasserverbrauches und der Wasserverluste sowie Aufteilung des **Stromverbrauchs**, wenn die Unterkategorien für Pumpenstrom, Aufbereitung oder sonstiger Stromverbrauch angegeben wurden.
- **Spezifischer Stromverbrauch** (kWh/m³/100m) bzw. **Stromverbrauch gesamt** (kWh/m³): Bei Unterschreitung des physikalisch möglichen Grenzwertes (siehe 3.1.1 ab Seite 11 und 3.1.2 ab Seite 12) bzw. bei Annahme eines maximalen Wirkungsgrades von 80 % des Gesamtsystems bereits ab einer Unterschreitung von 0,34 kWh / m³ / 100 m oder auffällig hohen Werten des Gesamtstromverbrauches wurde der Datensatz auf mögliche Ursachen hin untersucht und nötigenfalls bei dem betreffenden WVU nachgefragt.
- **Wasserverluste** (Nicht in Rechnung gestellte Wassermengen (NRW) und reale Verluste als % Wert der Systemeinspeisung): Bei auffällig niedrigen oder hohen Werten wurde der Datensatz auf nachvollziehbare Ursachen hin untersucht und nötigenfalls bei dem betreffenden WVU nachgefragt.
- **Pro Kopf Verbrauch** (l/Ed) inkl. allen mitversorgten Verbrauchern: Bei auffällig niedrigen oder hohen Werten wurde der Datensatz auf nachvollziehbare Ursachen hin untersucht und nötigenfalls bei dem betreffenden WVU nachgefragt.
- **Spezifische Stromproduktion** mit Trinkwasserkraftwerken (kWh/m³/100m): Bei Überschreitung des physikalisch möglichen Grenzwertes unter Berücksichtigung des maximal möglichen Gesamtwirkungsgrades von 90 % wurde der Datensatz bei dem betreffenden WVU nachgefragt.

Bei negativ verlaufender Plausibilisierung und wenn trotz Nachfrage bei dem betreffenden WVU keine Korrektur erfolgen konnte, wurden die betreffenden Kennzahlen nicht für die weiteren Betrachtungen herangezogen.

2.4 Erhebungsstatistik

Der Fragebogen wurde an knapp 1.050 Wasserversorgungsunternehmen in Österreich versendet. Die Kontaktdaten stammen aus der sogenannten „1000er-Liste“ der ÖVGW. Darin sind weitestgehend jene WVU vertreten, die 1.000 oder mehr Einwohner versorgen bzw. zumindest 1.000 oder mehr Einwohner im Versorgungsgebiet leben.

Gemäß einer Prioritätenreihung wurden die Wasserversorger zusätzlich telefonisch kontaktiert und um die Teilnahme an der Erhebung gebeten.

Insgesamt wurden von 179 WVU Daten rückgemeldet. Bei 53 Datensätzen wurden im Zuge der Plausibilitätsprüfung eigenständige Datenkorrekturen vorgenommen. Bei 23 WVU wurden Nachfragen durchgeführt, die in 11 Fällen eine Verbesserung der Datensätze ermöglichten. Für 7 Datensätze war keinerlei räumliche Zuordnung möglich.

Die jeweilige Kennzahlenberechnung erfolgte je nach Vollständigkeit der Datensätze auf folgender Datenbasis:

- 172 Datensätze mit vollständigen Angaben zur Wasserherkunft (Gewinnung aus Brunnen Quellen oder Fremdbezug)
- 165 Datensätze mit vollständigen Angabe zur Berechnung des gesamten Stromverbrauchs (kWh / m³ Systemeinspeisung), darin
 - 160 Datensätze auf NUTS2-Ebene für Hochrechnungen lokalisierbar
 - 74 bis 93 Datensätze mit vollständigen Angabe zur Berechnung des spezifischen Stromverbrauchs (je nach Kennzahl), darin
 - 62 Datensätze mit zudem plausiblen Angaben zum spezifischen Stromverbrauch: (kWh / m³ / 100 m) gemäß des physikalischen Grenzwertes (0,2725 kWh / m³ / 100 m)
- 151 bzw. 125 Datensätze mit vollständigen und plausiblen Angaben zur Berechnung der Wasserverluste (je nach Kennzahl)
 - 153 Datensätze mit allgemein relevanten Angaben der NRW nach Abzug von Sondersituationen (z.B. zurückgeleitetes Wasser, reine Fernversorgungen)
- 18 Datensätze mit Angaben zur Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken (TWKW), darin
 - 7 Datensätze mit vollständigen und plausiblen Angaben zum Wirkungsgrad
- 33 Datensätze mit Angaben zur Stromproduktion mit PV-Anlagen

Die insgesamt **179 Datensätze repräsentieren rund 5,6 Mio. versorgte Personen**, berechnet unter anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen. Bezogen auf die gesamte zentral versorgte Bevölkerung von rund 9,3. Mio. versorgten Personen, ebenso berechnet unter anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen, entspricht das einem **Anteil von rund 60 %**. Die jeweils in den Kennzahlenberechnungen repräsentierten Personenzahlen variieren entsprechend der Vollständigkeit der Datensätze und sind immer direkt zu Beginn der Kapitel explizit angegeben.

Bezogen auf die rund 5.500 Wasserversorgungsunternehmen in Österreich (siehe Kapitel 3.3.2) ergibt sich für die 160 Datensätze, aus denen der gesamte Stromverbrauch hochgerechnet wurde (siehe Kapitel 4.1), bei einem **Konfidenzniveau von 95 %** eine Abschätzung der Fehlerspanne von +/- 7,5 %. Das heißt, es ist zu 95 % sicher, dass der tatsächliche Wert innerhalb des Bereiches des angegebenen Wertes **+/- 7,5 %** liegt.

Für kleinere Stichprobenumfänge ist das Konfidenzniveau entsprechend niedriger beziehungsweise die Fehlerspanne größer. Für die 62 Datensätze mit Angaben zum spezifischen Stromverbrauch (siehe Wirkungsgradbetrachtungen in Kapitel 4.4.1) ergibt sich bei einem Konfidenzniveau von 90 % eine Abschätzung der Fehlerspanne von +/- 10,5 %.

Für noch kleinere Stichprobenumfänge sind Darstellungen eher exemplarisch und als Überblick über den existierenden Wertebereich zu verstehen.

Für die 18 Datensätze mit Angaben zur Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken sowie die 33 Datensätze mit Angaben zur Stromproduktion mit PV-Anlage können Konfidenzniveau und Fehlerspanne nicht abgeschätzt werden, da die Grundgesamtheit aller derartiger Fälle nicht bekannt ist. Die Betrachtung der gesamten Energiegewinnung durch WVU erfolgt daher nur als Abschätzung unter Verwendung von Analogieschlüssen und Annahmen.

2.5 Hochrechnung und Interpretation

Die Hochrechnung auf Gesamtzahlen für Österreich erfolgte generell auf Basis der Bevölkerungszahlen. Gegenüber einer österreichweit einheitlichen Hochrechnung in der früheren Studie (Neunteufel et al., 2012) wurde in der gegenständlichen Betrachtung eine differenziertere Hochrechnungsmethode gewählt, in der separate **Hochrechnungsfaktoren je NUTS 2-Region** (Bundeslandebene) verwendet wurden. Dadurch konnte der topografisch bedingte, unterschiedliche spezifische Stromverbrauch der Regionen besser berücksichtigt werden.

Noch detailliertere Hochrechnungsfaktoren je NUTS 3-Region stehen auf Basis der verfügbaren Daten nicht zur Verfügung. Zum einen, da nicht mehr für jede NUTS 3-Region zumindest ein WVU als Vertreter in der Stichprobe enthalten ist und wieder ersatzweise NUTS 2-Hochrechnungsfaktoren verwendet werden müssten und zum anderen, da die in der Hochrechnung verwendete „Zahl der versorgten Personen gesamt“ aus frei zugänglichen Daten der Statistik Austria nur für NUTS 2-Regionen, aber nicht für die NUTS 3-Regionen berechnet werden konnte.

Die „Zahl der versorgten Personen gesamt“ berechnet sich dabei aus der Zahl der Hauptwohnsitze plus der Zahl der Nebenwohnsitze gewichtet mit dem Faktor 0,5 und plus der Zahl der Nächtigungen dividiert durch 365. Dies entspricht genau der Definition, die auch zur Berechnung von Branchen-Kennzahlen sowie in der gegenständlichen Erhebung verwendet wird. Innerösterreichische Nebenwohnsitze und inländische Nächtigungen könnten dabei zwar theoretisch als „Nullsummenspiel“ weggelassen und nur die Zahlen ausländischer Staatsbürger inkludiert werden, jedoch ist diese Differenzierung der Nebenwohnsitze zum einen nicht mit frei zugänglichen Daten möglich und zum anderen ist der Wasserverbrauch aller Nebenwohnsitze und Nächtigungen in den Systemeinspeisungen der WVU enthalten und kann nicht weiter differenziert werden. Somit sind auch Abwesenheiten vom Hauptwohnsitz bereits implizit in den Datenerhebungen berücksichtigt und das anteilige Einbeziehen auch von inländischen Nächtigungen und Nebenwohnsitzen in der Hochrechnung ist methodisch korrekt. Dementsprechend erfolgt die Hochrechnung für Österreich anhand der Gesamtzahl von rund 10,1 Mio. (Zahl der versorgten Personen gesamt) aufgegliedert als Faktor aus dem österreichweiten bzw. je Region berechneten Werten gegenüber den in der Stichprobe erfassten Zahlen und den zugehörigen Verbräuchen von z.B. Wasser und Strom.

Tabelle 1 zeigt, wie sich die „Zahl der versorgten Personen gesamt“ je Region zusammensetzt sowie die gesamten Fallzahlen der in der Stichprobe je Region vertretenen Datensätze und die sich daraus ergebenden Hochrechnungsfaktoren. Da die Datensätze nicht in allen Details immer vollständig zur Verfügung stehen (siehe 2.4), kommen, je nach betrachteter Kennzahl und der dazu in der Stichprobe enthaltenen Daten, unterschiedliche und im Allgemeinen höhere als die in der Tabelle gezeigten Hochrechnungsfaktoren für die österreichweiten Hochrechnungen zum Einsatz.

Tabelle 1: Bevölkerungsstatistik und Hochrechnungsfaktoren

Quellen: STATISTIK AUSTRIA (siehe nachstehend), sowie eigene Berechnung und aktuelle Erhebung		Hauptwohn- sitze 2022	Nächtigungen inländische Gäste 2022	Nächtigungen ausländische Gäste 2022	Nebenwohn- sitzfälle 2022	Zahl der versorgten Personen gesamt Ö	HR Faktor (Vers. Pers. Ö. ges. / Vers. Pers.)	Fallzahlen Stichprobe gesamt
AT	Österreich gesamt	9 089 251	37 283 168	93 335 256	1 396 494	10 145 357	1,80	172
NUTS1	OSTÖSTERREICH	3 991 080	8 972 893	11 533 554	696 655	4 395 590	1,27	53
	SÜDÖSTERREICH	1 832 748	13 016 927	12 149 475	255 253	2 029 324	3,44	43
	WESTÖSTERREICH	3 265 423	15 293 348	69 652 227	444 586	3 720 444	2,42	76
NUTS2 Regionen	Burgenland	301 333	2 230 060	615 753	68 310	343 285	1,33	7
	Niederösterreich	1 717 700	4 314 584	1 991 485	363 166	1 916 560	1,81	45
	Wien	1 972 047	2 428 249	8 926 316	265 179	2 135 745	1,00	1
	Kärnten	568 862	5 563 201	7 043 194	96 025	651 413	4,91	15
	Steiermark	1 263 886	7 453 726	5 106 281	159 228	1 377 911	3,01	28
	Oberösterreich	1 521 868	4 359 064	3 208 711	168 982	1 627 093	1,83	50
	Salzburg	567 580	6 175 242	19 614 922	98 307	687 391	2,43	12
	Tirol	770 321	3 810 600	39 451 156	138 605	958 149	5,05	5
Vorarlberg	405 654	948 442	7 377 438	38 692	447 811	2,54	9	

Quellen: Für die Hochrechnungen wurden der Bevölkerungsstand zum Stichtag 31.10. für das Jahr 2022 (STATISTIK AUSTRIA, 2023 a) sowie, für die anteilige Berücksichtigung der Nchtigungen und Nebenwohnsitze, die Beherbergungsstatistik für das Tourismusjahr 2022 (STATISTIK AUSTRIA, 2023 b) und die Nebenwohnsitzfälle zu Jahresbeginn 2022 (STATISTIK AUSTRIA, 2023 c) herangezogen.

Eine unvermeidbare Unschärfe der österreichweiten Hochrechnung entsteht nur insofern, da mangels anderer Datengrundlagen auch alle einzelversorgten Haushalte mit den Kennzahlen der zentralen Wasserversorgung der jeweiligen Regionen hochgerechnet werden. Das Weglassen der einzelversorgten Haushalte würde jedoch zu einer deutlichen Unterschätzung des Gesamtstrombedarfes der Wasserversorgung führen.

Die **Plausibilisierung und Interpretation** der neuen Hochrechnungsergebnisse erfolgt durch die Analyse von Veränderungen und Abweichungen gegenüber der früheren Studie (Neunteufel et al., 2012) sowie anderen aktuellen Publikationen. Die Studie „Unser Wasser macht gutes Klima“ (Zach, 2022) ist zum Teil selbst auf den Daten und Schlussfolgerungen bisher bestehender Studien aufgebaut und weist dementsprechend keine neu erhobenen Daten auf.

3 HINTERGRÜNDE ZU WASSER- UND ENERGIENUTZUNG

3.1 Physikalische Grundlagen

3.1.1 Energie und Leistung

Energie ist eine physikalische Größe, die verschiedene Erscheinungsformen haben kann, welche sich ineinander umwandeln lassen. Die Gesamtenergie innerhalb eines abgeschlossenen Systems kann aufgrund der Energieerhaltung weder vermehrt noch vermindert werden.

Erscheinungsformen von Energie sind **potentielle Energie** (Energie in Form einer Höhenlage eines Körpers, einer gespannten Feder oder von Wasser- oder Gasdruck), **kinetische Energie** (Geschwindigkeit), **chemische Energie** (Brennstoff), **thermische Energie** (Wärme) oder **elektrische Energie** (Ladung / Strom). Die Energieformen lassen sich mit unterschiedlichem Aufwand ineinander umwandeln.

Die Energie wird in Joule (J), Newtonmeter (Nm) oder Wattsekunden (Ws) bzw. Umrechnungen davon wie z.B. Wattstunden (Wh) oder Kilowattstunden (kWh) etc. gemessen bzw. angegeben. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht zur Umrechnung der gebräuchlichen Energiemengenangaben von Wattstunden (Wh) in Joule (J) und umgekehrt.

Der Zusammenhang bzw. die Umrechnung ist dabei folgendermaßen:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm} = 1 \text{ Ws} = 0,0002778 \text{ Wh} = 0,0000002778 \text{ kWh}$$

Tabelle 2: Übersicht und Umrechnung der gebräuchlichen Einheiten

Name	Kürzel	Dezimalzahl	Potenz
-	-	1	10^0
kilo	k	1.000	10^3
mega	M	1.000.000	10^6
giga	G	1.000.000.000	10^9
terra	T	1.000.000.000.000	10^{12}
peta	P	1.000.000.000.000.000	10^{15}
Umrechnung Wh in J		Umrechnung J in Wh	
1 Wh = 3.600 J = 3,6 kJ		1 J = 0,0002778 Wh	
1 kWh = 3.600 kJ = 3,6 MJ		1 kJ = 0,2778 Wh	
1 MWh = 3.600 MJ = 3,6 GJ		1 MJ = 0,2778 kWh	
1 GWh = 3.600 GJ = 3,6 TJ		1 GJ = 0,2778 MWh	
1 TWh = 3.600 TJ = 3,6 PJ		1 TJ = 0,2778 GWh	
1 PWh = 3.600 PJ		1 PJ = 0,2778 TWh	

Die **Leistung** ist eine physikalische Größe, die für Arbeit (Energie) pro Zeit steht und die üblicherweise in Watt oder in Kilowatt gemessen wird.

Die Leistung **P** (power) errechnet sich aus aufgewendeter Energie **E** innerhalb einer bestimmten Zeit **t**.

Wird z. B. die Leistung **P** = 1 Kilowatt für eine Dauer von **t** = 1 Stunde bezogen, so beträgt die Energiemenge **E** = 1 Kilowattstunde.

Potentielle Energie

Die potentielle Energie eines 1 kg schweren Stoffes (1 kg wird mit 9,81 Newton von der Erde angezogen) in einer Höhe von 1 m beträgt:

$$E_{\text{pot}} = 9,81 \text{ N} \times 1 \text{ m} = 9,81 \text{ Nm oder } 9,81 \text{ Ws}$$

Elektrische Leistung

Die elektrische Leistung P_{el} (Einheit **Watt**) errechnet sich durch Multiplikation der elektrischen Spannung U (Einheit **Volt**) mit der Stromstärke I (Einheit **Ampere**).

$$P_{el} = U \times I$$

Beispiel:

Die Leistung eines Elektromotors der mit 230 Volt betrieben wird und eine Stromaufnahme von 10 Ampere hat, beträgt 2300 Watt oder 2,3 Kilowatt (kW). Wenn dieser Motor 1 Stunde lang läuft, hat er Energie im Ausmaß von 2,3 kWh (Kilowattstunden) verbraucht.

Hydromechanische (hydraulische) Leistung

Gemäß der Berechnung der potentiellen Energie lässt sich auch die hydraulische Energie berechnen: 1 Liter Wasser (entspricht bei 4° C 1 kg) in 1 m Höhe hat einen potentiellen Energiegehalt von 9,81 Ws.

Beispiel:

Eine gebräuchlichere Größenordnung ergibt sich bei Betrachtung von 1 m³ Wasser (1.000 Liter bzw. kg) und 100 m Höhe: Die gespeicherte Energie beträgt 981 kW oder 0,2725 kWh.

Die hydraulische Leistung P_{hy} einer Wasserkraftturbine ergibt sich durch die Festlegung einer Zeiteinheit, in der die potentielle Energie in eine andere Energieform umgewandelt wird. Wird also 1 m³ Wasser aus 100 m Höhe innerhalb einer Stunde über eine Turbine geleitet, so entspricht dies einer Leistung von 0,2725 kW (ohne Berücksichtigung von Energieverlusten).

Eine wiederum gebräuchlichere Größenordnung ergibt sich bei Betrachtung von 1 m³ Wasser pro Sekunde aus 100 m Höhe. Eine Turbine könnte damit eine maximale Leistung von 981 kW erbringen (wiederum ohne Berücksichtigung von Energieverlusten).

Die Formel zur Berechnung der hydraulische Leistung P_{hy} ist daher:

$$P_{hy} = \rho \times g \times h \times Q \text{ [Watt]}$$

ρ = Dichte des Wassers [1000 kg/m³]

g = Erdbeschleunigung [9,81 m/s²]

h = Nettofallhöhe [im Beispiel: 100 m]

Q = Zufluss [im Beispiel: 1 m³/s]

Alle Berechnungen beziehen sich auf die theoretischen, physikalischen Grenzen ohne Berücksichtigung von auftretenden Verlusten durch unvollständige Energieumwandlung.

3.1.2 Der Wirkungsgrad (η [eta])

Der sogenannte Wirkungsgrad einer Anlage beschreibt, wie viel Energie bei Umsetzung einer Energieform (z. B. Elektrizität) in eine andere Energieform (z.B. Förderleistung einer Wasserpumpe) „verloren“ geht.

Genau genommen, kann Energie nicht wirklich verloren gehen, sondern wird nur in andere Formen (letztendlich zumeist Wärme) umgewandelt, die nicht den gewünschten Nutzen erfüllen.

Beispiel für die Verluste einer elektrisch angetriebenen Wasserpumpe

Um Wasser zu pumpen, wird elektrische Energie eingesetzt. Damit wird ein Elektromotor angetrieben, der seinerseits die eigentliche Wasserpumpe bewegt. Gewisse "Verluste" treten dabei in jedem Teil der Anlage auf. Die elektrische Leistung wird in der Kupferwicklung des Motors nicht zu 100 % in das antreibende elektromagnetische Feld umgesetzt, sondern es kommt auch zu einer geringfügigen Erwärmung des Kupferdrahtes durch den hindurchfließenden Strom. Die Drehung der Antriebswelle (Rotor des Motors sowie Pumpenrotor) verursacht Reibung in den Lagern - auch dieser Energieverlust ist eine Umwandlung in Wärmeenergie (Reibungswärme). Letztendlich gibt es noch Verluste bei der Übertragung der Bewegungsenergie des Pumpenrotors auf das Wasser (Verwirbelungen im Pumpenkopf) und Reibungsverluste zwischen dem Wasser und dem Pumpengehäuse bzw. der Rohrleitung sowie zwischen schnelleren und langsameren Wasserschichten. Auch die letztgenannten Reibungsverluste sind Energieumwandlungen in Wärme. Während die im Motor entstehende Wärme über Kühlrippen an die Umgebungsluft abgegeben wird, ist die Erwärmung des Wassers im Pumpenkopf sogar messbar – wenn auch nur im Tausendstel-Grad-Bereich.

Gut dimensionierte Wasserpumpen erreichen zum Beispiel einen Wirkungsgrad η_{ges} des Systems von Elektromotor und Pumpe von insgesamt 80 %. Das bedeutet, dass 80 % der eingesetzten elektrischen Energie tatsächlich in Förderleistung (Druck x Volumenstrom) umgewandelt wird. Bei einem Wirkungsgrad von 80 % wird für das Pumpen von 1 m³ Wasser in eine Höhe von 100 m aus dem dafür benötigten potentiellen Energiebedarf von 0,2725 kWh der tatsächliche Energiebedarf von 0,34 kWh / m³ / 100 m.

In der Regel werden für Pumpanlagen (Elektromotor und Pumpe) Wirkungsgrade von 40 bis 80 % erreicht. Leitungsverluste des elektrischen Stromes (Vom Stromzähler bis zur Wasserpumpe) sind im Allgemeinen hierin bereits inkludiert. Nur bei optimaler Abstimmung aller Komponenten des Gesamtsystems einer größeren Pumpanlage und Leistungsmessung direkt am Pumpenmotor, können Wirkungsgrade bis zu 85 % erreicht werden. Außerdem macht es einen Unterschied, ob es sich um eine Unterwasserpumpe oder eine trocken aufgestellte Pumpe handelt.

Wenn die gesamte Anlage betrachtet wird, ist auch das dazugehörige Rohrleitungssystem und somit der Druckverlust in den Rohrleitungen zu berücksichtigen. Leitungsdurchmesser, Fließgeschwindigkeit und Förderhöhe müssen auf den optimalen Wirkungsgrad der Pumpe abgestimmt sein, um einen hohen Gesamt-Wirkungsgrad zu erreichen. In der Praxis ist das oft nicht möglich, da sich die hydraulischen Zustände nutzungsbedingt ständig verändern können.

Beispiel für die Leistungsberechnung einer Wasserkraftturbine

In der Formel zur Berechnung der hydraulischen Leistung P_{hy} muss nun ebenfalls der Wirkungsgrad berücksichtigt werden, um auf die elektrische Leistung P_{el} schließen zu können. Für sehr gut ausgelegte Anlagen können maximale Gesamtwirkungsgrade von 70 bis 90 % erreicht werden.

Darin beinhaltet sind Teilwirkungsgrade für die Rohrreibungsverluste (schnell fließendes Wasser in der Zuleitung zur Turbine – 80 bis 95 %), Wirkungsgrad der Turbine (88 bis 93 %), Wirkungsgrad des Getriebes (wenn vorhanden: 97 bis 98 %), Wirkungsgrad des Generators (96 bis 98 %) und letztlich Wirkungsgrad der Umspannanlage und der elektrischen Leitungen (98 bis 99,5%) (GIESECKE und MOSONYI, 2009).

Wenn insgesamt zum Beispiel 85 % der zur Verfügung stehenden potentiellen Energie des Wassers tatsächlich in elektrische Energie umgewandelt werden kann, beträgt das Ergebnis bei Betrachtung von 1 m³ Wasser pro Sekunde aus 100 m Höhe:

$$P_{el} = \eta \times \rho \times g \times h \times Q \text{ [Watt]} = 0,85 \times 1000 \times 9,81 \times 100 \times 1 = 834.000 \text{ W} = 834 \text{ kW}$$

3.1.3 Wasserpumpen

Für Anwendungen der Wasserversorgung werden im Allgemeinen Kreiselpumpen eingesetzt. Je nach Bauart dieser Pumpen wird in trocken aufgestellte Kreiselpumpen, Unterwasserpumpen und Bohrlochpumpen unterschieden.

Trocken aufgestellte Kreiselpumpen eignen sich gut für Drucksteigerungsanlagen, können aber nur eine maximale Saughöhe von rund 6 Metern überwinden, wodurch der Einsatz in Brunnenanlagen begrenzt ist. Dieser Pumpentyp weist mit rund 80 % den höchsten Wirkungsgrad auf. Nur bei optimaler Auslegung sind auch höhere Wirkungsgrade möglich.

Größere Saughöhen als 6 Meter können rein physikalisch nicht realisiert werden (theoretischer Grenzwert rund 10 m), weshalb die Pumpen unter der Wasseroberfläche installiert werden müssen.

Unterwasserpumpen sind gänzlich gekapselte Bauformen, bei denen Motor und Pumpe unter Wasser sind. Sie haben üblicherweise einen um 4 bis 10 Prozentpunkte geringeren Wirkungsgrad als trocken aufgestellte Pumpen, können aber in beinahe beliebiger Tiefe eingesetzt werden.

Für mittlere Brunntiefen von 6 bis etwa 30 Meter stehen auch noch sogenannte **Bohrlochpumpen** zur Verfügung. Sie weisen einen trocken aufgestellten Motor und eine untergetauchte Pumpe auf. Die Motordrehung wird dabei über ein in der Druckleitung eingebautes Gestänge auf die Pumpe übertragen. Der Wirkungsgrad ist dadurch wiederum höher als bei Unterwasserpumpen, die Investitionskosten jedoch ebenfalls.

3.1.4 Wasserkraftanlagen

Je nach Einsatzzweck hinsichtlich der Durchflussmenge und der verfügbaren Fallhöhe gibt es unterschiedliche Turbinentypen, um den höchstmöglichen Wirkungsgrad zu erreichen.

Für mittlere bis große Fallhöhen (50 bis 1.000 m und darüber) eignet sich am besten die sogenannte **Pelton turbine**. Dabei handelt es sich um Freistrah- oder Impulsturbinen, die im Wesentlichen eine Weiterentwicklung des Wasserrads darstellen. Das Wasser schießt dabei mit sehr hoher Geschwindigkeit und unter hohem Druck durch eine oder mehrere Düsen auf die Schaufeln des Laufrads und setzt dieses in Bewegung. Pelton turbinen erreichen einen hohen Wirkungsgrad von 85 bis 92 %, der auch bei geringeren Durchflüssen noch hoch bleibt und erst bei rund 20 % der Nominalbeaufschlagung deutlich abfällt.

Eine Weiterentwicklung ist die sogenannte **Gegendruck-Pelton turbine** für die Energieproduktion in Trinkwassersystemen, wo nach der Turbine noch ein gewisser Restdruck vorhanden sein muss, um zum Beispiel den freien Auslauf in einen höher liegenden Behälter zu ermöglichen. Der Gegendruck wird dabei durch eine geschlossene Bauform und ein Druckluftpolster aufrechterhalten und kann bis zu 10 bar betragen. Die Wirkungsgrade sind ähnlich der herkömmlichen Pelton turbine, die Investitionskosten jedoch deutlich höher.

Für mittlere Fallhöhen im Bereich von 25 bis 350 m eignen sich **Francisturbinen**. Es handelt sich dabei um Überdruckturbinen mit fixen Laufradschaufeln und justierbarem Leitapparat. Das Wasser wird über ein Spiralgehäuse von außen dem Leitapparat in der Turbine zugeführt. Dieser Turbinentyp ähnelt im Prinzip einer Kreiselpumpe. Francisturbinen können einen Wirkungsgrad von bis zu 90 % erreichen, wobei ab rund 50 % des Ausbaudurchflusses der Wirkungsgrad deutlich abfällt.

Eine kostengünstige Bauform für mittlere Fallhöhen sind Pumpen im Turbinenbetrieb (**Pumpen als Turbinen – PaT**). Es handelt sich dabei um rückwärtslaufende Standardkreiselpumpen, wobei durch die feststehende Leiteinrichtung keine Variation des Durchflusses möglich ist. Der Wirkungsgrad von PaT-Anlagen bewegt sich im Gegensatz zu anderen Turbinenbauformen nur im Bereich von 60 bis 85 %. Die Vorteile von PaT sind darin begründet, dass es sich dabei ebenso um Überdruckturbinen handelt und ein nutzbarer Restdruck erhalten werden kann und dass durch die vergleichsweise geringen Investitionskosten von Pumpen im Turbinenbetrieb die Amortisation meist in wenigen Jahren erreicht wird.

Für geringe Fallhöhen im Bereich von 2 bis 40 m und große Durchflussmengen kommen die axial durchströmten **Kaplanturbinen** zum Einsatz. Kaplan turbinen sind Überdruckturbinen mit verstellbaren Laufradschaufeln und/oder verstellbaren Leitschaufeln. Eine doppelte Regulierung ist die flexibelste Form der Kaplan turbine, die über weite Bereiche einen hohen Wirkungsgrad aufweist, der im Maximalfall bis zu 90 % beträgt. Diese Bauform ist allerdings für die Energiegewinnung in Trinkwasserkraftwerken eher unüblich.

Abschließend ist anzumerken, dass die Hauptaufgabe der Wasserversorgungsunternehmen die Versorgung der Menschen mit einwandfreiem Trinkwasser in ausreichender Menge und mit ausreichendem Druck ist und dass an die Energiegewinnung erst in zweiter Linie gedacht werden darf.

3.2 Gesetzliche Grundlagen

3.2.1 Energieeffizienz-Richtlinie der EU

Die Energieeffizienz-Richtlinie (EED, RL 2012/27/EU und Änderung (EU) 2018/2002) der Europäischen Kommission, gibt einen Rahmen für die Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz für die Mitgliedstaaten vor. Das Ziel der Richtlinie ist eine Verbesserung der Energieeffizienz um 32,5% bis 2030. Die nationale Umsetzung der EED in Österreich erfolgt im Energieeffizienzgesetz. Die Novelle dieses Gesetzes ist seit 15. Juni 2023 (BGBl. I Nr. 59/2023) in Kraft.

3.2.2 Bundes-Energieeffizienzgesetz – EEEffG

Die nachfolgende Zusammenfassung stammt aus der Fassung vom 16.07.2023 des Bundesgesetzes (mit der letzten Änderung gem. BGBl. I Nr. 59/2023) über die Verbesserung der Energieeffizienz bei Haushalten, Unternehmen und dem Bund sowie Energieverbrauchserfassung und Monitoring.

Als gesamtstaatliches Energieeffizienzziel wird im EEEffG bis zum Kalenderjahr 2030 eine Senkung des österreichischen Endenergieverbrauchs auf maximal 920 Petajoule gefordert. Bund und Länder erarbeiten spätestens bis zum Ende des Kalenderjahres 2024 eine Strategie, um die Durchführung des Prinzips „Energieeffizienz an erster Stelle“ in ihren jeweiligen Zuständigkeitsbereichen zu dokumentieren.

Neben Energieeinsparungen bei Haushalten, die durch Beratung und Unterstützung erfolgen sollen und Verpflichtungen des Bundes zur Verbesserung der Energieeffizienz der jeweiligen Bundesstellen und dem Gebäudebestand, sind auch große Unternehmen verpflichtet durch Energieaudits und Managementsystemen sowie der Einhaltung von Mindestvorgaben zu den Einsparungen beizutragen. Im diesbezüglichen standardisierten Berichtswesen (vgl. BGBl. II Nr. 242/2023) sind unter anderem Informationen zum wesentlichen Energieverbrauchsbereich und zu relevanten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz unter Angabe des jährlichen Einsparpotentials je Maßnahme in kWh anzugeben. Dazu sind auch Energieleistungskennzahlen gegebenenfalls zu entwickeln und darzustellen sowie Energieumwandlungsanlagen und relevante Einflüsse auf den Energieverbrauch zu analysieren. Für alle Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs, der Verbesserung der Energieeffizienz und dem verstärkten Einsatz von erneuerbaren Energieträgern sind mögliche Wechselwirkungen zu berücksichtigen und validierte Berechnungen zu potenziellen Einsparungen anzugeben.

3.3 Kennzahlen zu Bevölkerung, Wasser- und Energienutzung

3.3.1 Bevölkerungsstand

Der aktuelle Bevölkerungsstand in Österreich beträgt für das Jahr 2022 zum Stichtag 31.10. rund 9,1 Mio. (genau 9.089.251) Personen (STATISTIK AUSTRIA, 2023 a). Zu diesem Stichtag sind auch die Bevölkerungszahlen je Bundesland (NUTS 2-Ebene) verfügbar. Die Bevölkerungsstände der NUTS 3-Ebenen sind jeweils zu Jahresbeginn angegeben und deren Summen weichen vom Stichtag 31.10. dementsprechend etwas ab.

Für die Hochrechnungen wurden der Bevölkerungsstand zum Stichtag 31.10. für das Jahr 2022 (STATISTIK AUSTRIA, 2023 a) sowie, für die anteilige Berücksichtigung der Nächtigungen und Nebenwohnsitze, die Beherbergungsstatistik für das Tourismusjahr 2022 (STATISTIK AUSTRIA, 2023 b) und die Nebenwohnsitzfälle zu Jahresbeginn 2022 (STATISTIK AUSTRIA, 2023 c) herangezogen.

3.3.2 Wasserversorgung in Österreich

In Österreich werden **über 90 %** der Haushalte täglich von einer Vielzahl kleinerer und größerer Wasserversorgungsunternehmen (WVU) **zentral mit Trinkwasser** versorgt. Die übrigen Haushalte versorgen sich selbst durch sogenannte Einzelwasserversorgungen. Die Gesamtzahl der Wasserversorgungsunternehmen wird auf rund 5.500 geschätzt. Die Zahl der aktuell vorhandenen Einzelwasserversorgungen ist mit größeren Unsicherheiten behaftet ist. Im ÖVGW Arbeitskreis Wasserstatistik wurde die Zahl der durch Einzelwasserversorgungen versorgten Personen im Jahr 2006 mit rund 900.000 angenommen. Durch laufende Erweiterungen und steigende Anschlusszahlen an die zentralen Wasserversorgungen nehmen die Einzelwasserversorgungen langsam ab und werden für die vorliegende Untersuchung mit 800.000 angenommen.

Eine Besonderheit der Wasserversorgung in Österreich ist, dass der Trinkwasserbedarf zu 100 % aus **Grundwasser (Brunnenentnahmen und Quellen)** abgedeckt werden kann und ein großer Teil der Wasserressourcen nicht erst aus dem Untergrund hochgepumpt werden muss. Da die Quellschüttungen je nach Witterung von Jahr zu Jahr etwas variieren, verändert sich der Anteil von Quellwasser zu Brunnenentnahmen laufend. Im Mittel wurde der österreichweite Wasserbedarf der Wasserversorgung in den vergangenen Jahren zu rund 55 % durch Brunnenentnahmen und zu 45 % aus Quellwasser gedeckt (Lindinger et al. 2021).

Einige Quellen liegen hoch genug, dass eine rein gravitativ funktionierende Wasserversorgung realisiert werden oder sogar Strom mittel **Trinkwasserkraftwerken** aus den zufließenden Ressourcen gewonnen werden kann, bevor das Wasser verteilt und konsumiert wird.

3.3.3 Energienutzung in Österreich

Der Endenergieverbrauch in Österreich lag im Jahr 2021 bei rund 1.120,8 PJ, davon waren 20,6 % elektrische Energie (BMK, 2022a). Auf den Stromendverbrauch entfielen im Jahr 2021 somit rund 231 PJ oder 64 TWh.

Anm.: Laut Energieeffizienzgesetz soll der Endenergieverbrauch bis 2030 auf 920 PJ sinken (siehe 3.2.2 auf Seite 15). Das entspricht einer Einsparung von rund 18 % gegenüber dem Jahr 2021.

Im Jahr 2022 lag der **Stromendverbrauch** in Österreich nach einer vorläufigen Energiebilanz bei rund **63,3 TWh**, die sich wie folgt aufteilen: Rund 43 % gehen an den produzierenden Bereich, rund 31 % an private Haushalte, rund 19 % an Dienstleistungen und der Rest geht in den Verkehrssektor und die

Landwirtschaft. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung betrug in Österreich 2021 knapp 79 Prozent (BMK, 2022 b).

Zum besseren Verständnis der Größenordnungen von Leistungen und Energiemengen ist in Tabelle 3 ein Überblick der Strommengen zusammengestellt.

Tabelle 3: Größenordnungen von Leistung bzw. Stromverbrauch und -erzeugung

Gerät / Nutzung	Typische Leistung P (Watt bzw. kW)	Typische Jahresenergiemenge E (kWh bzw. GWh)
Verbräuche		
Fernseher (im Standby)	4 W	29 kWh
Mobiltelefon (laden)	15 W	5 kWh
Kühlschrank	70 W	60 bis 200 kWh
Fernseher (im Betrieb)	100 W	50 bis 250 kWh
Wasserpumpe (klein, Garten)	600 W	nach Verwendungsdauer
Herdplatte (klein)	1.000 W	nach Verwendungsdauer
Waschmaschine	2.500 W	100 bis 200 kWh
Wäschetrockner	1.500 W	300 bis 500 kWh
Haushalt (mittlerer Jahresverbrauch)	-	3.500 kWh
Erzeugungen		
PV-Anlage (Hausanlage 10 kWp)	bis 10 kW	10.000 kWh
Windkraftanlage (mittlere Größe)	3.000 kW	5.000.000 kWh bzw. 5 GWh
Wasserkraftwerk (mittleres Donaukraftwerk)	200.000 kW	1.200 GWh

Quellen: Typenschilder, eigene Messungen und Berechnungen, E-Control, IG Windkraft, Verbund

4 STROMBEDARF DER WASSERVERSORGUNG

4.1 Stromverbrauch gesamt

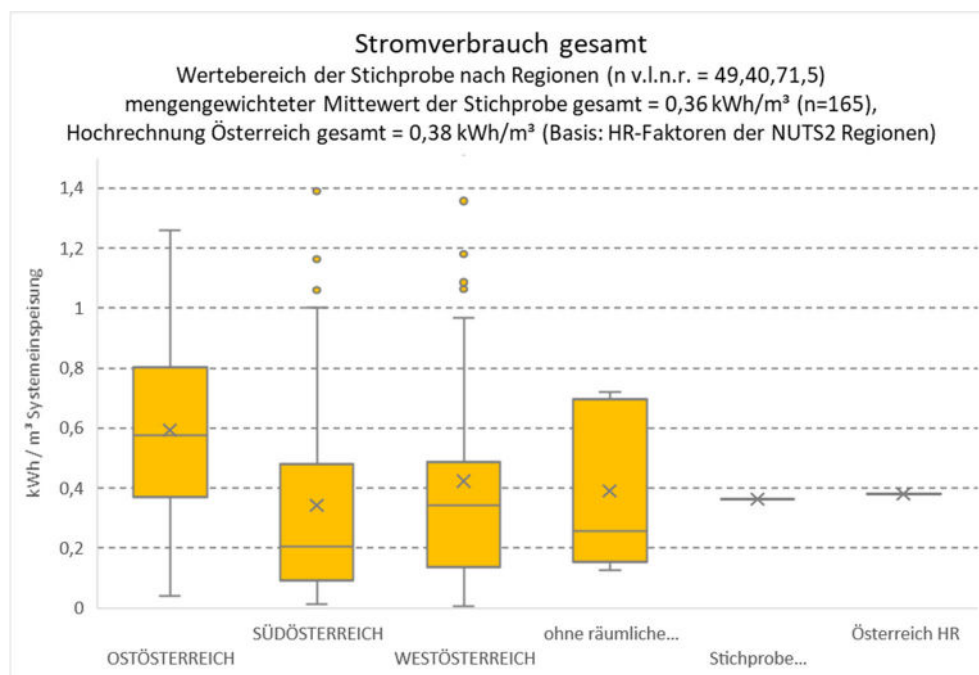
Der Stromverbrauch gesamt bzw. der spezifische Stromverbrauch je m³ Systemeinspeisung konnte für 165 WVU berechnet werden, die gemeinsam rund 5,6 Mio. versorgten Personen repräsentieren. Für Untergruppierungen standen zum Teil nicht alle Datensätze zur Verfügung.

Der *Stromverbrauch gesamt* bzw. der *spezifische Stromverbrauch je m³ Systemeinspeisung* ist eine Überblicks-Kennzahl, aus der auch der gesamte Strombedarf für die Wasserversorgung hochgerechnet wird. **Die wesentlichen Einflussfaktoren sind unveränderliche topographische und andere Rahmenbedingungen wie Ressourcenart oder Aufbereitungserfordernis, auf die die WVU keinen Einfluss haben.** Hier zeigt sich, dass es große Unterschiede im Stromverbrauch verschiedener WVU gibt.

In Abbildung 1 sind dazu die Bandbreiten des Stromverbrauchs gruppiert nach den österreichischen Großregionen (NUTS 1) sowie der Mittelwert der Stichprobe und der Wert der Hochrechnung für ganz Österreich dargestellt. Die NUTS 1-Region Ostösterreich besteht aus Wien, Niederösterreich und dem Burgenland, die Region Südösterreich aus der Steiermark und Kärnten und die Region Westösterreich aus Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg. In fünf Fällen konnte keine räumliche Zuordnung erfolgen.

Zum Vergleich ist auch der im nachfolgenden Kapitel (4.2) hochgerechnete spezifische Stromverbrauch für ganz Österreich inkludiert.

Abbildung 1: Bandbreiten des Stromverbrauchs in der Wasserversorgung und Hochrechnung 2022



4.2 Hochrechnung und Entwicklung des Strombedarfs

Gegenüber der früheren Erhebung mit Daten aus dem Jahr 2010 (Neunteufel et al., 2012) ist nicht nur die gesamte Bevölkerungszahl, sondern auch der Grad der zentral versorgten Bevölkerung gestiegen. Da die Hochrechnung auf den gesamten Strombedarf der Wasserversorgung direkt von der Zahl der versorgten Personen abhängt, wurde die Hochrechnungsmethode dahingehend verbessert, dass der Strombedarf für die Wasserversorgung möglichst umfassend abgeschätzt wird, egal ob das Wasser aus zentralen Wasserversorgungen oder Einzelversorgungen stammt. Der Strombedarf der Einzelwasserversorgungen wird über die Gesamtzahl der in Österreich versorgten Personen miteinbezogen, da die Abschätzung und Herausrechnung der Anzahl der Einzelwasserversorgungen ohnehin mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Darüber hinaus wurden in der aktuellen Hochrechnung auch Nüchternungen und Nebenwohnsitze anteilig berücksichtigt (siehe Kapitel 2.5 auf Seite 9).

Der hochgerechnete spezifische Stromverbrauch für ganz Österreich basiert auf der Summe aller auf NUTS 2-Ebene hochgerechneten Stromverbräuche und deren zugehörigen Systemeinspeisungen beziehungsweise Gesamtzahlen der versorgten Personen jeder NUTS 2-Region (siehe Kapitel 2.5 auf Seite 9).

Die Summe aller auf NUTS 2-Ebene hochgerechneten Stromverbräuche ist gleichzeitig die Hochrechnung des **gesamten Stromverbrauches des Jahres 2022 für die Wasserversorgung** in Österreich und beträgt rund **257 GWh**. Dieser Wert bezieht sich auf die Gesamtzahl der versorgten

Personen, in der anteilig auch Nächtigungen und Nebenwohnsitze sowie Einzelwasserversorgungen über die Bevölkerungszahl mit einbezogen sind.

Zum Vergleich wurde als Stromverbrauch der zentralen Wasserversorgung für den Datenstand des Jahres 2010 ein Wert von 177 GWh errechnet. Als zentral versorgte Bevölkerung wurden in der damaligen Hochrechnung 7,5 Mio. versorgte Personen angenommen. Unter Anwendung der gleichen Berechnungsmethode wie in der früheren Erhebung ergeben sich für das Jahr 2022 für die zentral versorgte Bevölkerung ohne anteilige Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen rund 8,2 Mio. Personen mit einem Strombedarf von rund 207 GWh. Mit anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen beträgt die zentral versorgte Bevölkerung (ohne Einzelwasserversorgungen) im Jahr 2022 rund 9,3 Mio. Personen und hat einen hochgerechneten Strombedarf von rund 235 GWh. In Anbetracht des tatsächlich existierenden höheren Wasser- und Stromverbrauchs für die Versorgung von Touristen und Nebenwohnsitzen sowie für Einzelwasserversorgungen wird die bisherige Hochrechnungsmethode nicht weiterverfolgt.

Besser vergleichbar wird die Entwicklung anhand der Kennzahlen des spezifischen Stromverbrauchs: **Pro Person** ergibt sich ein **Stromverbrauch von rund 25 kWh pro Jahr oder 0,069 kWh pro Tag** für die Wasserversorgung.

Gegenüber der früheren Erhebung mit Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al., 2012) zeigt sich im Jahr 2022 ein leichter Anstieg des spezifischen Stromverbrauchs, konkret von 23,6 auf 25,3 kWh pro Kopf und Jahr bzw. von 0,33 kWh/m³ auf 0,38 kWh/m³. Unterschiede der Steigerungen zwischen dem spezifischen Stromverbrauch pro Kopf und pro m³ sind auf Unterschiede der Systemeinspeisung (m³ pro Kopf) zurückzuführen.

Für den Anstieg des spezifischen Stromverbrauchs pro m³ gibt es folgende Ursachen:

- Gegenüber der früheren Berechnung wurde in der gegenständlichen Betrachtung eine differenziertere **Hochrechnungsmethode** gewählt, in der separate Hochrechnungsfaktoren je NUTS 2-Regionen verwendet wurden. Der topografisch bedingte Stromverbrauch wurde damit entsprechend der Bevölkerungszahl je Bundesland berücksichtigt. Der Unterschied der Hochrechnungsmethode wird in der Differenz des mengengewichteten Mittelwerts der Stichprobe von rund 0,36 kWh/m³ zur österreichweiten Hochrechnung von rund 0,38 kWh/m³ sichtbar. **Die verbesserte Hochrechnungsmethode wäre demnach für ein höheres Ergebnis des gesamten Strombedarfs von rund 5 % verantwortlich.**
- Verglichen mit dem mengengewichteten Mittelwert der früheren Berechnung mit Daten des Jahres 2010 von rund 0,33 kWh/m³ zeigt sich dennoch eine **methodunabhängige Steigerung des Stromverbrauchs von rund 8 % bzw. rund 20 GWh**. Als wesentliche Ursache konnte vielfach eine **gestiegene Wasserentnahme aus Brunnen** gegenüber der Nutzung von Quellwasser festgestellt werden. Vice Versa konnten vereinzelt auch Fälle beobachtet werden in denen gegenüber der letzten Erhebung ein stark gesteigener Anteil von Quellnutzungen oder der Fremdbezug von Wasser zu einem Rückgang des Stromverbrauchs geführt haben.

Abbildung 2 zeigt dazu beispielhaft die Entwicklung des spezifischen Stromverbrauchs einzelner ausgewählter WVU. In Blautönen sind Rückgänge des spezifischen Stromverbrauchs dargestellt, Grautöne zeigen gleichbleibende Kennzahlen und in Gelb- und Rottönen sind gestiegene Fälle dargestellt.

Überwiegend ist im Jahr 2022 jedoch ein zum Teil stark ausgeprägter Rückgang der Quellschüttungen aufgetreten, der bereits aus der Studie "Trockenheit und Grundwassertiefststände im Jahr 2022" (Neunteufel, 2023) bekannt ist und der zu den beobachteten gestiegenen Brunnenwasserentnahmen geführt hat. Anhand der vorliegenden

Daten wird nun sichtbar, dass die Trockenheit des Jahres 2022 zu einer Substitution von Quellwasser durch aktive Wasserentnahmen aus Brunnen und somit auch zu einem dadurch entstehenden geringfügig höheren Stromverbrauch für die Wasserversorgung geführt hat. Abbildung 3 zeigt diesbezüglich den Zusammenhang des Anteils der aktiven Brunnennutzung als Wasserressource – also jenen Anteil der Wassergewinnung der mit Einsatz von Pumpenstrom aus Brunnen gewonnen wird – auf den Stromverbrauch.

- Ein weiterer Faktor, der aber nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtbetrachtung des Stromverbrauchs haben dürfte, ist die **unterschiedliche Größe und Zusammensetzung der Stichproben** des Jahres 2010 und 2022. Dies wird insbesondere anhand gestiegener Mittelwerte bei der Betrachtung des *höhen- und mengennormierten spezifischen Stromverbrauchs der Pumpwerke* (vgl.: Kapitel 4.4) ersichtlich, die auf einer kleineren verfügbaren Stichprobe basiert. Für die vorliegende Gesamtbetrachtung des Stromverbrauchs stehen hingegen viele gleichbleibende Teilnehmer der Umfrage zur Verfügung. Darunter finden sich auch zahlreiche große WVU mit entsprechender Gewichtung in der Berechnung.

Für die **zukünftige Entwicklung des Gesamtstrombedarfs** der Wasserversorgung ist von einem weiteren Anstieg im Ausmaß des Bevölkerungswachstums auszugehen. Innerhalb des Zeithorizonts von rund 10 Jahren beläuft sich die Bevölkerungsprognose auf rund + 3 % (ÖROK-Prognose 2021: Bevölkerung zu Jahresanfang 2021 bis 2051, berechnet zwischen 2023 und 2033). Der Strombedarf der Wasserversorgung würde dementsprechend ebenso um **zumindest + 3 % oder rund 8 GWh** ansteigen, da zusätzliche Ressourcen überwiegend aus Brunnen gewonnen werden müssen.

Abbildung 2: Beispielhafte Entwicklung des spezifischen Stromverbrauchs einzelner WVU

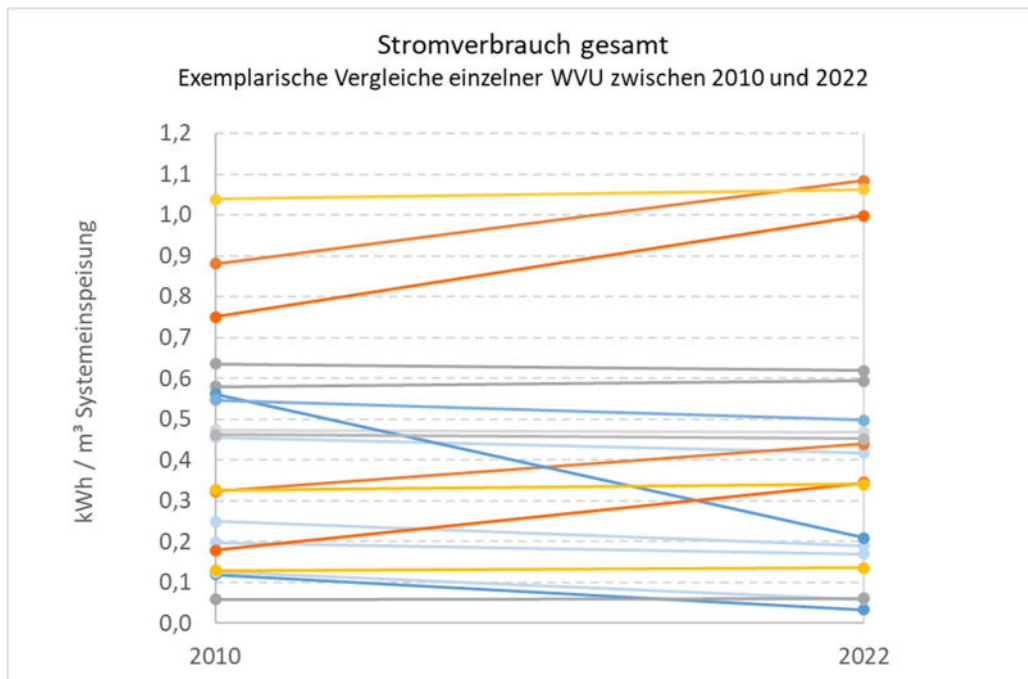
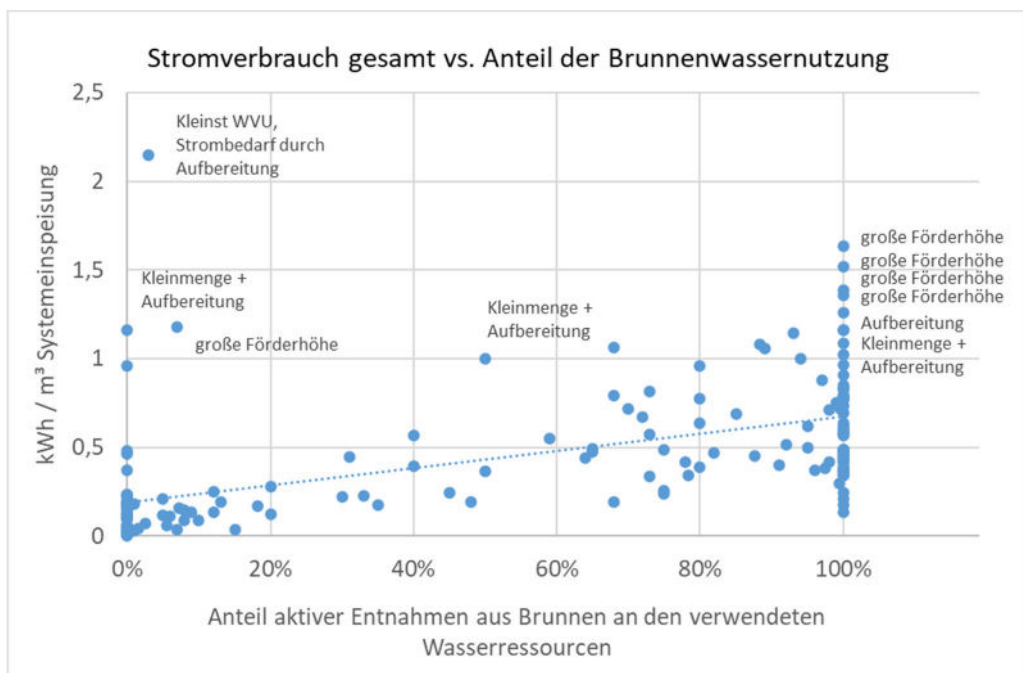


Abbildung 3: Einfluss der Brunnennutzung auf den Stromverbrauch der Wasserversorgung



Ob und wie sich der Strombedarf der Wasserversorgung aus Sicht der Umfrageteilnehmer entwickelt hat oder entwickeln wird ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Als häufigste Ursache für einen steigenden Strombedarf wird der steigende Wasserbedarf durch Erweiterungen infolge des Bevölkerungszuwachses, aber auch durch einen steigenden spezifischen Wasserbedarf oder Lastspitzen infolge von Klimawandel oder Trockenheit genannt.

Tabelle 4: Zusammenfassungen der Anmerkungen zu Strombedarf und Veränderungen

Anzahl ähnlicher Antworten	sinngemäße Zusammenfassung der Antworten
9	steigender Strombedarf durch steigenden Wasserbedarf (Bevölkerungszuwachs und Klimawandel)
8	keine Veränderungen im Strombedarf erwartet
3	steigender Strombedarf durch Brunnennutzung bei Rückgang der Quellschüttung
2	steigender Strombedarf durch Lastspitzen und Trockenheit
2	steigender Strombedarf durch steigende Aufbereitungserfordernis
2	Einsparung durch Drehzahlregelung und Anpassung des Betriebs
2	Strombezug durch PV-Anlage gesunken
1	minimale Abnahme des Strombedarfs durch laufende Erneuerung der Pumpen
1	sinkender Stromverbrauch durch Verringerung der Wasserverluste

Zusammenfassend kann für die Hochrechnung festgehalten werden, dass

- für 2022 mit rund 257 GWh ein höherer Stromverbrauch gegenüber der früheren Betrachtung ausgewiesen wird, da die Hochrechnung nunmehr auf die Gesamtzahl der versorgten Personen in Österreich (inkl. Anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen, Nebenwohnsitze und Einzelwasserversorgungen) erfolgt ist,
- der spezifische Stromverbrauch hauptsächlich aufgrund von Wetter- und Ressourcenentwicklung und infolge der Klimawandeleinflüsse von 23,6 auf 25,3 kWh pro Kopf und Jahr bzw. von 0,33 kWh/m³ auf 0,38 kWh/m³ angestiegenen ist und
- für die Zukunft mit einem weiteren Anstieg des Stromverbrauches für die Wasserversorgung im Ausmaß des Bevölkerungswachstums auszugehen ist.

4.3 Einflussfaktoren und Zusammensetzung des Stromverbrauchs

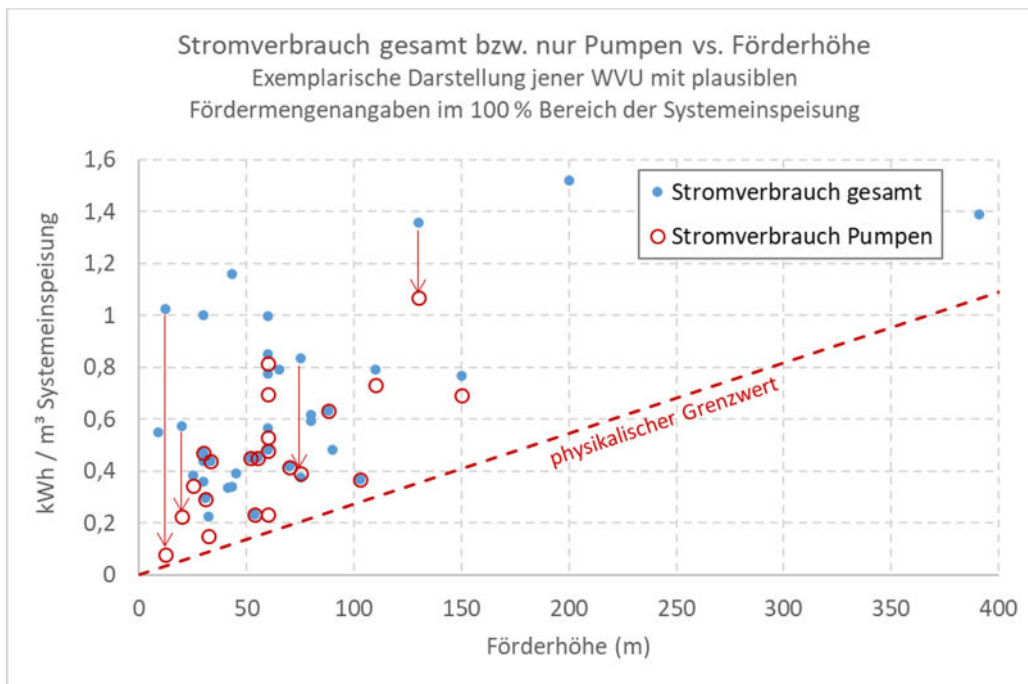
Neben der Topographie (nötige Förderhöhe) der Versorgungsgebiete hat auch die Ressourcenart und die Aufbereitungserfordernis einen Einfluss auf den spezifischen Stromverbrauch. Durch die Aufteilung der Datensätze nach verschiedenen Gesichtspunkten werden die Einflüsse sichtbar.

4.3.1 Förderhöhe

Abbildung 4 zeigt, den Zusammenhang zwischen Stromverbrauch gesamt bzw. nur jenem für das Pumpen von Wasser und der Förderhöhe. Die Förderhöhe ist dabei als Höhendifferenz von der Wassergewinnung bis zur Abgabe an die Endverbraucher zu verstehen und ist jene Höhe, die durch Pumpenergie überwunden werden muss. Die dargestellten Fälle beschränken sich auf jene WVU, deren Fördermengen nicht wesentlich von den angegebenen Systemeinspeisungen abweichen, um keine Verfälschungen durch die Förderungen von Teilmengen oder mehrfache Drucksteigerungen enthalten. Der physikalische Grenzwert für das Pumpen von Wasser ist als rot strichlierte Linie dargestellt.

Es gibt einige Fälle von relativ hohen Gesamtstromverbräuchen (blaue Punkte) auch bei geringen Förderhöhen, die von anderen Verbrauchsanteilen wie zum Beispiel von Aufbereitungsmaßnahmen oder niedrigen Wirkungsgraden der Pumpsysteme herrühren können. Werden hingegen nur die Stromverbräuche für das Pumpen von Wasser betrachtet (rote Ringe), die zumindest für einige Datensätze durch separate Messungen verfügbar sind, befindet sich der Stromverbrauch oft schon deutlich näher am physikalischen Grenzwert. Je höher der verbleibende Abstand zum physikalischen Grenzwert ist, desto geringer ist der Wirkungsgrad des Pumpsystems.

Abbildung 4: Einfluss der Förderhöhe auf den Stromverbrauch der Wasserversorgung



4.3.2 Ressourcenart

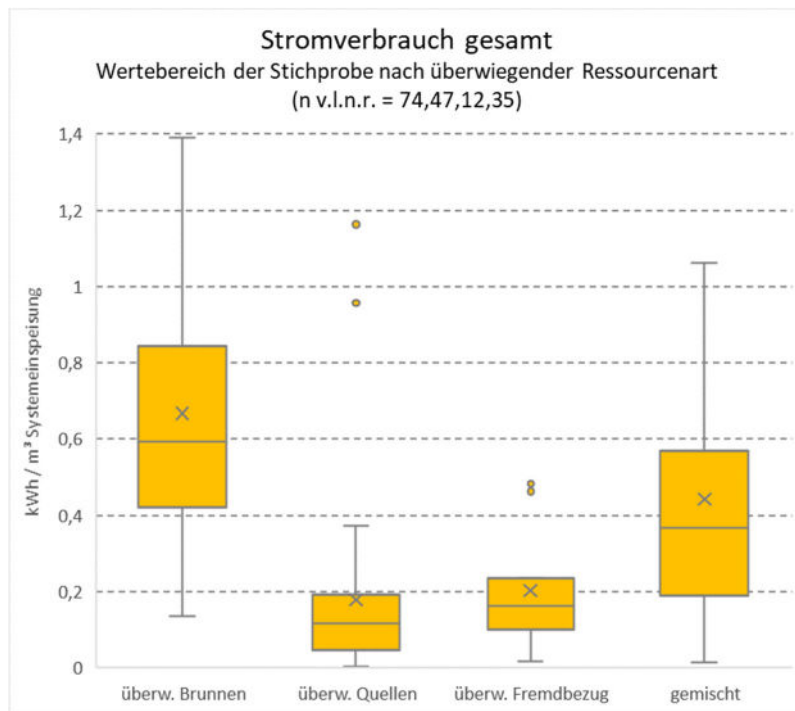
In vielen Fällen steht die jeweils überwiegend zur Wasserversorgung verwendeten Ressourcenart in engem Zusammenhang mit der Förderhöhe. Wird das Wasser hauptsächlich aus Brunnen gefördert, so muss diese Förderhöhe zusätzlich zum benötigten Netzdruck mit Pumpenergie überwunden werden. Wird hingegen überwiegend Quellwasser verwendet und steht genügend Höhenunterschied für ein gravitatives Betreiben des Netzes zur Verfügung oder erfolgt ein Fremdbezug mit vorhandenem Vordruck, kann es möglich sein, die Wasserversorgung ohne zusätzlicher Pumpenergie und (fast) ohne Stromverbrauch zu betreiben.

Abbildung 5 zeigt die Größenordnung des Einflusses der überwiegend verfügbaren Ressourcenart auf den Stromverbrauch der Wasserversorgung. Die Gruppengrenzen für die „überwiegende Ressourcenart“ liegen bei 80 %. Erreicht keine Ressourcenart den Wert von 80 % ist der Datensatz als „gemischte Ressourcenherkunft“ eingestuft.

Bei der überwiegenden Nutzung von Brunnenwasser im Vergleich zu Quellwasser oder Fremdbezug liegt der Stromverbrauch im Mittel um das Fünffache höher. Außerdem kann es in der Gruppe der Brunnenressourcen keinen Nullverbrauch geben, da immer gepumpt werden muss.

Der Vergleich mit der früheren Erhebung mit Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al., 2012) zeigt diesbezüglich eine eindeutige Übereinstimmung sowohl der generellen Aussage wie auch der Wertebereiche.

Abbildung 5: Einfluss der Ressourcenart auf den Stromverbrauch der Wasserversorgung

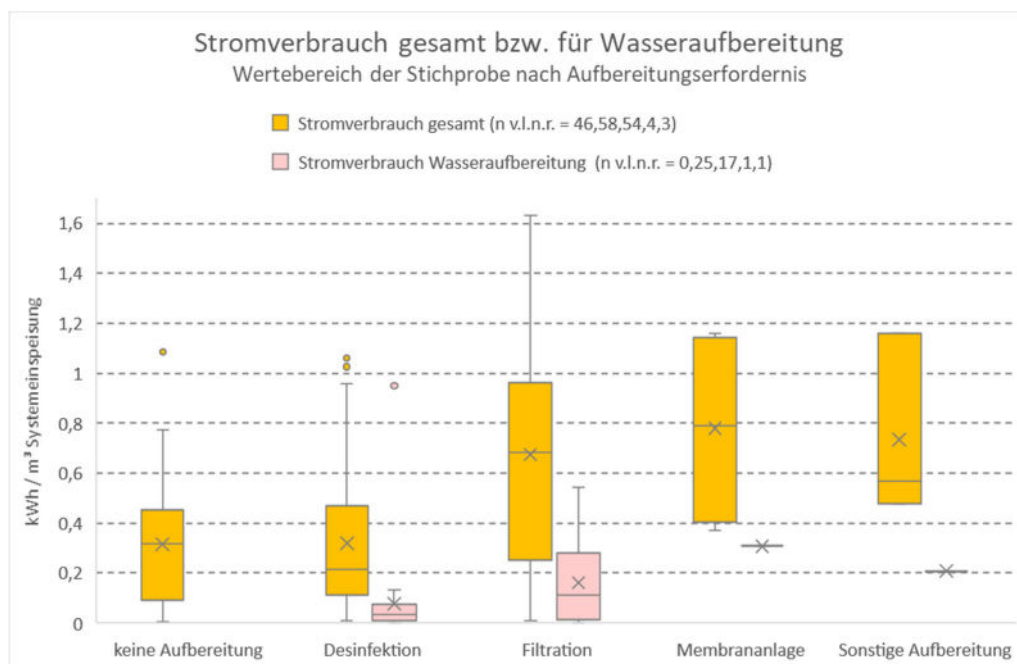


4.3.3 Aufbereitungserfordernis

Gegenüber den Verbrauchsanteilen für Wasserpumpen spielt der Stromverbrauch für Wasseraufbereitungsanlagen zwar im Allgemeinen eine untergeordnete Rolle, ist aber keineswegs vernachlässigbar. Abbildung 6 zeigt wie sich die Wasseraufbereitung, je nach eingesetztem Aufbereitungsverfahren, im Stromverbrauch niederschlägt. Dargestellt sind nur jene WVU die Angaben zu den Aufbereitungsverfahren gemacht haben. Allerdings handelt es sich bei der dargestellten Betrachtung des gesamten Stromverbrauchs zu einem guten Teil um eine sich überschneidende Korrelation. Das bedeutet, dass zum Beispiel im Flachland, wo die Ressourcenherkunft aus Brunnen überwiegt (und somit größere Förderhöhen vorliegen die zu einem höheren Gesamtstromverbrauch führen) gleichzeitig auch mehr Aufbereitungsanlagen eingesetzt werden als bei Quellwässern.

Die Betrachtung des alleinigen Stromverbrauches für die Aufbereitungsanlagen zeigt erwartungsgemäß einen Anstieg des Stromverbrauches mit der Komplexität bzw. dem allgemeinen Energiebedarf der Aufbereitungsverfahren.

Abbildung 6: Einfluss der Aufbereitungsverfahren auf den Stromverbrauch der Wasserversorgung



4.3.4 Zusammensetzung des Stromverbrauchs

Der spezifische Stromverbrauch für Wasserpumpen konnte für 93 WVU berechnet werden, die gemeinsam 2,5 Mio. versorgte Personen repräsentieren. Auf Ostösterreich entfallen davon 23 Datensätze, auf Südösterreich 26 Datensätze und auf Westösterreich 42 Datensätze. Zwei Datensätze haben keine räumliche Zuordnung.

Der spezifische Stromverbrauch für Aufbereitung konnte für 74 WVU berechnet werden, die gemeinsam 2,2 Mio. versorgte Personen repräsentieren. Auf Ostösterreich entfallen davon 21 Datensätze, auf Südösterreich 20 Datensätze und auf Westösterreich 32 Datensätze. Ein Datensatz hat keine räumliche Zuordnung.

Der spezifische Stromverbrauch für sonstige Nutzungen konnte für 80 WVU berechnet werden, die gemeinsam 2,2 Mio. versorgte Personen repräsentieren. Auf Ostösterreich entfallen davon 22 Datensätze, auf Südösterreich 21 Datensätze und auf Westösterreich 36 Datensätze. Ein Datensatz hat keine räumliche Zuordnung.

Der mit Abstand größte Verbrauchsanteil ist jener für das Pumpen von Wasser. Der Stromverbrauch für Wasseraufbereitungsanlagen fällt im Allgemeinen bereits deutlich geringer aus. Den zumeist kleinsten Anteil stellt der sonstige Stromverbrauch z.B. für Betriebsgebäude oder Mess-, Steuer- und Regeltechnik dar. In Tabelle 5 sind die Gesamtmittelwerte der aktuellen Datenerhebung (2022) und der Datenerhebung 2010 zusammengefasst. Abbildung 7 zeigt die aktuellen Bandbreiten und Größenordnungen der Verbrauchsanteile nach Regionen.

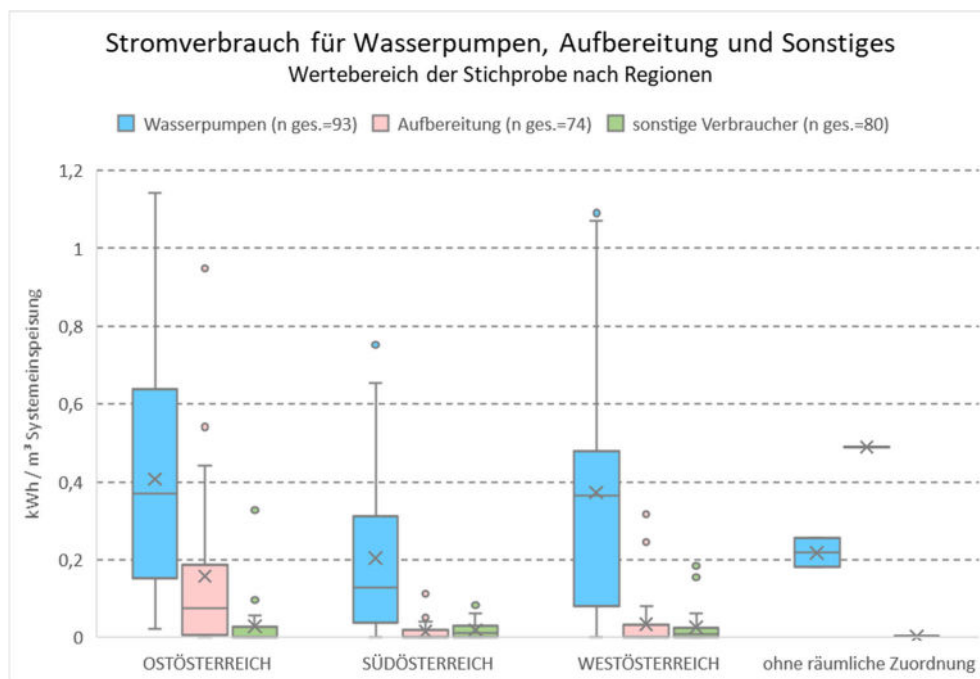
Gegenüber der Berechnung des *Stromverbrauchs gesamt* (vgl. Kapitel 4.1) ist für die Werte der Tabelle 5 wie auch die Darstellungen in Abbildung 7 anzumerken, dass für die Untergruppierungen nach Kategorien nur ein geringerer Stichprobenumfang zur Verfügung gestanden ist. Die Summe der Mittelwerte je Kategorie weicht daher vom mengengewichteten Mittelwert der gesamten Stichproben bzw. der hochgerechneten Stromverbräuche für ganz Österreich ab.

Tabelle 5: Zusammensetzung des Stromverbrauchs der Stichproben

Stromverbrauch Kategorie	2022	2010
Pumpen	0,33 kWh/m ³ bzw. 78 %	0,31 kWh/m ³ bzw. 78 %
Aufbereitung	0,07 kWh/m ³ bzw. 17 %	0,06 kWh/m ³ bzw. 15 %
Sonstiger Stromverbrauch	0,02 kWh/m ³ bzw. 5 %	0,03 kWh/m ³ bzw. 7 %

Insgesamt beträgt der Anteil für das Pumpen von Wasser knapp 80 % des gesamten Stromverbrauchs der Wasserversorgung. Dieser Anteil entspricht genau dem Wert der früheren Erhebung. Leichte Verschiebungen der Anteile gibt es nur zwischen den Kategorien *Aufbereitung* und *sonstiger Stromverbrauch*, wobei dies auch leicht in der unterschiedlichen Zusammensetzung der Stichproben sowie einer unterschiedlich guten Abgrenzung der Stromverbräuche begründet sein könnte.

Abbildung 7: Zusammensetzung des Stromverbrauchs



4.4 Höhen- und mengennormierter spezifischer Stromverbrauch der Pumpwerke

Der normierte spezifische Stromverbrauch konnte für 62 WVU berechnet werden, die gemeinsam 1,60 Mio. Personen versorgen.

Während bei der Betrachtung des *Stromverbrauchs gesamt* große Unterschiede durch die unveränderlichen topographischen Rahmenbedingungen existieren, wird beim *höhen- und mengennormierten spezifischen Stromverbrauch von Pumpwerken* die tatsächlich zu überwindende Pumphöhe berücksichtigt. Unterschiedliche Wassermengen mit unterschiedlichen Pumphöhen gehen dabei mengengewichtet in die Berechnung ein. Des Weiteren ist für den normierten Stromverbrauch ausschließlich die Betrachtung der tatsächlich gepumpten Wassermengen und des für Pumpen verwendeten Stromes relevant. Anteile der Systemeinspeisung, die im freien Gefälle eingespeist werden, bleiben dabei unberücksichtigt bzw. werden mehrfach gepumpte Wassermengen auch mehrfach gezählt, sodass letztendlich ein „höhen- und mengennormierter spezifischer Stromverbrauch der Pumpwerke“ angegeben werden kann. Erst auf dieser Basis sind endgültige Aussagen über den Wirkungsgrad der Wasserpumpen möglich.

Die Betrachtung des *höhen- und mengennormierten spezifischen Stromverbrauchs der Pumpwerke* zeigt, dass es durch die Normierung keine kausalen Unterschiede über die Regionen mehr gibt. Die relevanten Einflussfaktoren sind hingegen, wie das Wasser gepumpt wird. Das bedeutet, es spielt eine Rolle, ob das Wasser unter **konstanten Bedingungen** gepumpt werden kann wie zum Beispiel von der Wassergewinnung zu einem Wasserbehälter, oder ob es sich um **veränderliche Zustände** handelt wie zum Beispiel die Einspeisung in ein Rohrnetz zu verschiedenen Tageszeiten.

Abbildung 8 zeigt dazu die Bandbreiten des normierten Stromverbrauchs in Abhängigkeit der Bedingungen bzw. des Pumpsystems. Außer bei der Kategorie *konstante Bedingungen* ist in allen anderen Fällen von veränderlichen Zuständen auszugehen. Während es für konstante Bedingungen möglich ist, das Pumpensystem genau für diese Bedingungen zu optimieren, spielt es unter veränderlichen Zuständen eine Rolle, ob der jeweilige Wasserbedarf mittels drehzahlgesteuerten Pumpen bedient werden kann oder nicht. Die dargestellten Kategorien lauten konkret:

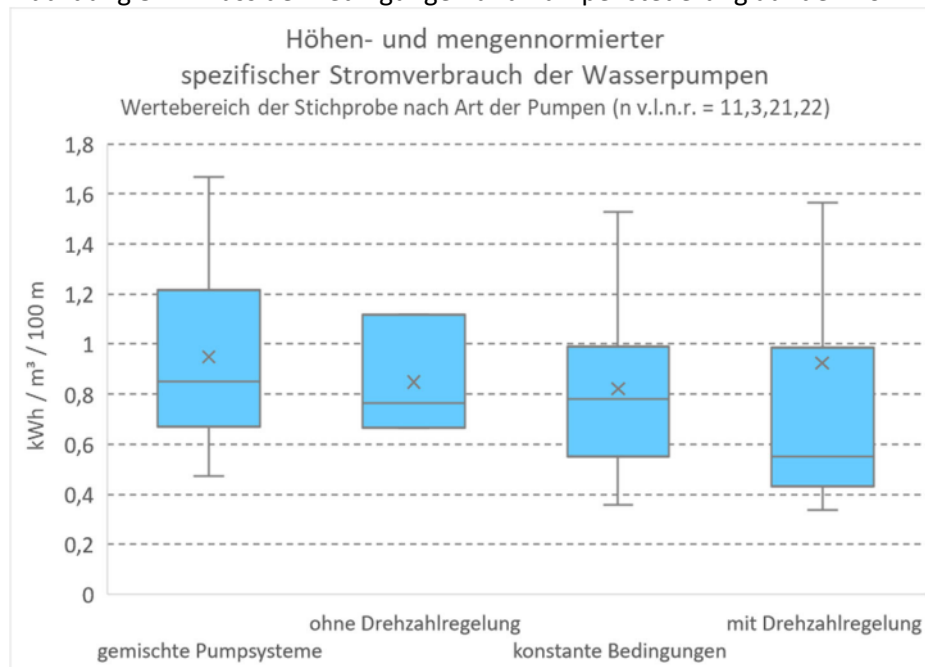
- gemischte Pumpensysteme
- Pumpen überwiegend mit veränderlichem Betriebspunkt, aber ohne Drehzahlregelung
- Pumpen überwiegend mit konstanter Fördermenge und Höhe
- Pumpen überwiegend mit veränderlichem Betriebspunkt mit Drehzahlregelung

Unter keinen Umständen kann der physikalische Grenzwert von $0,2725 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$ bzw., bei Annahme eines maximal erreichbaren Wirkungsgrades von 80 % des Gesamtsystems, der Strombedarf von rund $0,34 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$ unterschritten werden (siehe 3.1.1 Seite 11 ff).

Abbildung 8 zeigt, dass tatsächlich nur die niedrigsten Werte der Kategorien *konstante Bedingungen* und *Pumpen mit Drehzahlregelung* Stromverbräuche von 0,34 bzw. 0,35 kWh / m³ / 100 m erreichen. Bei der Betrachtung der Wertebereiche ist darüber hinaus eine Abnahme des normierten Strombedarfs von den gemischten Pumpensystemen hin zu den Pumpen mit Drehzahlregelung ersichtlich.

Allerdings gibt es auch unter konstanten Bedingungen oder bei Pumpen mit Drehzahlregelung durchaus hohe Kennzahlenwerte. Die Ursachen dafür können vielfältig sein. So könnte insbesondere beim Pumpen von Kleinstmengen auf eine weitere Optimierung verzichtet worden sein. Durch nachträgliche Veränderungen oder vorsorglich berücksichtigte Reserven könnten Pumpensysteme außerhalb des optimalen Effizienzbereiches liegen und letztendlich erreichen auch drehzahlregelte Systeme ihren maximalen Wirkungsgrad nur in einem gewissen Bereich um die Nominaldrehzahl. Druckverluste der Leitungen sind zwar per Definition der Kennzahl in der Datenerhebung zu berücksichtigen, können aber oft nur unzureichend eingeschätzt werden oder werden gegenüber den geodätischen Druckdifferenzen vernachlässigt. Dadurch könnten in der Kennzahl zum Teil auch Verluste der Rohrreibung sichtbar werden.

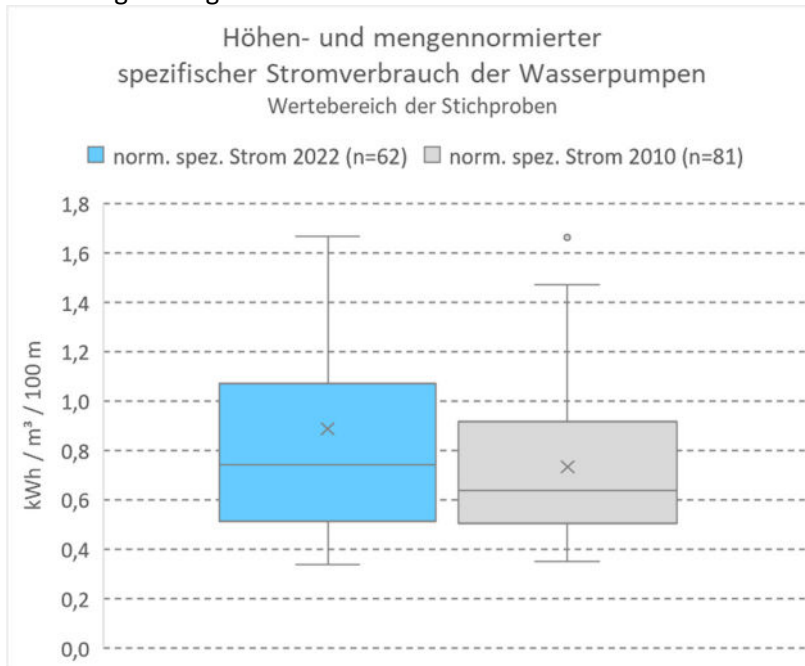
Abbildung 8: Einfluss der Bedingungen und Pumpensteuerung auf den normierten Stromverbrauch



Der **Vergleich** des normierten Stromverbrauchs der Erhebungen aus den Jahren 2010 und 2022 ist in Abbildung 9 dargestellt. Auffällig ist, dass in der aktuellen Datenerhebung vermehrt höhere normierte Stromverbräuche vertreten sind. Insgesamt weisen die Datensätze der aktuellen Datenerhebung dadurch einen höheren Mittelwert von $0,89 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$ und einen höheren Median von $0,74 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$ auf. Der Mittelwert der Datensätze des Jahres 2022 ist zudem von einem (nicht dargestellten) Ausreißer beeinflusst, dessen Wert durch das Pumpen einer Kleinmenge herrührt.

Die Datensätze des Jahres 2010 hatten einen Mittelwert von $0,73 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$ und einen Median von $0,64 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$. Besonders niedrige normierte Stromverbräuche im Bereich von $0,34 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$ werden in beiden Erhebungen nur ganz vereinzelt erreicht.

Abbildung 9: Vergleich des normierten Stromverbrauchs zwischen 2010 und 2022



Die hauptsächliche **Ursache** des Unterschiedes zwischen den Erhebungen des Jahres 2010 und 2022 ist in der unterschiedlichen Zusammensetzung der Stichproben zu finden. Während in der Erhebung 2010 insgesamt 81 WVU Daten zur Berechnung dieser Kennzahl liefern konnten, die rund 1,5 Mio. Personen versorgen, waren es in der Erhebung 2022 nur insgesamt 62 WVU, die jedoch gemeinsam rund 1,6 Mio. Personen versorgen. Allerdings sind in der Stichprobe der Erhebung 2022 auch mehr kleine Pumpenanlagen vertreten, die üblicherweise einen geringeren Wirkungsgrad und somit höhere normierte Stromverbräuche aufweisen.

Ein interessantes Detail zeigt sich bei Betrachtung der Entwicklung des normierten Stromverbrauches einzelner ausgewählter WVU zwischen 2010 und 2022. In Abbildung 10 sind dazu die Rückgänge des normierten Stromverbrauchs wieder in Blautönen dargestellt, Grautöne zeigen gleichbleibende Kennzahlen und Orangetöne stellen gestiegene Fälle dar. Bemerkenswert ist dabei, dass überwiegend Fälle gefunden wurden, die einen mehr oder weniger stark gestiegenen oder gefallen normierten Stromverbrauch aufweisen.

Die Gründe für die starken Veränderungen der Kennzahlenwerte bei einzelnen WVU können nur vermutet werden, da diese im Rahmen der Studie nicht im Detail analysiert werden konnten.

Rückgänge des höhen- und mengennormierten spezifischen Stromverbrauchs der Pumpwerke könnten das Resultat von Erneuerungen und Effizienzsteigerungen sein. Steigerungen des normierten Strombedarfs können hingegen möglicherweise durch eine höhere Stromaufnahme alternder Pumpen oder durch steigende Druckverluste erklärt werden, die den Betreibern nicht in

vollem Umfang bewusst sind und die daher in der Datenerhebung vernachlässigt bzw. unterschätzt wurden. Eine höhere Druckdifferenz kann zum Beispiel durch zunehmende Durchflüsse oder durch steigende Förderhöhen infolge besonders niedriger Grundwasserspiegel entstehen. Derartige Veränderungen betreffen direkt die zugrundeliegenden Eingangsdaten und falls einzelne Komponenten der Förderhöhe unterschätzt werden, ergibt das zwangsläufig einen höheren normierten spezifischen Stromverbrauch (siehe dazu Abbildung 11). Die insgesamt zu leistende Förderhöhe ergibt sich dabei als Summe der einzelnen Komponenten. Der Vordruck ist, wenn aus einem Behälter gepumpt wird, der höher als die Pumpe liegt, von der Förderhöhe entsprechend abzuziehen. Wenn aus Brunnen gepumpt wird ist die Saughöhe hingegen sehr wohl Teil der Förderhöhe.

Darüber hinaus ist die Abgrenzung der Stromverbräuche der Pumpwerke gegenüber anderen Verbrauchsanteilen oft problematisch bzw. werden sonstige Stromverbräuche vernachlässigt und dem Pumpenstrom zugerechnet. Sinngemäß gelten die gleichen Überlegungen auch für die nachfolgende Betrachtung der Entwicklung der Wirkungsgrade.

Abbildung 10: Beispielhafte Entwicklung des normierten Stromverbrauches einzelner WVU

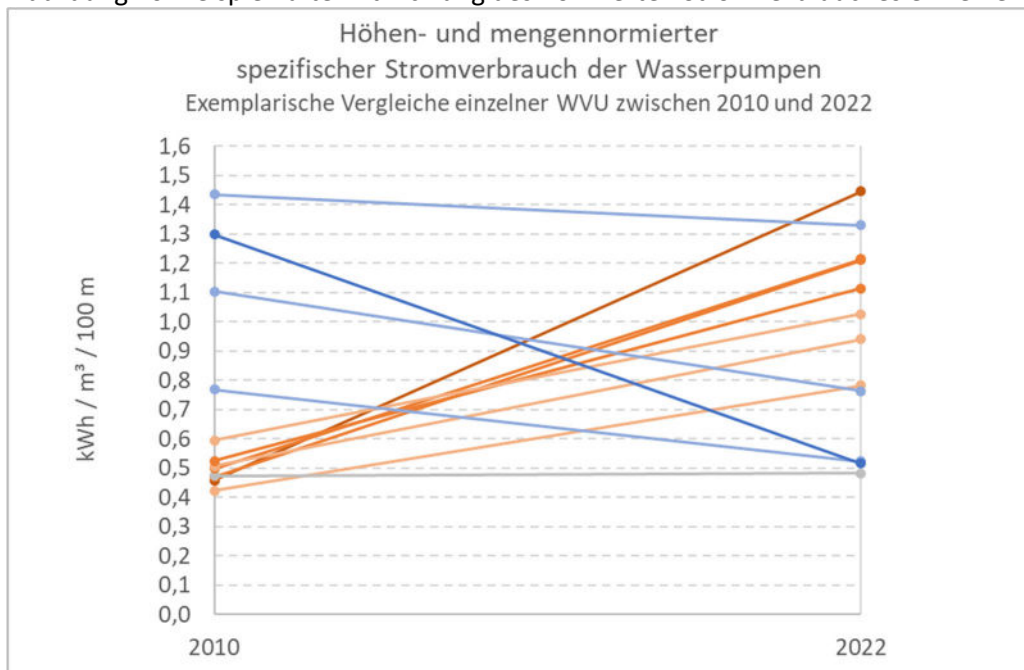
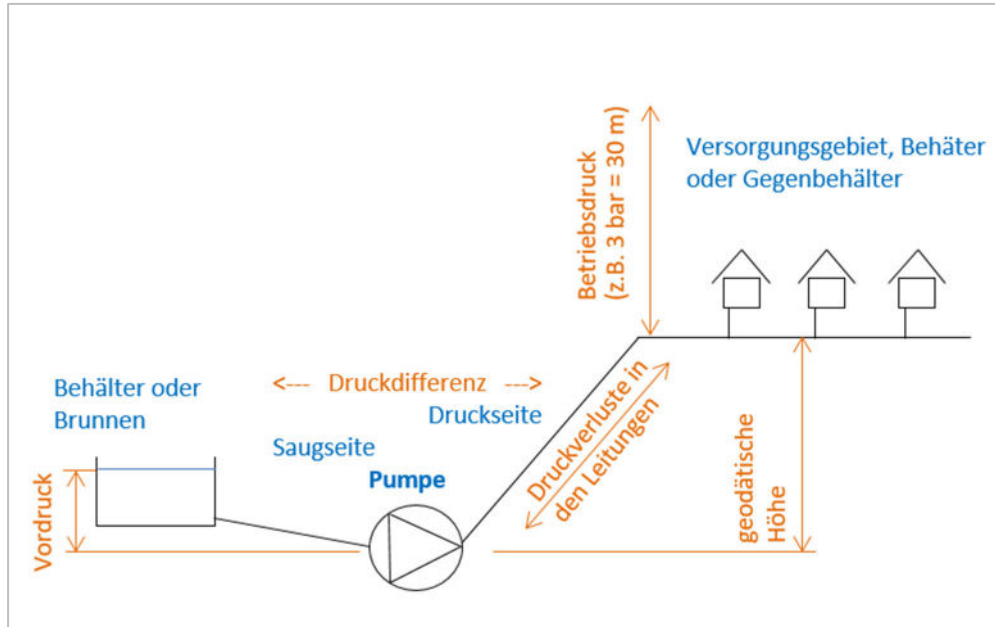


Abbildung 11: Schema der zu berücksichtigenden Förderhöhen



4.4.1 Wirkungsgrad der Pumpwerke

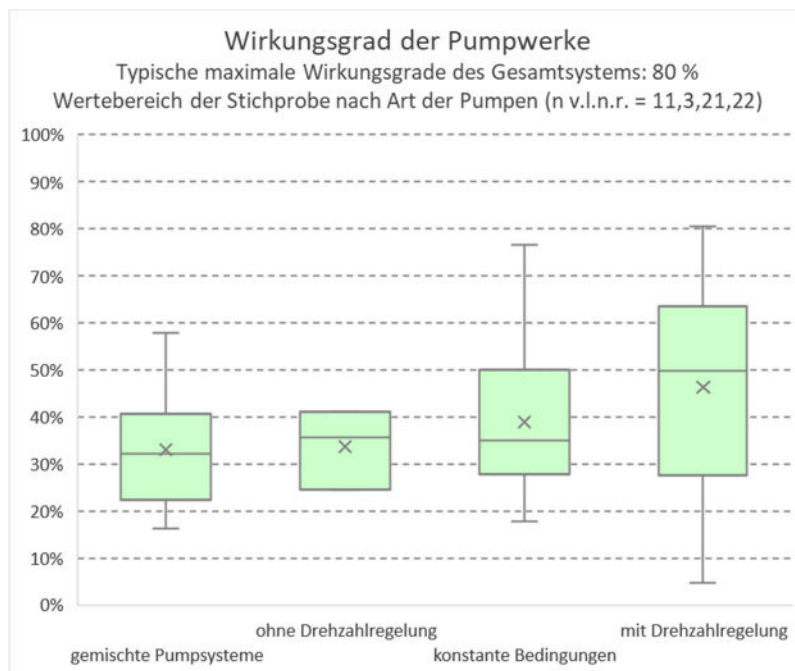
Der Wirkungsgrad von Pumpwerken konnte für 62 WVU berechnet werden, die gemeinsam 1,60 Mio. Personen versorgen. Die genaueren Bedingungen und Steuerung der Pumpen sind für 57 WVU bekannt, die gemeinsam 1,55 Mio. Personen versorgen

Der Wirkungsgrad eines Pumpwerkes berechnet sich als Quotient aus dem physikalisch minimal möglichen Stromverbrauch ($0,2725 \text{ kWh} / \text{m}^3 / 100 \text{ m}$) und dem tatsächlich verbrauchten Strom. Unter Berücksichtigung unvermeidbarer Verluste bei der Energieumwandlung von elektrischem Strom in Wasservolumenstrom und Pumphöhe ergibt sich im Allgemeinen ein real erreichbarer Wirkungsgrad von bestenfalls 80 %. Ein höherer Wirkungsgrad kann nur in Ausnahmefällen von optimal ausgelegten, sehr großen Pumpwerken und unter besonders konstanten Bedingungen erreicht werden.

In Abbildung 12 sind die Bandbreiten der Wirkungsgrade aller in der Stichprobe der aktuellen Erhebung enthaltenen Pumpwerke in Abhängigkeit der Bedingungen bzw. des Pumpsystems dargestellt. Die bestmöglichen Wirkungsgrade von rund 80 % werden nur vereinzelt von Pumpensystemen der Kategorien *konstante Bedingungen* und *Pumpen mit Drehzahlregelung* erreicht. Pumpensysteme, die unter veränderlichen Bedingungen arbeiten und keine Drehzahlregelung haben, erreichen die maximal möglichen Wirkungsgrade nicht. Allerdings weisen alle betrachteten Kategorien eine große Bandbreite der Wirkungsgrade auf. Als Ursachen dafür gelten die gleichen Überlegungen wie zuvor bei der Betrachtung des höhen- und mengennormierten Stromverbrauchs (Verzicht auf Optimierung bei Kleinstmengen, nachträgliche Veränderungen, begrenzter optimaler Effizienzbereich auch bei drehzahlgeregelten Systemen, unterschätzte Druckverluste).

Insgesamt erreichen aber drehzahlgeregelte Pumpensysteme mit Abstand die besten Wirkungsgrade, was auch im höchsten Mittelwert bzw. dem mittleren Wert (Median) von rund 50 % sichtbar wird. Die Mittelwerte und Mediane aller anderen Kategorien liegen jeweils nur zwischen 30 und 40 %.

Abbildung 12: Wirkungsgrad von Wasserpumpen in Abhängigkeit der Bedingungen und Steuerung



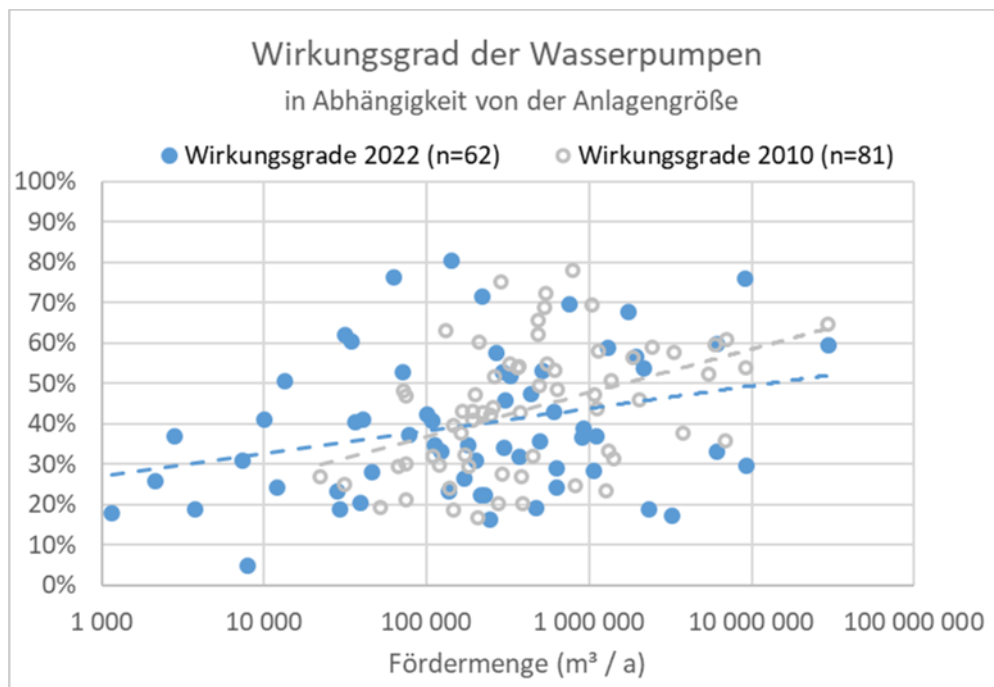
Der **Vergleich** der Wirkungsgrade mit der früheren Erhebung aus dem Jahr 2010 zeigt, dass der Median aller Datensätze von rund 43 % auf 37 % leicht gesunken ist. Dies stimmt mit der zuvor festgestellten Steigerung des höhen- und mengennormierten Stromverbrauchs überein.

Wie bereits aus der Erhebung im Jahr 2010 bekannt ist, zeigt sich tendenziell ein höherer Wirkungsgrad, wenn größere Wassermengen gepumpt werden, da größere Anlagen eher einer Optimierung unterzogen werden als kleine Anlagen. Speziell bei geringen jährlichen Fördermengen werden eher selten Wirkungsgrade von über 30 % erzielt.

Diese Abhängigkeit und der Vergleich der Wirkungsgrade aus den Erhebungsjahren 2010 und 2022 sind in Abbildung 13 dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass die Datensätze des Jahres 2022, obwohl in Summe weniger Fälle, eine höhere Anzahl besonders geringer Fördermengen beinhalten als die Datensätze des Jahres 2010. Mit den kleinen Pumpanlagen gehen aber auch typischerweise niedrigere Wirkungsgrade einher. Dies bedeutet, dass der gefundene leichte Rückgang der Wirkungsgrade, genau wie die leichten Anstiege der Kennzahlen des höhen- und mengennormierten Stromverbrauchs, hauptsächlich auf eine andere Zusammensetzung der Stichprobe zwischen 2010 und 2022 zurückzuführen ist.

Aus den vorliegenden Daten und dem Vergleich zwischen den Erhebungen des Jahres 2010 und 2022 kann somit kein Trend hin zu höheren Wirkungsgraden abgelesen werden. Das gänzliche Fehlen eines derartigen Trends in den Durchschnittswerten lässt vermuten, dass sich Wirkungsgradgewinne und -rückgänge über die Anlagenlebensdauer in etwa die Waage halten.

Abbildung 13: Wirkungsgrad von Wasserpumpen in Abhängigkeit von der Fördermenge



4.4.2 Richtwerte für den Wirkungsgrad von Pumpen

Um einen Anhaltspunkt zu geben, ab wann der Wirkungsgrad einer Pumpstation optimiert werden sollte, wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit der Universität für Bodenkultur Wien der „Leitfaden zur Optimierung der Energienutzung bei Wasserversorgungsanlagen“ (MAYR et al., 2012a) herausgegeben. Darin werden jeweils Richtwerte für den üblichen Bereich des Gesamtwirkungsgrades von trocken aufgestellten Kreiselpumpen und von Unterwasserpumpen angegeben. Die Gesamtwirkungsgrade beziehen sich dabei auf das System von Motor und Pumpe ohne Rohrreibungsverluste.

Untersuchungen hinsichtlich möglicher Einsparungspotentiale werden laut dem Leitfaden zumindest unter einem Wirkungsgrad von 46 % für trocken aufgestellten Kreiselpumpen sowie unter 41 % für Unterwasserpumpen empfohlen. Für höhere Leistungsbereiche einzelner Pumpen gelten höhere Richtwerte bis rund 60 % Wirkungsgrad.

Darüber hinaus wird in dem Leitfaden aber darauf hingewiesen, dass Stromeinsparpotentiale zudem von der jeweiligen Situation abhängen und direkte Stromleistungsmessungen an den Pumpen sowie Druck- und Durchflussmessung zur Beurteilung der Pumpeneffizienz durchgeführt werden sollten, da auch hohe Reibungsverluste in Rohrleitungen unabhängig vom Wirkungsgrad der Pumpenaggregate zu erhöhtem Stromverbrauch führen. Bei zu niedrigen Wirkungsgraden wird daher ebenso eine Beurteilung der Rohrreibungsverluste empfohlen.

In den Erhebungen der gegenständlichen Untersuchung, sowie bereits der früheren Untersuchung 2010, sollten die Reibungsverluste zwar explizit als Teil der Förderhöhe angegeben werden und somit in der Wirkungsgradberechnung der Pumpensysteme berücksichtigt werden können, jedoch ist die Einschätzung der tatsächlich vorliegenden Reibungsverluste in den Rohrleitungen oft ungenau. Dadurch enthalten die berechneten Gesamtwirkungsgrade gegebenenfalls nicht nur Motor- und Pumpenwirkungsgrade, sondern es können auch teilweise Rohrreibungsverluste beinhaltet sein. Die Überlegungen zu möglichen Effizienzsteigerungen durch eine Verbesserung der Wirkungsgrade der Pumpensysteme müssen daher unter diesem Vorbehalt verstanden werden (vgl. Kapitel 5.1).

4.5 Zusammenfassung, Einordnung und Vergleiche des Energiebedarfs

Die Hochrechnung des **gesamten Stromverbrauches des Jahres 2022 für die Wasserversorgung** in Österreich beträgt rund **257 GWh**.

Gegenüber der früheren Erhebung mit Daten aus dem Jahr 2010 (Neunteufel et al., 2012) ist nicht nur die gesamte Bevölkerungszahl, sondern auch der Grad der zentral versorgten Bevölkerung gestiegen. Da die Hochrechnung auf den gesamten Strombedarf der Wasserversorgung direkt von der Zahl der versorgten Personen abhängt, wurde die Hochrechnungsmethode dahingehend verbessert, dass der Strombedarf für die Wasserversorgung möglichst umfassend abgeschätzt wird, egal ob das Wasser aus zentralen Wasserversorgungen oder Einzelversorgungen stammt und unter anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Nebenwohnsitze.

Unabhängig von der betrachteten Personenzahl führt eine genauere **Hochrechnungsmethodik** zu einem um rund 5 % höheren spezifischen Stromverbrauch je m³ Systemeinspeisung. Darüber hinaus gibt es aber auch eine reale Steigerung des spezifischen Stromverbrauchs pro m³ um rund 8 %. Umgelegt auf den gesamten Strombedarf entspricht dies rund 20 GWh. **Dies liegt an einem höheren Anteil der Wassergewinnung aus Brunnen und der damit verbundenen höheren Pumpenergie.** Die Ursache dafür ist in der **Veränderung der Ressourcenverfügbarkeit** durch die Trockenheit und den deutlichen Rückgang der Quellschüttungen des Jahres 2022 begründet.

Als häufigste **Ursache für einen steigenden Strombedarf** wird auch seitens der Umfrageteilnehmer der steigende Wasserbedarf durch Bevölkerungszuwachs und durch Klimawandel oder Trockenheit genannt.

Der mit Abstand größte Verbrauchsanteil ist jener für das Pumpen von Wasser. Der Stromverbrauch für Wasseraufbereitungsanlagen fällt im Allgemeinen bereits deutlich geringer aus. Den zumeist kleinsten Anteil stellt der sonstige Stromverbrauch z.B. für Betriebsgebäude oder Mess-, Steuer- und Regeltechnik dar.

Gegenüber der früheren Erhebung (Neunteufel et al., 2012) zeigt sich für das Jahr 2022 auch ein Anstieg des spezifischen Stromverbrauchs von 23,6 auf **25,3 kWh pro Kopf und Jahr** bzw. von 0,33 kWh/m³ auf 0,38 kWh/m³. Unterschiede der Steigerungen zwischen dem spezifischen Stromverbrauch pro Kopf und pro m³ sind auf Unterschiede der spezifischen Systemeinspeisung (m³ pro Kopf) zurückzuführen.

Im Vergleich dazu beträgt der durchschnittliche österreichische Pro-Kopf-Stromverbrauch in Haushalten rund 1.600 kWh pro Jahr. Diese Kennzahl ist auf Basis eines durchschnittlichen Haushaltsverbrauchs von 3.500 kWh pro Jahr und 2,2 Personen je Haushalt berechnet.

Der Pro-Kopf-Stromverbrauch für die Wasserversorgung entspricht somit einem Anteil von rund 1,6 % des durchschnittlichen Pro-Kopf-Stromverbrauchs im Haushalt oder benötigt in etwa gleich viel Strom wie ein Fernsehgerät im Standby.

Bezüglich des gesamten österreichischen Stromverbrauches von rund 63,3 TWh (63.300 GWh) im Jahr 2022 (BMK, 2022 b) beträgt der **Anteil der gesamten Trinkwasserversorgung nur lediglich 0,4 %**. Unter Berücksichtigung der eigenen Stromproduktionen des Wasserversorgungssektors sinkt dieser Anteil auf einen **Netto-Strombedarf von 0,16 %** des österreichischen Jahresstromverbrauchs (siehe dazu auch Kapitel 6 ab Seite 48).

In der Studie „**Unser Wasser macht gutes Klima**“ (Zach, 2022) wird als Strombedarf der Wasserversorgung der Wert von 177 GWh pro Jahr aus der bisherigen Erhebung mit Datenstand 2010 (Neunteufel et al., 2012) angeführt.

In der aktuellen Untersuchung „**Krisenszenarien Siedlungswasserwirtschaft**“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt sind im Factsheet „**Strommangellage in der Wasserversorgung - Erhebungen zu Prävention und Auswirkungen**“ (Scherer et al., 2023) Betriebseinschränkungen und Versorgungseinschränkungen im Blackoutfall oder bei Strommangellage untersucht. Angaben zum gesamten Strombedarf der Wasserversorgung erfolgen nicht.

Die **internationalen Vergleichszahlen** in Tabelle 6 stammen aus Benchmarking-Projekten aus Deutschland und einer Europäischen Benchmarking Plattform sowie einer Benchmarking-Datenbank der Weltbank. Der Vergleich mit Deutschland (DE) zeigt einen ähnlichen Wertebereich. Der Vergleich mit Werten der Europäischen Benchmarking Plattform (EU +) mit überwiegend europäischen, aber auch einigen außereuropäischen WVU zeigt im internationalen Raum einen insgesamt höheren mittleren Stromverbrauch als in Österreich. Gleiches gilt für den Vergleich mit der weltweiten Datensammlung der Benchmarking-Datenbank (WW), die jedoch hauptsächlich außereuropäische Datensätze beinhaltet. Letztere Daten sind üblicherweise nicht individuell plausibilitätsgeprüft und weisen erfahrungsgemäß große Unsicherheiten auf.

Die Ursache für die in Österreich im Mittel doch eher niedrigeren Stromverbräuche gegenüber dem internationalen Raum liegt hauptsächlich daran, dass in kaum einem anderen Land soviel Quellwasser zur Verfügung steht und genutzt wird. Dadurch wird insgesamt weniger Strom für das Hochpumpen der Wasserressourcen aus Brunnen benötigt und zudem kann es Einsparungen durch gravitative Versorgungen geben. Darüber hinaus kann in den internationalen Vergleichszahlen auch der zum Teil hohe Anteil an Oberflächenwassernutzung und die damit verbundene komplexere Aufbereitung eine Rolle spielen.

Tabelle 6 Internationale Vergleichszahlen des spezifischen Stromverbrauchs der Wasserversorgung

Land	Studie/Quelle	Datenbasis	Gesamtmittelwert / Gesamtmedian
AT	gegenständliche Studie Daten 2022	165 WVU, Mediane je nach NUTS 1-Region: 0,20 bis 0,57 kWh/m ³	0,38 kWh/m ³ (MW) 0,36 kWh/m ³ (Med.)
DE	Benchmarking-Projekt Nordrhein-Westfalen, Daten 2021 (NRW 2023)	110 WVU, Mittelwerte je nach Größenklasse: 0,33 und 0,47 kWh/m ³	-
DE	Literatur: Plath und Wichmann (2009)	Wertebereich: 0,44 bis 0,74 kWh/m ³	0,5 kWh/m ³ (Med.)
EU +	Water & Wastewater Benchmark (EBC 2022)	rund 40 Einzelwerte im Wertebereich: von 0 bis 1,4 kWh/m ³	0,5 kWh/m ³ (Med.)
WW	IB-NET Database Indicator 13.4 Energy Efficiency for Water Production (HeatMap) (IBNET, 2023)	57 Einzelwerte (ohne 0): Wertebereich (ohne Ausreißer): von 0,02 bis 1,2 kWh/m ³	0,66 kWh/m ³ (MW) 0,43 kWh/m ³ (Med.)

5 EINSPARUNGSPOTENTIALE

5.1 Steigerung der Pumpeneffizienz

Der Wirkungsgrad von Pumpensystemen konnte für 62 WVU berechnet werden, die gemeinsam rund 1,6 Mio. versorgte Personen repräsentieren.

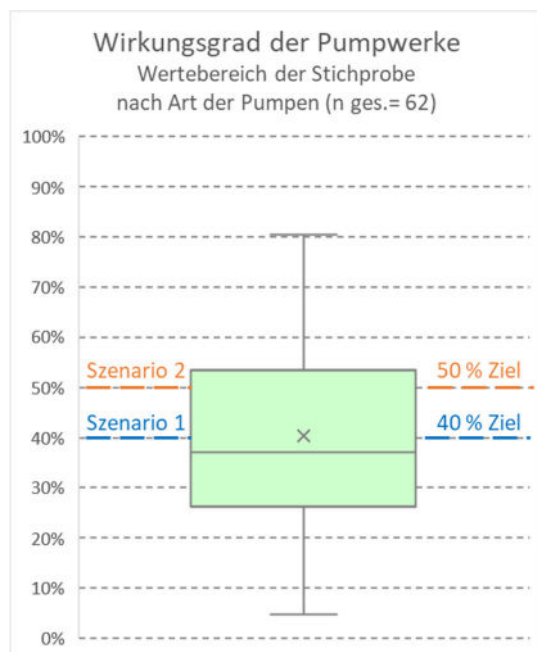
Wie bereits in Kapitel 4.4.1 (siehe Seite 31 ff) beschrieben wurde, kann aus den vorliegenden Daten und dem Vergleich zwischen den Erhebungen des Jahres 2010 und 2022 kein Trend hin zu höheren Wirkungsgraden abgelesen werden. **Somit könnte auch für die Zukunft davon ausgegangen werden, dass sich individuell lukrierte Steigerungen der Pumpeneffizienz und laufende Effizienzverluste in Summe die Waage halten und sich dadurch keine generellen Einsparungspotentiale realisieren lassen.**

Zum Vergleich mit der früheren Studie (Neunteufel et al.,2012) werden dennoch wieder zwei **Szenarien**, die jeweils im Bereich der Richtwerte für den Wirkungsgrad von Pumpen liegen, betrachtet.

- Szenario 1 - Steigerungen des Wirkungsgrades aller Pumpensysteme auf 40 %
- Szenario 2 - Steigerungen des Wirkungsgrades aller Pumpensysteme auf 50 %

Entsprechend einer Analyse aller berechenbaren Wirkungsgrade müsste demnach für mehr als die Hälfte aller Datensätze (35 WVU) der Stichprobe in Szenario 1 und für 43 von 62 WVU in Szenario 2 von einem Optimierungspotential ausgegangen werden (siehe Abbildung 14).

Abbildung 14: Wirkungsgradbereich der Stichprobe und Richtwerte der Szenarien



Ausgehend von den angenommenen Richtwerten lässt sich ein **theoretisches Potential** für die beiden Szenarien berechnen:

Szenario 1: Steigerungen von 35 der 62 WVU in der Stichprobe von durchschnittlich 27 % (= 1,009 kWh / m³ / 100 m) auf 40 % (= 0,6812 kWh / m³ / 100 m) Wirkungsgrad würde bezüglich der Anzahl der versorgten Personen (die 31 WVU versorgen rund 0,61 Mio., die gesamte Stichprobe rund 1,60 Mio. Personen) eine gewichtete Einsparung von 0,13 kWh / m³ / 100 m bedeuten.

Szenario 2: Steigerungen von 43 der 62 WVU in der Stichprobe von durchschnittlich 30 % (= 0,908 kWh / m³ / 100 m) auf 50 % (= 0,545 kWh / m³ / 100 m) Wirkungsgrad würde bezüglich der Anzahl der versorgten Personen (die 43 WVU versorgen rund 0,81 Mio., die gesamte Stichprobe rund 1,60 Mio. Personen) eine gewichtete Einsparung von 0,18 kWh / m³ / 100 m bedeuten.

Bezogen auf den Mittelwert der Stichprobe von 0,89 kWh / m³ / 100 m (siehe Abbildung 9 auf Seite 29) könnten so Einsparungen zwischen 14 und 21 % des Pumpenstromes bzw. 11 und 16 % des gesamten Strombedarfs der Wasserversorgung angenommen werden. Im Vergleich dazu lagen die möglichen gesamten Einsparungen durch eine Steigerung der Pumpeneffizienz in der früheren Untersuchung (Neunteufel et al., 2012) nur bei 4 bis 12 %.

Die deutlich höhere Schätzung des möglichen Einsparungspotentials ist allerdings hauptsächlich den in der aktuellen Stichprobe enthaltenen kleinen Pumpenanlagen mit ihren typischerweise niedrigeren Wirkungsgraden geschuldet (siehe Abbildung 13 auf Seite 33).

Da aber gerade bei kleinen Pumpenanlagen und insbesondere beim Pumpen von Teil- oder Kleinstmengen sowie bei Vorhaltung von Reservekapazitäten eine sehr genaue Optimierung nicht möglich oder nicht sinnvoll ist, ist es eher unwahrscheinlich, dass die theoretisch vorhandenen Einsparungspotentiale gegenüber den Richtwerten auch realisiert werden. Darüber hinaus zeigen die aktuellen Daten auch, dass Pumpensysteme, die unter veränderlichen Bedingungen arbeiten und keine Drehzahlregelung haben, sowie gemischte Pumpensysteme nur selten überhaupt Wirkungsgrade von 40 % erreichen (siehe Abbildung 12 auf Seite 32).

Die in der **Praxis erwartbaren Einsparungspotentiale** durch eine Steigerung der Pumpeneffizienz müssen daher differenziert betrachtet werden. Ein diesbezüglich wichtiger Anhaltspunkt sind die vorgefundenen, starken Veränderungen der Wirkungsgrad-Kennzahlen, die sich entsprechend der Berechnung umgekehrt zur Entwicklung des normierten Stromverbrauches verhalten (siehe Abbildung 10 auf Seite 30). Auch hier gilt die Vermutung, dass Effizienzsteigerungen wahrscheinlich das Resultat von Erneuerungen oder Dimensionierungsanpassungen sind und Wirkungsgradrückgänge auf alternde Anlagen oder Veränderungen der Betriebszustände zurückzuführen sind.

Ein wesentliches Indiz dafür, dass im Allgemeinen **keine generellen Einsparungspotentiale durch eine Steigerung der Pumpeneffizienz** zu erwarten sind, ist das gänzliche Fehlen eines allgemeinen Trends hin zu höheren Wirkungsgraden zwischen den Erhebungen des Jahres 2010 und 2022. Nach den **vorliegenden Daten** scheinen sich Wirkungsgradgewinne und -rückgänge über die Anlagenlebensdauer in etwa die Waage zu halten. **Das bedeutet natürlich keineswegs, dass auf Anlagenerneuerung verzichtet werden kann, da sonst die Effizienzverluste zunehmen würden**, sondern vielmehr, dass die Pumpeneffizienz in der Wasserversorgung einen durchschnittlichen Beharrungszustand erreicht hat. Das heißt es werden durch die Anlagenerneuerung und Anpassung

laufend individuelle Effizienzsteigerungen erreicht aber es sind in Summe keine generellen Einsparungspotentiale erwartbar da auch laufend Wirkungsgradrückgänge stattfinden.

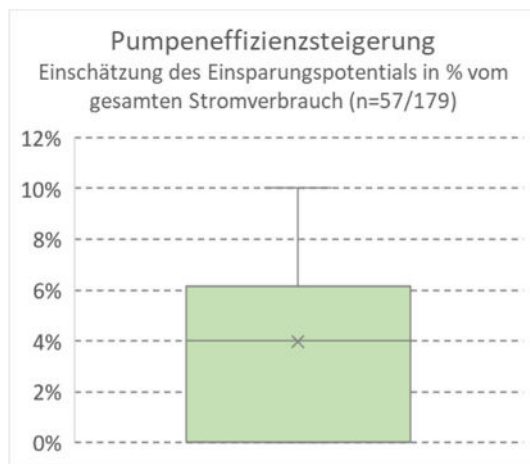
Ob, wodurch und in welcher Größenordnung sich die individuellen **Einsparungspotentiale aus Sicht der Umfrageteilnehmer** darstellen, ist in Tabelle 7 und Abbildung 15 zusammengefasst. Die mit Abstand häufigsten textlichen Rückmeldungen sind, dass kaum noch Einsparungspotentiale vermutet werden, da bereits alle oder der Großteil der Pumpen erneuert wurden, Drehzahlregelungen vorhanden sind, alle umsetzbaren Maßnahmen bereits ergriffen und umgesetzt wurden oder unveränderbare Rahmenbedingungen bestehen. Zumeist wurden jedoch keine textlichen Angaben zu möglichen Einsparungspotentialen gemacht. Generell wurden alle Wasserversorger zudem um eine Einschätzung der Größenordnung möglicher Einsparungspotentiale gebeten. Rund ein Drittel der Umfrageteilnehmer hat diesbezüglich einen Wert angegeben. Die Werte möglicher Einsparungspotentiale bei Pumpen reichen dabei von 0 bis 10 % mit einem Durchschnitt von 4 %.

Je nach Höhe des Potentials zur Effizienzsteigerung durch einen Pumpentausch ergeben sich unterschiedliche Amortisationszeiten. Wenn die Steigerung des Wirkungsgrades ähnlich groß ist wie in den beiden Szenarien dargestellt wurde, ist davon auszugehen, dass sich Pumpenerneuerungen bereits nach wenigen Jahren amortisieren. Dieser Umstand spricht dafür, dass bereits tatsächlich der Großteil derartig rentabler Einsparungspotentiale realisiert wurde. Weniger rentable Einsparungspotentiale, die bislang nicht umgesetzt wurden, werden hingegen eher erst mit den altersbedingten Erneuerungen realisiert.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Anmerkungen zu Einsparungspotentialen

Anzahl ähnlicher Antworten	sinngemäße Zusammenfassung der Antworten
10	kaum mehr Potenzial Pumpen sind neu / drehzahl geregelt, umsetzbare Maßnahmen sind bereits erfolgt
4	PV-Anlagen zur Reduktion des Strombezuges
3	keine Potenziale / Bedingungen unveränderbar
3	Optimierung der Steuerung / geplante Optimierung der Steuerung
1	nur Kleinmenge gepumpt, geringes Einsparungspotential
1	laufende Erneuerung
1	Möglichkeit zur Quellnutzung geschaffen, Pumpwerk überflüssig
1	Querschnittsvergrößerung der Transportleitungen
1	Rohrnetzmodellierung / Optimierung
1	Optimierung der Drucksituation der Aufbereitung
1	Reduktion der Wasserverluste
1	Potential unbekannt

Abbildung 15: Größenordnung individueller Einschätzungen der Einsparungspotentiale bei Pumpen



5.2 Wasserverlustmanagement

Die Wasserverlustraten in Form des Anteils nicht in Rechnung gestellter Wassermengen (NRW) bzw. der realen Verluste jeweils als %-Wert der Systemeinspeisung konnten für 151 WVU bzw. 125 WVU berechnet werden, die gemeinsam rund 5,3 Mio. bzw. 5,2 Mio. versorgten Personen repräsentieren.

In den Betrachtungen sind keine reinen Fernversorger sowie keine sonstigen Ausnahmesituationen wie zum Beispiel größere ungemessene Mengen von zurückgeleitetem Wasser nach Trinkwasserkraftwerken oder beabsichtigten Behälterüberläufen bei Quellnutzungen und offensichtlich ungemessene Wasserverlustraten sowie offensichtliche Fehlzuordnung zu scheinbaren Verlusten enthalten.

Eine **Reduktion der Wasserverluste** führt direkt zu einer Reduktion des Stromverbrauchs von Pumpen sowie Aufbereitungs- und Desinfektionsanlagen. Um die realen Verluste zu senken, müssen Leckstellen gesucht und zeitnah repariert werden. Je geringer jedoch der Wasserverlust an einer Leckstelle ist, desto höher wird der Aufwand die Stelle zu finden. Es gibt daher eine gewisse individuelle Grenze, ab der die Suche nach immer noch kleineren Leckstellen und deren Reparatur nicht mehr lohnend bzw. vertretbar ist. Zwar haben neu gebaute Wasserversorgungsnetze anfänglich tatsächlich gar keine Wasserverluste, jedoch bleibt dieser Zustand nicht dauerhaft erhalten.

Empirische Daten zeigen, dass Netze mit höherem Durchschnittsalter tendenziell höhere Wasserverluste haben als jüngere Netze. Erneuerungen der Infrastruktur senken dementsprechend die Wasserverlustraten.

Es gibt aber noch viele andere Faktoren wie Bebauungsdichte, Verkehrslasten, Einbautendichte anderer Leitungen im Untergrund etc., die als Siedlungsstruktur oder Urbanität des Versorgungsgebietes zusammengefasst werden können und die ebenso wie das Netzalter einen klaren Einfluss auf die Schadensraten und somit auf die Wasserverluste haben. Das bedeutet, nicht für alle Wasserversorger können die gleichen Zielwerte für niedrige Wasserverluste herangezogen werden und die Definition erreichbarer Ziele sollte nach Möglichkeit differenziert oder zumindest unter Bedachtnahme unterschiedlicher Rahmenbedingungen erfolgen.

Trotz der vielfältigen Einflüsse, die in der vorliegenden Studie nicht im Detail untersucht werden können, gibt die Gesamtheit der **verfügbaren Daten** einen guten Anhaltspunkt zu den aktuellen Wasserverlusten, deren Entwicklung seit der letzten Erhebung und möglichen weiteren Veränderungen. In Abbildung 16 sind dazu die Wasserverlust-Kennzahlen *NRW* und *reale Verluste* jeweils als %-Wert der Systemeinspeisung basierend auf den Daten der Jahre 2010 und 2022

dargestellt. Ein Rückgang der mittleren und insbesondere der hohen Wasserverluste ist in beiden Kategorien klar ersichtlich.

Ein gewisser **Teil des Effektes** könnte jedoch der veränderten Zusammensetzung der Stichproben zuzuschreiben sein. Abbildung 17 zeigt dazu die Stichprobenzusammensetzung in Bezug auf Wasserverluste und jährlicher Systemeinspeisung. Im Bereich rund um 100.000 m³ bis 1 Mio. m³ jährlicher Wassereinspeisung sind auch höhere Wasserverlustwerte erkennbar. Sind in diesem Bereich mehr Datensätze in der jeweiligen Stichprobe enthalten, wäre das ein Beleg für den Einfluss der Stichprobenzusammensetzung. Die Größenklassenanteile der Stichprobenzusammensetzung in Abbildung 18 zeigt, dass im Bereich bis 100.000 m³ Jahreseinspeisung in der Erhebung 2022 tatsächlich relativ gesehen mehr Datensätze vorliegen und im Bereich bis 0,5 Mio. m³ Jahreseinspeisung weniger Fälle.

Um den Effekt der Stichprobenzusammensetzung auszuschalten ist in Abbildung 19 nur die Entwicklung der Wasserverlust-Kennzahlen von WVU mit über 0,5 Mio. m³ Jahreseinspeisung dargestellt, da in diesen Größenklassen kaum eine relative Veränderung der Stichprobenzusammensetzung zu verzeichnen ist.

Der Rückgang der mittleren und insbesondere der hohen Wasserverluste ist auch innerhalb der vergleichbaren Stichprobenzusammensetzung für beide Wasserverlustkennzahlen klar ersichtlich.

Ein weiterer bekannter **Einflussfaktor auf die %-Kennzahlen** der Wasserverluste ist die mögliche Schwankung der Systemeinspeisung von Jahr zu Jahr. Verbrauchsreiche Jahre mit hohen Einspeisemengen ergeben dabei niedrigere %-Wasserverluste und umgekehrt. Da die Jahre 2010 und 2022 in ihrer Jahreseinspeisung allein durch die gestiegenen Bevölkerungszahlen nicht vergleichbar sind, kann die Abschätzung dieses Einflussfaktors über die jeweiligen Pro-Kopf-Wasserverbräuche innerhalb der betrachteten Stichprobe erfolgen. Hierbei zeigt sich, dass die mittleren eingespeisten Wassermengen pro Person, berechnet als Gesamtwert inklusive Nüchtingungen und Nebenwohnsitzen sowie inklusive mitversorgten sonstigen Verbräuchen und inklusive aller Wasserverluste, im Jahr 2010 (Median: 186 l/Ed) höher waren als im Jahr 2022 (Median: 175 l/Ed). Die Wasserabgaben pro Person, berechnet inklusive mitversorgten sonstigen Verbräuchen, waren hingegen im Jahr 2022 (Median: 152 l/Ed) geringfügig höher als im Jahr 2010 (Median: 150 l/Ed). Das zeigt einerseits, dass die Systemeinspeisung im Jahr 2010 Pro-Kopf höher war als 2022 und die %-Kennzahlen der Wasserverluste dadurch nicht fälschlich zu schlecht gegenüber 2022 dargestellt werden. Andererseits wird auch ersichtlich, dass für die geringfügig niedrigere Pro-Kopf-Wasserabgabe im Jahr 2010 eine höhere Pro-Kopf-Einspeisung nötig war als im Jahr 2022.

Daraus kann letztendlich geschlossen werden, dass der vorgefundene mittlere Rückgang der Wasserverluste zwischen 2010 und 2022 real ist und auch nicht einer geänderten Verbrauchscharakteristik geschuldet ist.

Abbildung 16: Bandbreiten der Wasserverlustkennzahlen

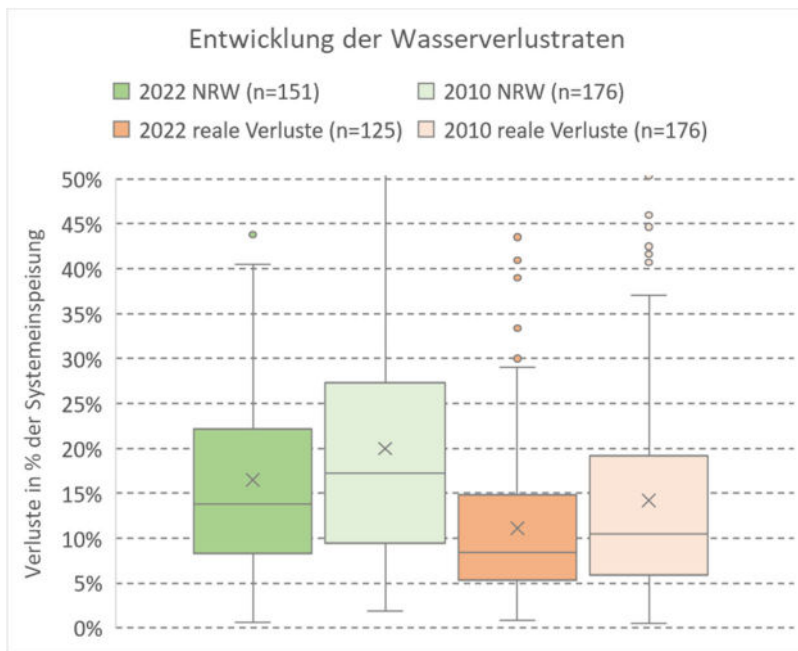


Abbildung 17: Stichprobenzusammensetzung in Bezug auf Wasserverluste und WVU Größe

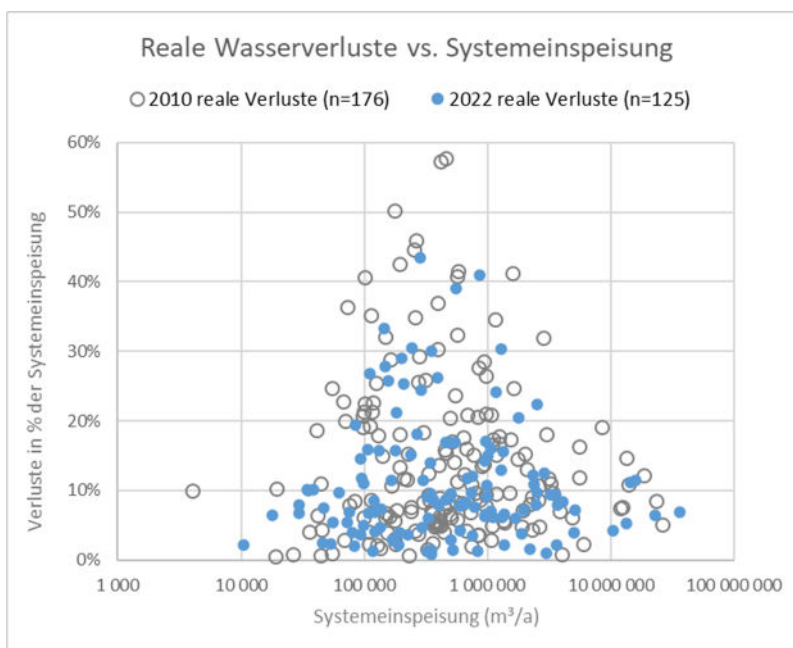


Abbildung 18: Größenklassenanteile der Stichproben

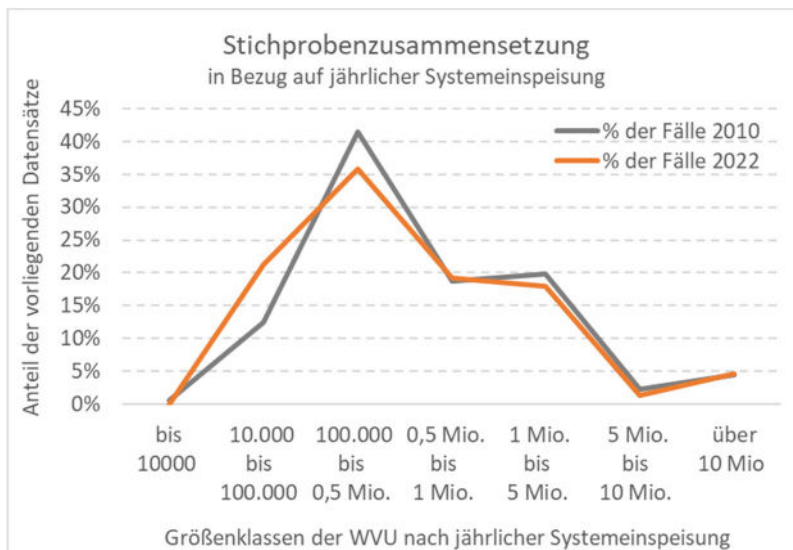
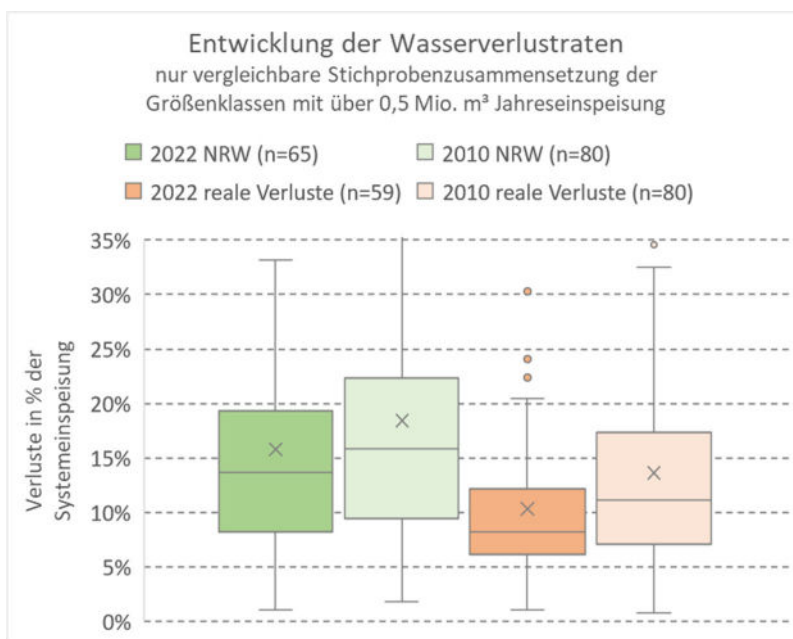


Abbildung 19: Bandbreiten der Wasserverlustkennzahlen ohne Beeinflussung der Stichprobenszusammensetzung



Unter Ausschaltung des Einflusses der geänderten Stichprobenszusammensetzung ergeben sich entsprechend Abbildung 19 Rückgänge der mittleren realen Wasserverluste von rund 11 % auf 8 % bzw. bezüglich der NRW von rund 16 % auf 14 %. Größere Rückgänge finden sich noch insbesondere bei der Betrachtung der höheren Wasserverlustwerte.

Die mittlere Wasserverlustreduktion von rund 2 % würde somit eine durchschnittliche Einsparung von Pumpenstrom im Ausmaß von rund 0,0076 kWh/m³ oder, ausgehend vom Stichproben-Median der eingespeisten Wassermengen von 175 Litern pro Person und Tag, eine Einsparung von rund 0,5 kWh pro Person und Jahr ergeben.

Dass die aktuell vorgefundene Reduktion der Wasserverluste zwischen den Erhebungen der Jahre 2010 und 2022 nicht in Form eines reduzierten Strombedarfs sichtbar wird, liegt daran, dass die

insgesamt sehr kleine Reduktion durch stromverbrauchserhöhende Faktoren, wie die vermehrte Wasserentnahme aus Brunnen gegenüber Quellen, bei weitem ausgeglichen wird.

Die Betrachtung nur der größeren WVU mit über 0,5 Mio. m³ Jahreseinspeisung in Abbildung 19 zeigt außerdem, welche Wasserverlustwerte unter Bedingungen, die üblicherweise mit höherer Urbanität einhergehen, möglich sind. Die höhere Urbanität oder Siedlungsstruktur bedeutet dabei eine dichtere Bebauung, mehr Verkehrslasten und höhere Schadensraten, die erhöhend auf die Wasserverluste wirken. Die niedrigeren Wasserverlustzahlen dieser Gruppe im Vergleich zur gesamten Stichprobe werden so interpretiert, dass die größeren WVU auch tendenziell ältere Leitungsnetze hatten, jetzt aber bereits verstärkt Erneuerungen durchführen und / oder bereits eher ein gut funktionierendes Wasserverlustmanagement etabliert haben und aus diesen Gründen tendenziell niedrigere Wasserverluste aufweisen. Daher kann der Wertebereich der Datenerhebung 2022 in Abbildung 19 auch als Hinweis auf eine mögliche weitere Entwicklung der Wasserverluste aller anderen WVU herangezogen werden.

Die Bandbreite der **zukünftigen Einsparungspotentiale durch weitere Wasserverlustreduktion** soll wieder anhand von zwei Szenarien abgeschätzt werden. Auf eine mengengewichtete Betrachtung wurde aufgrund des Schätzcharakters in den Szenarien zur Wasserverlustreduktion verzichtet.

Szenario 1:

Weitere Reduktion der Wasserverluste jener 25 % der WVU mit besonders hohen realen Wasserverlusten auf einen Durchschnittswert, der dem derzeitigen oberen Quartil der gesamten Stichprobe 2022 entspricht. Gemäß Abbildung 16 wären das Zielwerte von 15 % reale Verluste bzw. 22 % NRW. Dies würde für ein Viertel der WVU eine mittlere Verbesserung der Wasserverluste um rund 7 % bei den realen Verlusten bzw. 8 % bei den NRW bedeuten. Umgelegt auf einen Gesamtdurchschnitt wäre das ein zukünftiges Einsparungspotential von rund 2 %.

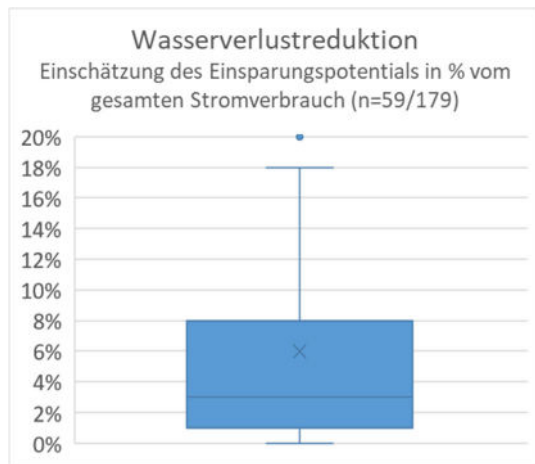
Szenario 2:

Weitere Reduktion der Wasserverluste jener WVU mit realen Wasserverlusten über dem derzeitigen oberen Quartil der WVU mit über 0,5 Mio. m³ Jahreseinspeisung auf eben diesen Wert der oberen Quartile. Gemäß Abbildung 19 wären das Zielwerte von 12 % reale Verluste bzw. 19 % NRW. Dies würde für rund ein Drittel der WVU eine mittlere Verbesserung der Wasserverluste um rund 10 % bei den realen Verlusten bzw. 11 % bei den NRW bedeuten. Umgelegt auf einen Gesamtdurchschnitt wäre das ein zukünftiges Einsparungspotential von rund 4 %.

Unter Berücksichtigung des Pumpenstromanteils von derzeit 78 % könnten die zukünftigen Einsparungspotentiale durch weitere Wasserverlustreduktion im Bereich von 1,5 bis 3 % des Gesamtstrombedarfs liegen. Dies scheint auch anhand der Entwicklung zwischen 2010 und 2022 durchaus realistisch.

Die **Selbsteinschätzung der WVU** bezüglich der Stromeinsparungspotentiale durch Wasserverlustreduktion ist in Abbildung 20 dargestellt. Rund ein Drittel der Umfrageteilnehmer hat diesbezüglich einen Wert angegeben. Die Werte reichen dabei von 0 bis 18 % mit einem mittleren Wert (Median) von 3 % und Ausreißern bis 40 % (nicht dargestellt). Die vereinzelt relativ hohen Werte sind erfahrungsgemäß als Fehleinschätzung oder Überschätzung möglicher Effekte zu interpretieren. Daher wird in diesem Fall eher der weitgehend unbeeinflusste Median von rund 3 % als relevant betrachtet. Am häufigsten wurden keine Angaben zu möglichen Einsparungspotentialen gemacht.

Abbildung 20: Größenordnung individueller Einschätzungen der Einsparungspotentiale durch Wasserverlustreduktion



5.3 Sonstige Optimierungspotentiale

Nebst Pumpeneffizienz und Wasserverlustreduktion können in folgenden Bereichen weitere Optimierungspotentiale in Hinblick auf den Stromverbrauch existieren:

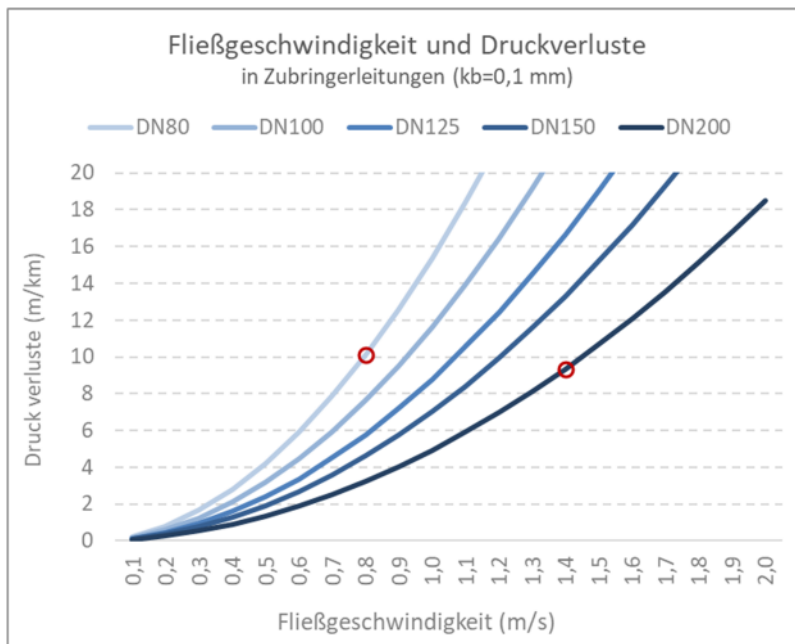
- Druckverluste in Form von Rohrreibungsverlusten in den Leitungen durch zunehmende Durchflüsse oder Ablagerungen in den Leitungen sowie Druckverluste von Aufbereitungsanlagen,
- Druckniveau bzw. Druckreduktion im Leitungsnetz sofern Drucksteigerungspumpen erforderlich sind, Druckzonenanpassung, saisonal oder tageszeitangepasste Netzdrücke,
- Behältermanagement und Anlagensteuerung.

Bezüglich der **Druckverluste in den Leitungen** werden als wirtschaftliche Fließgeschwindigkeit laut ÖNORM EN 805 typischerweise Werte zwischen 0,8 bis zu 1,4 m/s angesehen. In Abbildung 21 ist der Einfluss von Fließgeschwindigkeit und Leitungsdurchmesser auf die Druckverluste in den Leitungen dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass die höheren Werte der wirtschaftlichen Fließgeschwindigkeit nur für größere Leitungsdurchmesser gelten. In der Fachliteratur (Rautenberg et al., 2014) wird eine Fließgeschwindigkeit von 1,4 m/s überhaupt erst für noch deutlich größere Leitungsdurchmesser (DN 700) angegeben.

Jedenfalls gilt, dass bei hohen Fließgeschwindigkeiten entsprechend viel Energie durch Rohrreibungsverluste verloren geht. Abhilfe wäre in diesen Fällen eine Querschnittsvergrößerung der betreffenden Leitungen. Sollten die Fließzustände nicht hinreichend bekannt sein kann eine Rohrnetzmodellierung die Optimierung unterstützen.

In der **Selbsteinschätzung der WVU** werden Stromeinsparungspotentiale durch eine Reduktion der Rohrreibungsverluste durch eine Querschnittsvergrößerung nur in einem einzigen Fall genannt.

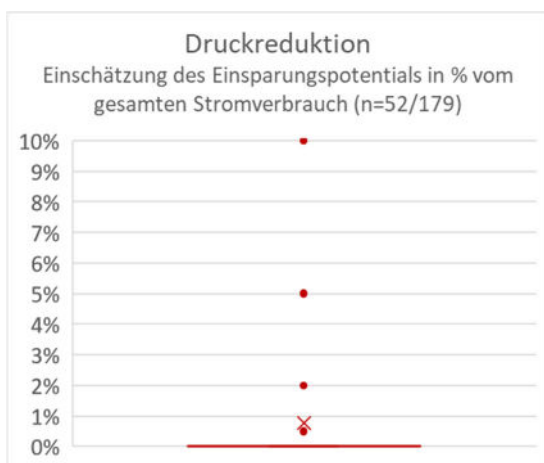
Abbildung 21: Druckverluste in Abhängigkeit von Fließgeschwindigkeit und Leitungsdurchmesser (eigene Berechnung)



Bezüglich der **Stromeinsparungspotentiale durch eine Druckreduktion** im Leitungsnetz ist anzumerken, dass diese Potentiale generell nur Fälle betreffen können, in denen Drucksteigerungspumpen für den Netzdruck eingesetzt sind. Rein gravimetrisch betriebene Wasserversorgungen können durch Druckreduktion im Netz keine Stromeinsparungen erwarten.

Die **Selbsteinschätzung der WVU** bezüglich der Stromeinsparungspotentiale durch Druckreduktion fällt dementsprechend gering aus und ist in Abbildung 21 dargestellt. Knapp ein Drittel der Umfrageteilnehmer hat diesbezüglich einen Wert angegeben. Von der überwiegenden Mehrheit der WVU wird in einer Druckreduktion keinerlei Optimierungspotential gesehen. Einzelne individuelle Angaben reichen bis 10 %. Am häufigsten wurden keine Angaben zu Einsparungspotentialen durch Druckreduktion gemacht.

Abbildung 22: Größenordnung individueller Einschätzungen der Einsparungspotentiale durch Druckreduktion



In Summe sind bei den genannten sonstigen Optimierungspotentialen zwar gegebenenfalls einzelne, individuelle Einsparungen möglich, aber es gibt keine allgemein relevanten Potentiale.

5.4 Zusammenfassung, Einordnung und Vergleiche der Einsparungspotentiale

Gegenüber der früheren Abschätzung, basierend auf Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al. 2012) zeigt sich, dass die generelle **Steigerung der Pumpeneffizienz**, die mit 4 bis maximal 12 % erwartet wurde, **nicht stattgefunden** hat. Aus den vorliegenden Daten kann kein Trend hin zu höheren Wirkungsgraden abgelesen werden. Das gänzliche Fehlen eines derartigen Trends lässt vermuten, dass sich Wirkungsgradgewinne und -rückgänge über die Anlagenlebensdauer in etwa die Waage halten. Auch der Umstand, dass sich nennenswerte Effizienzsteigerungen durch einen Pumpentausch bereits nach wenigen Jahren amortisieren, spricht dafür, dass die wesentlichen Einsparungspotentiale bereits realisiert wurden. **Somit könnte auch für die Zukunft davon ausgegangen werden, dass sich individuell lukrierte Steigerungen der Pumpeneffizienz und laufende Effizienzverluste in Summe die Waage halten und sich dadurch keine generellen Einsparungspotentiale realisieren lassen. Das bedeutet aber keineswegs, dass auf Anlagenerneuerung bei Pumpensystemen verzichtet werden kann, da individuelle Effizienzsteigerungen sehr wohl relevant sind und insgesamt sonst die Effizienzverluste zunehmen würden.**

Ein Beleg dafür sind die vorgefundenen mehr oder weniger stark gestiegenen oder gefallen normierten Stromverbräuche von WVU, die wiederholt an der Umfrage teilgenommen haben (siehe Abbildung 10 auf Seite 30). Die Gründe für die Veränderungen der Kennzahlenwerte bei einzelnen WVU können aus den vorliegenden Daten zwar nicht nachvollzogen werden, die Vermutung liegt aber nahe, dass Rückgänge des Stromverbrauchs der Pumpwerke das Resultat von Erneuerungen und Effizienzsteigerungen sind, während Steigerungen in einer höhere Stromaufnahme alternder Pumpen und in veränderlichen Versorgungsbedingungen begründet sein könnten.

Durch die **Wasserverlustreduktion** hat hingegen zumindest eine berechenbare Einsparung des Pumpenstroms stattgefunden, wenngleich der Effekt durch stromverbrauchserhöhende Faktoren, wie die vermehrte Wasserentnahme aus Brunnen gegenüber Quellen, bei weitem ausgeglichen wird. Umgelegt auf den gesamten Stromverbrauch des Jahres 2022 von rund 257 GWh beträgt die mittlere Wasserverlustreduktion von rund **2 %** zwischen 2010 und 2022, unter Berücksichtigung des Pumpenstromanteils von 78 %, rund **4 GWh**.

Die aus Szenarien berechneten **zukünftigen Einsparungspotentiale** durch weitere Wasserverlustreduktion liegen im Bereich von **1,5 bis 3 % des Gesamtstrombedarfs** für die Wasserversorgung. Dies stimmt gut mit der Selbsteinschätzung der WVU bezüglich der Stromeinsparungspotentiale durch Wasserverlustreduktion überein. Danach wird das Einsparungspotential im Mittel auf 3 % geschätzt.

Die insgesamt sehr geringe Stromeinsparung macht klar, dass die Wasserverlustreduktion nicht gezielt zur Stromverbrauchsreduktion durchgeführt wird, sondern sich die Potentiale ausschließlich durch die ohnehin anstehenden Infrastrukturerneuerungen erschließen. Dadurch wird somit auch der Zeithorizont dieser Einsparungen festgelegt.

Sonstige Optimierungspotentiale können gegebenenfalls individuell vorhanden sein, aber es wurden keine allgemein relevanten oder hochrechenbare Potentiale festgestellt.

In Summe verbleibt als zukünftiges Stromeinsparpotenzial lediglich der Anteil aus der Wasserverlustreduktion. Die erwarteten Einsparungen daraus betragen, bezogen auf einen Zeithorizont von rund 10 Jahren, rund 4 GWh oder 1,5 % des Gesamtstrombedarfs von 257 GWh. Je nach zukünftigen Ressourcenverfügbarkeiten aufgrund von Wetterlagen und Klimawandeleinflüssen können sich weitere Einsparungen oder weitere Erhöhungen des Strombedarfs ergeben. Der Zeithorizont kann in diesem Fall deutlich kürzer sein bzw. können Einsparungen und Erhöhungen von Jahr zu Jahr unterschiedlich ausfallen. In Analogie zu der

bisherigen Entwicklung (siehe Kapitel 4.2 ab Seite 18) **könnten aus Schwankungen der Ressourcenverfügbarkeiten Veränderungen von +/- 8 % bzw. +/- 20 GWh erwartet werden.**

Gegenüber der früheren Abschätzung, basierend auf Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al. 2012), zeigt sich, dass die Steigerung der Pumpeneffizienz, die mit 4 bis maximal 12 % erwartet wurde, nicht stattgefunden hat. Die Wasserverlustreduktion wurde hingegen nur mit einem Einsparungspotential von 0,6 bis maximal 2 % beziffert und hat im Mittel zwischen 2010 und 2022 tatsächlich einen Wert von rund 2 % erreicht.

In der Studie „**Unser Wasser macht gutes Klima**“ (Zach, 2022) wird das Stromeinsparpotenzial als Bandbreite aus der Literatur angegeben. Die niedrige Abschätzung stammt dabei aus der früheren Untersuchung, basierend auf Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al. 2012), und beläuft sich auf 7,5 GWh/a bis 20 GWh/a. Die hohe Abschätzung basiert auf einer Auswahl verschiedener Pumpen aus dem Endbericht (Mayr et al., 2012b) zum Energieleitfaden des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und geht von einem Einsparpotenzial bei Pumpen von rund 27 % bzw. 47 GWh/a aus.

Als Zeithorizont der Energiespareffekte die Zeit bis zum Jahr 2027 betrachtet und je nach Szenario bis dahin von einer 25 %igen bzw. 50 %igen Realisierung ausgegangen.

Aus den vorliegenden Daten der gegenständlichen Untersuchung kann weder die mögliche Höhe der Einsparung aus der Studie „Unser Wasser macht gutes Klima“ noch der Umfang der Realisierung bis zum Jahr 2027 bestätigt werden.

Die größten Auswirkungen auf den Stromverbrauch der WVU werden hingegen nunmehr aus dem Titel der Wetter- und Ressourcenentwicklung vermutet. Allerdings sind aus diesem Titel durch die voranschreitenden Klimawandeleinflüsse auch weitere Erhöhungen des Strombedarfs denkbar und es ist mit jährlichen Schwankungen anstelle einer kontinuierlichen Entwicklung zu rechnen.

In Summe bewegt sich das mögliche Stromeinsparpotenzial der Wasserversorgung, wie auch deren Gesamtstrombedarf, auf vergleichsweise sehr niedrigem Niveau.

Hinsichtlich der im **Bundes-Energieeffizienzgesetz angestrebten Verminderung** des Stromendverbrauchs kann für den Sektor der Wasserversorgung **nicht mit relevanten Einsparungen** durch Effizienzsteigerungen gerechnet werden.

Es ist im Gegenteil mit einer weiteren Zunahme des Strombedarfs dieses Sektors alleine durch den steigenden Wasserbedarf einer wachsenden Bevölkerung zu rechnen.

6 ENERGIEGEWINNUNG

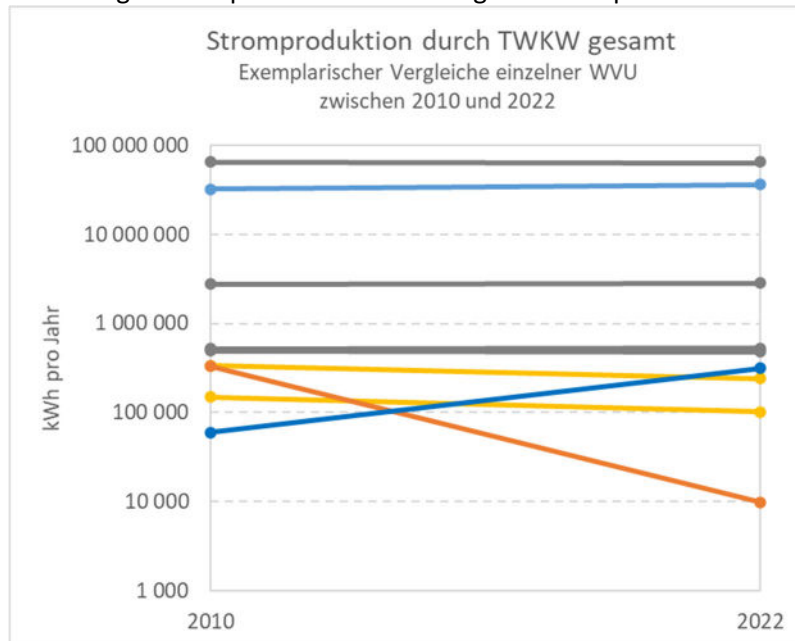
6.1 Stromproduktion durch Trinkwasserkraftwerke (TWKW)

Angaben zur Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken wurden von 18 WVU gemacht, die gemeinsam rund 2,8 Mio. versorgte Personen repräsentieren.

Die in der **Stichprobe** enthaltenen 18 WVU produzierten **im Jahr 2022 gemeinsam rund 110 Mio. kWh** (110 GWh). Im Vergleich dazu waren in der Stichprobe der Erhebung des Jahres 2010 30 WVU enthalten, die gemeinsam 120 GWh produzierten.

Der direkte Vergleich in Abbildung 23 zwischen jenen neun WVU, für die aus beiden Erhebungen Daten zu Stromproduktion durch Trinkwasserkraftwerke vorliegen, zeigt eine leichte Steigerung der Produktion von 102 auf 105 GWh. Die gestiegenen Stromproduktionen sind in Blautönen dargestellt, Grautöne zeigen gleichbleibende Kennzahlen und Orange- und Gelbtöne stellen Rückgänge dar. Größere Schwankungen zeigen sich nur bei den kleineren Trinkwasserkraftwerken. In Summe fallen diese aber kaum ins Gewicht. Die insgesamt leichte Steigerung kann im Wesentlichen auf eine etwas höhere Produktion eines einzelnen großen Trinkwasserkraftwerks (dargestellt in hellblau) zurückgeführt werden.

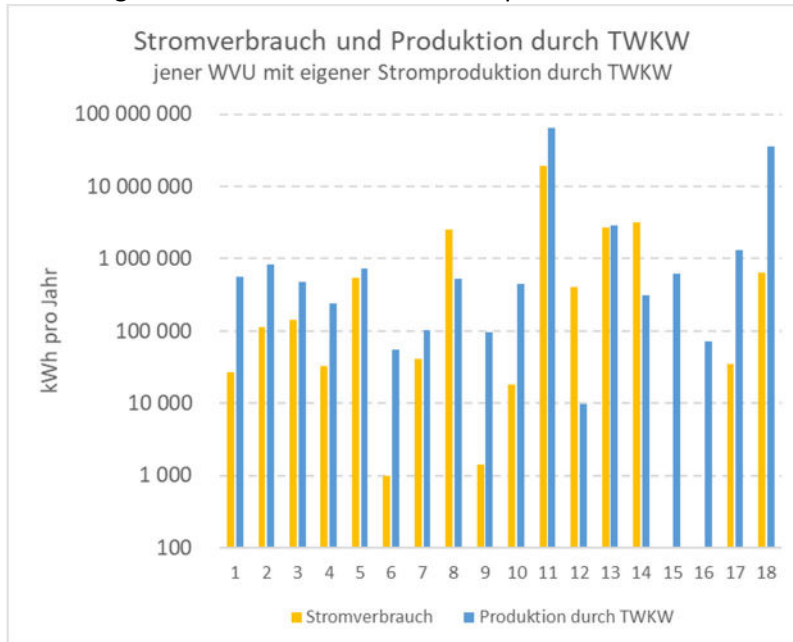
Abbildung 23: Beispielhafte Entwicklung der Stromproduktion einzelner WVU



WVU mit eigener Stromproduktion aus Trinkwasserkraftwerken produzieren meist mehr Strom als sie selbst verbrauchen (siehe Abbildung 24).

Die genutzten Turbinentypen sind Peltonturbinen (12 x), Gegendruck-Peltonturbinen (1 x) rückwärtslaufende Pumpen / PAT (4 x) und Francisturbinen (3 x).

Abbildung 24: Stromverbrauch und Stromproduktion einzelner WVU



6.1.1 Wirkungsgrad der Trinkwasserkraftwerke

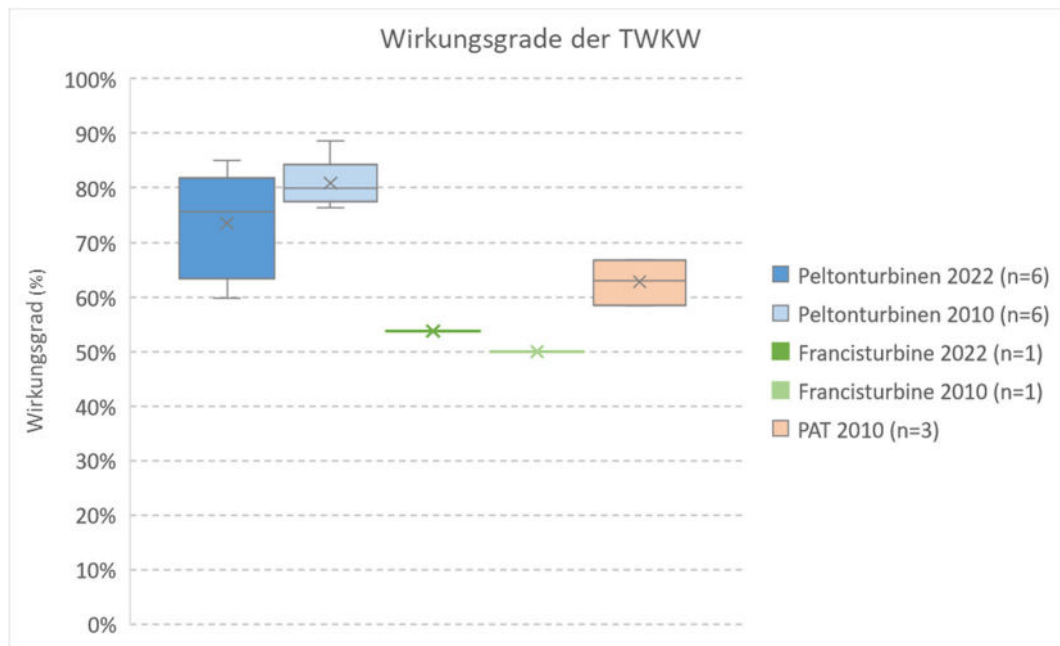
Die normierte spezifische Stromproduktion und somit der Wirkungsgrad der Trinkwasserkraftwerke konnte für 7 WVU berechnet werden, die Angaben zu den Triebwassermengen und der mengengewichteten Höhendifferenz zur Stromerzeugung machen konnten. Sie versorgen gemeinsam knapp 0,4 Mio. Einwohner und erzeugten 2022 zusammen 5,8 GWh. Im Vergleich zu der gesamten in der Stichprobe vertretenen Stromerzeugung durch Trinkwasserkraftwerke von 110 GWh ist somit nur ein sehr kleiner Anteil erfasst.

Wie bereits gezeigt, ist das Ausmaß der Stromerzeugung innerhalb der Gruppe stromerzeugender WVU sehr unterschiedlich. Die genutzten Fallhöhen in den Trinkwasserkraftwerken der kleinen Stichprobe (7 WVU) reichen von rund 100 m bis knapp 600 m und die Triebwassermengen von 400.000 m³ bis über 6 Mio. m³ Wasser.

In der kleinen Stichprobe (7 WVU) sind in fast allen Fällen Peltonturbinen zur Stromerzeugung eingesetzt. In einem Fall wird eine Francisturbine genutzt. Einen expliziten Wert einer rückwärtslaufenden Pumpe (PAT) gibt es in der Erhebung des Jahres 2022 nicht.

Wie bereits aus der früheren Erhebung 2010 bekannt ist, weisen Peltonturbinen im allgemeinen höhere Wirkungsgrade als rückwärtslaufende Pumpen (PAT) oder Francisturbinen auf. Abbildung 25 zeigt eine Gegenüberstellung der Wirkungsgrade nach Turbinentypen und Erhebungsjahren. Die Wirkungsgrade der Peltonturbinen zeigen im Jahr 2022 vergleichsweise auch etwas niedrigere Werte.

Abbildung 25: Wirkungsgrade von Trinkwasserkraftwerken nach Turbinentypen



6.1.2 Optimierung und Erweiterungspotentiale von Trinkwasserkraftwerken

Mögliche Erweiterungspotentiale wurden von 9 WVU angegeben, die gemeinsam rund 2,6 Mio. versorgte Personen repräsentieren.

Da die vorliegenden Wirkungsgrade von Trinkwasserkraftwerken zum Teil die typischerweise möglichen Wirkungsgrade je nach Bauart erreichen und in der aktuellen Erhebung gegenüber der früheren Erhebung des Jahres 2010 eher Rückgänge der Wirkungsgrade oder zumindest auch vermehrt niedrigere Wirkungsgrade beobachtet werden können, ist aus dem Titel der **Optimierung** und **Effizienzsteigerung** bestehender Trinkwasserkraftwerke eher keine relevante Produktionssteigerung zu erwarten. Diesbezüglich ist auch festzuhalten, dass der Betrieb von Wasserversorgungsanlagen in jedem Fall so optimiert ist, dass die höchstmögliche Versorgungssicherheit und nicht die höchstmögliche Energieausbeute erreicht wird.

Eine tatsächliche Produktionssteigerung kann somit nur durch Erweiterungen oder den Neubau von Trinkwasserkraftwerken erreicht werden. Um die **Erweiterungspotentiale** quantifizieren zu können, waren alle befragten WVU aufgefordert die potentiell zusätzlich mögliche Stromgewinnung abzuschätzen sowie in Form der theoretisch verfügbaren Wassermenge und der dazugehörigen nutzbaren Fallhöhe anzugeben.

Hier zeigt sich, dass die Selbsteinschätzung der möglichen Stromgewinnung gegenüber der Berechnung der potentiellen Stromgewinnung aus den angegebenen verfügbaren Wassermengen und den dazugehörigen Fallhöhen unter Berücksichtigung eines mittleren Wirkungsgrades von 75 % durchaus abweichen kann. Die Summe der Erweiterungspotentiale wird von jenen WVU, die dazu Angaben gemacht haben, auf **2,9 bis 3,4 GWh Jahresproduktion** geschätzt.

Gegenüber der früheren Erhebung aus dem Jahr 2010 zeigt sich damit eine weitaus geringere Einschätzung möglicher Erweiterungspotentiale zur Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken. Innerhalb der Stichprobe des Jahres 2010 wurde eine Steigerung um rund 34 GWh für möglich gehalten. Dazu ist jedoch anzumerken, dass die Stichprobenszusammensetzung der beiden Erhebungsjahre weitestgehend unterschiedlich ist. Einzelne individuelle Vergleiche der beiden

Erhebungen zur Einschätzung der möglichen Erweiterungspotentiale zeigen aber auch, dass in diesen Fällen deutlich kleinere Mengen von theoretisch verfügbaren Triebwassermengen oder geringere Fallhöhen angegeben wurden.

Diese zwei sehr unterschiedlichen Einschätzungen aus variierenden Stichprobenzusammensetzung aber auch die Abweichungen zwischen der Selbsteinschätzung und der Berechnung möglicher Stromproduktionen zeigen, dass das eine endgültige **Abschätzung möglicher Erweiterungspotentiale** der Trinkwasserkraftwerke zur Stromproduktion **mit großen Unsicherheiten behaftet** ist.

6.1.3 Abschätzung der Energiegewinnung und möglicher Erweiterungspotentiale durch Trinkwasserkraftwerke

In der aktuellen Stichprobe sind 18 WVU vertreten, die mit Trinkwasserkraftwerken Strom im Ausmaß von rund 110 GWh produzieren. Die Erhebung des Jahres 2010 mit 30 derartigen WVU, die gemeinsam Strom im Ausmaß von rund 120 GWh produzierten, und die variierenden Stichprobenzusammensetzung zeigt, dass es über die jeweils erhobenen Datensätze hinaus weitere Trinkwasserkraftwerke gibt.

WVU, die in der aktuellen Erhebung vertreten sind und 2010 keine Daten geliefert hatten, produzieren Strom im Ausmaß von rund 4,7 GWh. Jene WVU, die 2010 vertreten waren und in der aktuellen Erhebung nicht vertreten sind, produzierten Strom im Ausmaß von rund 18 GWh. Alleine 11 GWh davon stammten aus dem Bundesland Tirol.

Die Summe der Stromerzeugung durch WVU der aktuellen Erhebung und WVU, die 2010 vertreten waren und in der aktuellen Erhebung nicht vertreten sind, beträgt somit rund 128 GWh und ist damit bereits geringfügig größer als die geschätzte Stromproduktion der Erhebung des Jahres 2010. Darüber hinaus existieren aber mit hoher Wahrscheinlichkeit zahlreiche weitere, bislang nicht berücksichtigte Trinkwasserkraftwerke.

Bezüglich der Stromerzeugung mit Trinkwasserkraftwerken liegt für das **Bundesland Tirol** eine Auswertung der Energieagentur Tirol (2023) vor. Demnach existieren in Tirol Aufzeichnungen zur Jahreserzeugung von 65 Trinkwasserkraftwerken, die im Jahr 2021 in Summe rund 70,8 GWh Strom produziert hatten. 36,6 GWh davon sind in der aktuellen Erhebung vertreten, 34,2 GWh sind in der aktuellen Erhebung nicht abgebildet.

Die gesamte Stromerzeugung mit Trinkwasserkraftwerken beträgt somit zumindest 110 GWh zuzüglich der 34,2 GWh aus Tirol, die in der aktuellen Erhebung nicht abgebildet sind.

Wird für die übrigen Bundesländer mit Ausnahme von Wien, das in der Erhebung vollständig vertreten ist, ein gleicher Hochrechnungsfaktor wie in Tirol angesetzt, so sind weitere 8 GWh zu den erhobenen Strommengen hinzuzurechnen.

Die geschätzte gesamte Stromerzeugung durch Trinkwasserkraftwerke beträgt aktuell somit rund 152 GWh. Durch die Möglichkeit der Abschätzung des Beitrages unbekannter Trinkwasserkraftwerke ist dieser Wert deutlich höher als die bisher veranschlagten 127 GWh aus der Erhebung des Jahres 2010.

Die Abschätzung möglicher Erweiterungspotentiale der Trinkwasserkraftwerke ist, wie bereits beschrieben, mit großen Unsicherheiten behaftet und kann nur als Bandbreite angegeben werden. Auf Basis der aktuellen und der bisherigen Abschätzung liegt das Erweiterungspotential zwischen rund 3 bis rund 34 GWh.

Gemeinsam mit der aktuellen Abschätzung ergibt das eine potentielle Stromerzeugung durch Trinkwasserkraftwerke von rund 155 bis 186 GWh.

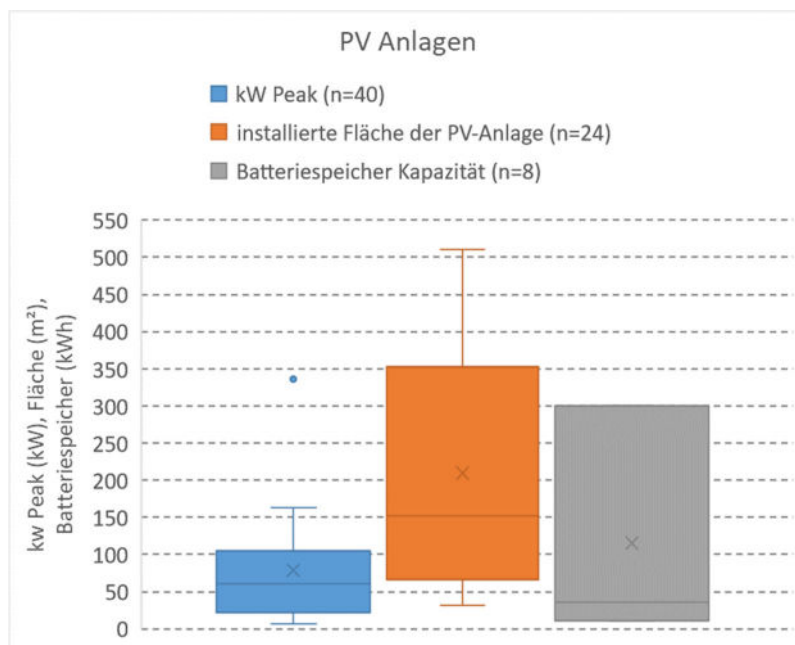
6.2 Stromproduktion durch PV-Anlagen

PV-Anlagen existieren bei 40 WVU der Stichprobe. Angaben zur Stromproduktion mit PV-Anlagen wurden von 33 WVU gemacht, die gemeinsam rund 3,4 Mio. versorgte Personen repräsentieren.

Neben der Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken wird die Nutzung von Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) immer umfangreicher. Die in der **Stichprobe** enthaltenen 33 WVU produzierten **im Jahr 2022 gemeinsam rund 3,1 Mio. kWh** (3,1 GWh). Im Vergleich dazu war die Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken zwar deutlich höher, dafür stehen PV-Anlagen aber auch jenen WVU zur Verfügung, für die topografisch bedingt keine Möglichkeit von Trinkwasserkraftwerken besteht.

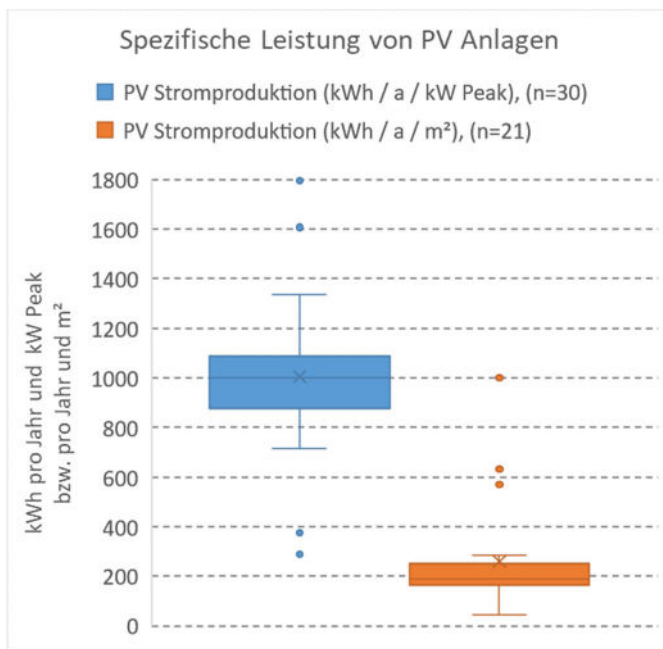
Abbildung 26 fasst die Kennwerte der in der Stichprobe enthaltenen PV-Anlagen zusammen. Die mittlere Leistung der PV-Anlagen liegt bei rund 60 kW-Peak und die mittlere installierte Fläche der PV-Paneele beträgt rund 150 m². Einen zusätzlichen Batteriespeicher haben nur 8 WVU installiert. Die Speicherkapazität der Batteriespeicher wird üblicherweise der Leistung der PV-Anlagen angepasst. Die Bandbreite reicht von 11 kWh bis 300 kWh.

Abbildung 26: Kennwerte der PV-Anlagen



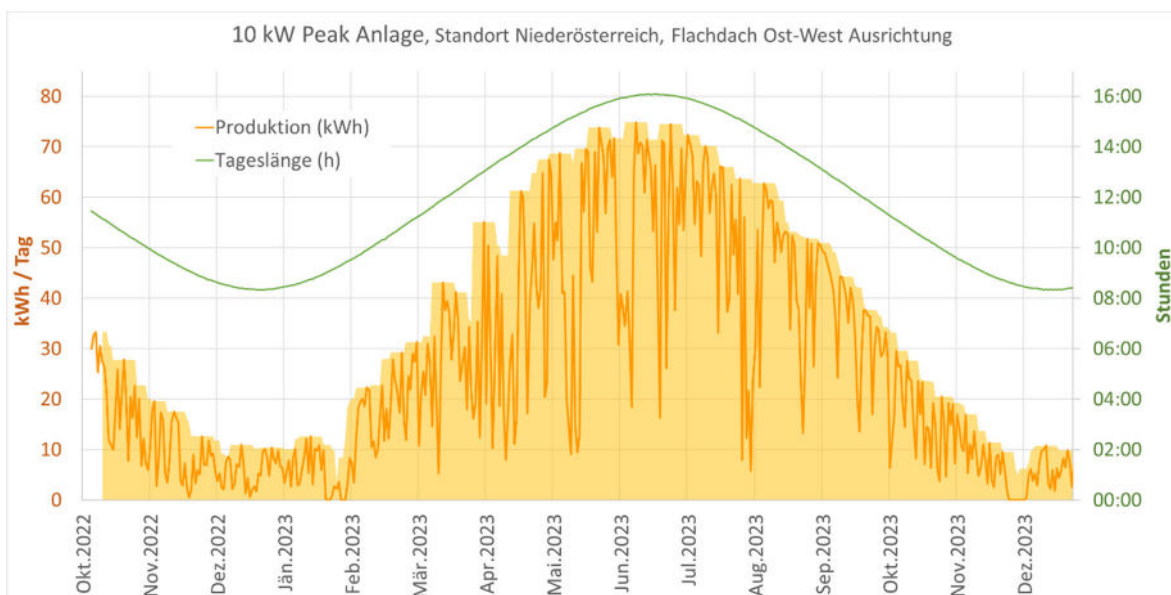
Die Gesamtleistung von PV-Anlagen ist generell durch die verfügbare Fläche zur Installation von PV-Paneeelen begrenzt. Der tatsächliche jährliche Ertrag wird zudem von der möglichen Ausrichtung der Paneele, vorhandener Verschattung z.B. durch Bäume oder andere Gebäude, sowie Typ (polykristalline oder monokristalline Zellen) und Alter der Paneele sowie natürlich den Sonnenstunden des Standortes beeinflusst. Abbildung 27 zeigt die große Bandbreite der spezifischen Leistungen der PV-Anlagen. Die jährliche Stromproduktion reicht dabei von rund 300 kWh bis 1.800 kWh pro installiertem kW-Peak. Im Mittel beträgt die jährliche Stromproduktion 1.000 kWh / kW-Peak. Das entspricht jenem Wert, mit dem PV-Anlagen üblicherweise ausgelegt werden. Pro Quadratmeter gerechnet werden im Mittel rund 200 kWh Strom im Jahr produziert.

Abbildung 27: Wertebereich der spezifischen Leistung der PV-Anlagen



Gemeinsam ist allen PV-Anlagen, dass die Stromproduktion eine starke Saisonalität durch den jeweiligen Sonnenstand und die Tageslänge aufweist. Abbildung 28 zeigt dazu exemplarisch die Jahresganglinie einer 10 kW-Peak-Anlage. Während in den Sommermonaten bis zu 75 kWh Strom pro Tag produziert werden, sind es im Winter maximal 10 kWh pro Tag. Bei trübem Wetter sinkt die tägliche Stromproduktion im Sommer auf rund 10 kWh und im Winter auf 2 bis 3 kWh. Bei Schneelage kommt die Stromproduktion ganz zum Erliegen. Eine gewisse Stromproduktion könnte bei Schneelage nur mit vertikal an der Gebäudefront montierten PV-Anlagen aufrecht erhalten bleiben.

Abbildung 28: Jahresganglinie einer 10 kW-Peak-Anlage



(Quelle: eigene Messungen)

Für eine kontinuierliche Eigenversorgung mit PV-Strom wäre eine saisonale Speicherung des im Sommer produzierten Stromes nötig. Herkömmliche Batteriespeicher sind dazu aufgrund der nötigen Größe und den Entladungsverlusten bei längerer Speicherdauer kaum in der Lage. Eine längerfristige Speicherung ist in Form von Wasserstoff möglich. Auch bei dieser Technologie gibt es aber relativ große Umwandlungsverluste durch die entstehende Abwärme bei der Elektrolyse.

6.2.1 Erweiterungspotentiale von PV-Anlagen

Die Nutzung von PV-Anlagen erfreut sich trotz des Flächenbedarfes und der starken Saisonalität der Stromproduktion zunehmender Beliebtheit.

51 % der insgesamt 179 befragten WVU geben an, in naher Zukunft (bis in max. 5 Jahren) einen Neubau oder eine Erweiterung einer PV-Anlage vornehmen zu wollen. **Die geplante Anlagengröße beträgt im Mittel 60 kW-Peak.** 36 % planen keine PV-Anlage und 13 % haben dazu keine Angaben gemacht.

Unter Verwendung einer mittleren jährlichen Stromproduktion von 1.000 kWh / kW-Peak würden die **von den Umfrageteilnehmern in naher Zukunft geplanten Neuerrichtungen oder Erweiterungen eine Zunahme der PV-Stromproduktion von rund 5,5 GWh pro Jahr bedeuten.**

Eine andere Abschätzung kann aus den Angaben zur potentiellen Flächenverfügbarkeit für die Installation von PV-Anlagen erfolgen. Durch einige sehr große Flächen stehen hier nach Angaben der Umfrageteilnehmer rund 769.000 m² zur Verfügung. Nach Abzug von Zugangs- und Abstandsflächen werden davon 50 % als tatsächlich installierbare PV-Flächen angesetzt. Unter der Annahme einer maximalen Flächenausnutzung und einer mittleren jährlichen Stromproduktion von 200 kWh/m² würde das eine potentielle Erweiterung der PV-Stromproduktion von rund 75 GWh pro Jahr bedeuten. Die vollständige Ausnutzung der potentiellen Flächenverfügbarkeit ist allerdings unrealistisch. Üblicherweise ist dafür eine entsprechende Flächenwidmung der Freiflächen und eine lange Vorlaufzeit nötig. Dies spiegelt sich auch in der deutlich niedrigeren Selbsteinschätzung der Erweiterungspotentiale durch die Umfrageteilnehmer wider.

Eine realistischere Schätzung geht von einem mittleren Wert (Median) der Flächenverfügbarkeit von rund 400 m² je WVU aus. Innerhalb der 179 Umfrageteilnehmer ließe sich daraus unter den gleichen Annahmen wie zuvor eine **potentielle Erweiterung der PV-Stromproduktion von rund 7 GWh pro Jahr ableiten.** Wenn nur jene WVU berücksichtigt werden, die auch tatsächlich eine PV-Anlage planen, wären es immer noch rund **3,5 GWh pro Jahr.** Dieser Überlegung folgt auch die spätere Abschätzung eines österreichweiten Erweiterungspotentials von PV-Anlagen bei WVU.

Einen Batteriespeicher planen 23 % der Umfrageteilnehmer und möchten im Mittel eine Batteriekapazität von 46 kWh installieren. 58 % wollen keinen Batteriespeicher errichten und 20 % haben dazu keine Angaben gemacht.

6.2.2 Abschätzung der Energiegewinnung durch PV-Anlagen

Bezüglich des IST-Standes wird von den in der Stichprobe enthaltenen 33 WVU, die gemeinsam rund 3,4 Mio. Personen versorgen und über PV-Anlagen 3,1 GWh Strom erzeugen, ausgegangen. Eine Hochrechnung anhand der insgesamt in Österreich versorgten Personen und somit in etwa eine Verdreifachung des in der Stichprobe vertretenen Wertes scheint zu optimistisch, da in der Personenzahl auch ein gewisser Anteil von einzelwasserversorgten Personen enthalten ist. Für die Einzelwasserversorgungen liegen jedoch keinerlei Daten über eigene PV-Stromerzeugungen vor beziehungsweise würden diese Stromerzeugungen eher dem privaten Bereich zugeordnet werden. Daher wird für die Gesamtabeschätzung höchstens von einer Verdopplung der in der Stichprobe enthaltenen Stromproduktion ausgegangen.

Insgesamt wird die derzeitige Stromproduktion durch PV-Anlagen von WVU somit auf rund 6,2 GWh pro Jahr geschätzt.

Das österreichweite **Erweiterungspotential zur PV-Stromerzeugung** durch WVU wird anhand der zuvor erfolgten Überlegungen abgeschätzt. Ausgehend von einer Gesamtzahl von rund 5.500 Wasserversorgungsunternehmen, die jedoch zum Teil deutlich kleiner sind als die in der Stichprobe repräsentieren WVU, wird die angenommene mittlere Flächenverfügbarkeit je WVU nur mit rund 200 statt 400 m² angesetzt. Unter den Annahmen einer 50 % Flächenausnutzung (Zugangs- und Abstandsflächen) und einer möglichen Umsetzbarkeit in 50 % der Fälle (Verschattung, Netzanschluss etc.) lässt sich eine **potentielle Erweiterung der PV-Stromproduktion von rund 55 GWh ableiten.**

Zu den Annahmen der Flächenverfügbarkeit ist anzumerken, dass es sich dabei nicht nur um Gebäude- und Dachflächen handelt, sondern auch um Freiflächen. **Die Nutzung von Freiflächen bedarf jedoch einer entsprechenden Flächenwidmung und in Schutzgebieten kann eine derartige Nutzung nur vorbehaltlich der Sicherstellung erfolgen, dass jegliche Gefährdung der Wasserqualität durch PV-Anlagen ausgeschlossen werden kann.**

Eine zweite Schätzung möglicher Erweiterungspotentiale zur PV-Stromerzeugung bezieht sich daher nur auf Betriebsgebäude der WVU. Da die überwiegende Anzahl österreichischer WVU kleine Betriebe sind, wird nur von einer durchschnittlichen Anlagengröße von 5 kW-Peak ausgegangen, die dafür auf 5.000 Betriebsgebäuden der rund 5.500 WVU realisiert werden kann. Ausgehend von einer mittleren jährlichen Stromproduktion von 1.000 kWh/kW-Peak würde sich daraus ein **Erweiterungspotential von 25 GWh** ergeben.

6.3 Zusammenfassung und Einordnung der Energiegewinnung

In Tabelle 8 sind alle aktuell erfassten Stromproduktionen, deren Abschätzung bezogen auf gesamt Österreich und zukünftige Erweiterungspotentiale zusammengefasst. Eine Stromproduktion durch Windenergie wurde von keinem der Umfrageteilnehmer genannt, weder als aktuelle Erzeugung noch als potentielle zukünftige Energiegewinnung des WVU.

Tabelle 8: Stromproduktionen durch WVU und Autonomiegrad

Kennzahl	Wert	Einheit
derzeitige Stromproduktionen		
aktuell erfasste Stromproduktionen durch Trinkwasserkraftwerke	110	GWh / Jahr
abgeschätzte insgesamt Stromproduktionen durch Trinkwasserkraftwerke	152	GWh / Jahr
Erweiterungspotentiale zur Stromproduktionen durch Trinkwasserkraftwerke	3 bis 34	GWh / Jahr
aktuell erfasste Stromproduktionen durch PV-Anlagen	3,1	GWh / Jahr
abgeschätzte insgesamt Stromproduktionen durch PV-Anlagen	6,2	GWh / Jahr
Erweiterungspotentiale zur Stromproduktionen durch PV-Anlagen der WVU	25 bis 55	GWh / Jahr
Summe der aktuell erfassten Stromproduktionen	113	GWh / Jahr
Summe der abgeschätzten gesamten Stromproduktionen	158	GWh / Jahr
verbleibender Netto-Strombedarf (GWh) unter Berücksichtigung der Stromproduktionen	99	GWh / Jahr
Erweiterungspotentiale und Betrachtungen der Stromautonomie		
Summe der Erweiterungspotentiale zur Stromproduktion	28 bis 89	GWh / Jahr
Grad der Stromautonomie auf Basis der abgeschätzten gesamten Stromproduktionen und des Strombedarfs der zentralen Wasserversorgung inkl. Berücksichtigung von Nächtingungen und Nebenwohnsitzen (235 GWh)	67	%
Grad der Energieautonomie auf Basis der abgeschätzten gesamten Stromproduktionen der zentralen Wasserversorgung und des Strombedarfs für die Wasserversorgung aller versorgten Personen in Österreich (257 GWh)	61	%
Potentieller Grad der Stromautonomie auf Basis der gesamten Stromproduktionen zuzüglich der maximalen Ausnutzung der Erweiterungspotentiale und des Strombedarfs der zentralen Wasserversorgung inkl. Berücksichtigung von Nächtingungen und Nebenwohnsitzen (235 GWh)	79 bis 105	%
Potentieller Grad der Stromautonomie auf Basis der gesamten Stromproduktionen der zentralen Wasserversorgung zuzüglich der maximalen Ausnutzung der Erweiterungspotentiale und des Strombedarfs für die Wasserversorgung aller versorgten Personen in Österreich (257 GWh)	72 bis 96	%

Im Vergleich zur Erhebung des Jahres 2010 ist der **Autonomiegrad bezüglich der Eigenversorgung mit elektrischem Strom** des Wasserversorgungssektors leicht gesunken und beträgt nun rund 67 %. Wesentliche Ursache dafür ist der gestiegene Strombedarf durch gestiegene Bevölkerungszahlen und

die methodische Änderung der anteiligen Einbeziehung des Bedarfs durch Tourismus und Nebenwohnsitze. Andererseits wurden durch die besseren Datengrundlagen auch die Stromproduktionen des Wasserversorgungssektors höher eingeschätzt. Zum einen durch die Möglichkeit der Abschätzung des Beitrages bislang unbekannter Trinkwasserkraftwerke durch eine Auswertung der Energieagentur Tirol (2023) und zum anderen durch die Einbeziehung der Stromproduktion durch PV-Anlagen.

Bezüglich einer weiteren Steigerung der Stromautonomie des Wasserversorgungssektor ist allerdings zu bedenken, dass die vollständige Ausnutzung aller potentiellen Erweiterungsmöglichkeiten sehr unwahrscheinlich ist und die regionale und saisonale Verteilung der Stromproduktion ungleichmäßig vorliegt, sodass eine Umverteilung über die Stromnetze sowie eine beinahe verlustfreie saisonale Speicherung von elektrischem Strom nötig wären.

In der Studie „**Unser Wasser macht gutes Klima**“ (Zach, 2022) wird das Potential für PV-Anlagen auf Wasserversorgungsanlagen für Dachflächen und anderen bereits versiegelten Flächen abgeschätzt. Zur Berechnung des Ertrags wurde eine Fläche von 7 m² pro kW-Peak angenommen und ein durchschnittlicher Jahresertrag von 1.078 kWh / kWp / a angesetzt. Der Vergleich mit den empirischen Daten der aktuellen Erhebung zeigt demgegenüber einen mittleren Wert von rund 5 m² pro kW-Peak und rund 1.000 kWh / kWp / a.

Letztendlich wird ein gesamtes PV-Potenzial der Siedlungswasserwirtschaft (Wasserversorgung und Abwasserreinigungsanlagen) je nach Szenario mit 66 bis 132 GWh pro Jahr angegeben. Aus der aktuellen Erhebung wurden Erweiterungspotentiale zur Stromproduktionen durch PV-Anlagen nur durch den Wasserversorgungssektor von 25 bis 55 GWh pro Jahr abgeschätzt. Unter der Voraussetzung, dass das PV-Potenzial auf Abwasserreinigungsanlagen zumindest ähnlich dem des Wasserversorgungssektor ist, **stimmen diese Einschätzungen gut überein.**

Bezüglich der Einschätzung der Stromerzeugung durch Trinkwasserkraftwerke wird in der Studie „**Unser Wasser macht gutes Klima**“ der Wert der früheren Erhebung (Neunteufel et al., 2012) aufgegriffen.

7 ENERGIERESILIENZ

Im Kapitel der Energieresilienz geht es primär darum zu zeigen, was bei Ausfall der regulären Stromversorgung (Blackout) passieren würde, mit welchen Einschränkungen der Versorgung zu rechnen wäre, wie hoch die Verfügbarkeit einer netzunabhängigen Notstromversorgung ist und wie lange die Versorgung mit der Notstromversorgung aufrechterhalten bleiben könnte.

Der Begriff Blackout wird dabei als gänzlicher, längerfristiger Ausfall der Stromversorgung verstanden. Als Abgrenzung dazu wird die Situation der Energiemangellage in Form von angekündigten oder regelmäßigen Stromabschaltungen über einen längeren Zeitraum nicht betrachtet.

7.1 Versorgungssituation bei Ausfall der regulären Stromversorgung (Blackout)

Generelle Angaben zur Versorgungssituation bei Ausfall der regulären Stromversorgung wurden von beinahe allen 179 Umfrageteilnehmern gemacht. Sie repräsentieren gemeinsam rund 5,6 Mio. versorgte Personen.

Zur Beurteilung der Versorgungssituation bei Ausfall der regulären Stromversorgung wurden den Umfrageteilnehmern konkret folgende Fragen gestellt:

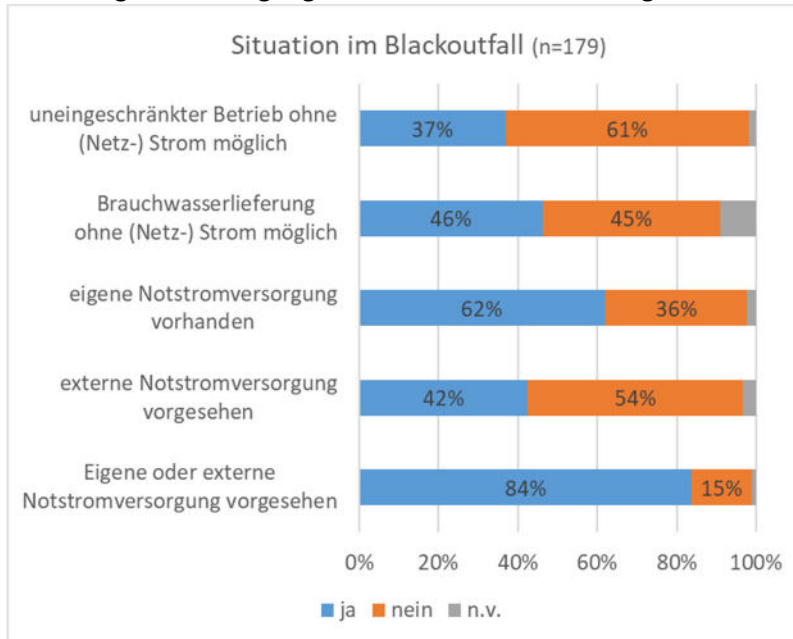
- Kann die Wasserversorgung uneingeschränkt auch ohne Strom betrieben werden?
- Kann eine Brauchwasserversorgung (Ausfall der Aufbereitung) ohne Strom betrieben werden?
- Gibt es eine eigene netzunabhängige Notstromversorgung?
- Ist eine externe Notstromversorgung (z.B. Feuerwehr, Bundesheer) vorgesehen?

Abbildung 29 gibt einen Überblick zur Versorgungssituation bei Ausfall der regulären Stromversorgung.

- 37 % der Umfrageteilnehmer geben an, die Wasserversorgung auch ohne (Netz-) Strom uneingeschränkt weiterbetreiben zu können. In vielen Fällen geht das aber nur solange die etwaig vorhandenen Notstromversorgung uneingeschränkt funktionsfähig sind. Diese WVU versorgen gemeinsam rund 1,4 Mio. Personen
- 46 % der Umfrageteilnehmer geben an, einer Brauchwasserlieferung ohne (Netz-) Strom aufrecht erhalten zu können. Diese WVU versorgen gemeinsam rund 4,1 Mio. Personen.
- 62 % der Umfrageteilnehmer haben eine eigene netzunabhängige Notstromversorgung. Sie versorgen gemeinsam rund 5,1 Mio. Personen.
- 42 % der Umfrageteilnehmer sehen eine (gegebenenfalls zusätzliche) externe Notstromversorgung z.B. durch Feuerwehr oder Bundesheer vor. Sie versorgen gemeinsam rund 1,5 Mio. Personen.
- 84 % der Umfrageteilnehmer haben entweder eine eigene oder eine (gegebenenfalls zusätzliche) externe Notstromversorgung. Sie versorgen gemeinsam rund 5,4 Mio. Personen.

Von den verbleibenden WVU, die weder eine eigene noch eine externe Notstromversorgung vorgesehen haben, können rund die Hälfte ihre Wasserversorgung tatsächlich ohne Strom, uneingeschränkt oder zumindest als Brauchwasserlieferung, aufrechterhalten.

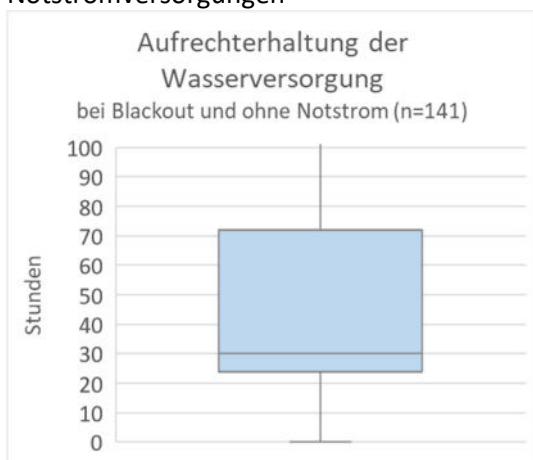
Abbildung 29: Versorgungssituation bei Ausfall der regulären Stromversorgung



Auch wenn aus den individuellen Versorgungssituation keine Hochrechnung oder Abschätzung auf gesamt Österreich abgeleitet werden kann, zeigt sich doch deutlich, dass im Fall eines Blackouts für große Bevölkerungsschichten zumindest eine teilweise Wasserversorgung aufrechterhalten werden kann.

Abbildung 30 zeigt, wie lange die Wasserversorgungen bei Blackout ohne Notstromversorgungen nach Einschätzung der WVU aufrechterhalten bleiben würden. In 31 Fällen werden dazu keine Angaben gemacht und in 7 Fällen wird mit einem sofortigen Ausfall der Wasserversorgung gerechnet. Der mittlere Wert liegt bei rund 30 Stunden. Mehrfache Anmerkungen weisen aber darauf hin, dass die Dauer maßgeblich von den jeweiligen Behälterfüllständen abhängig ist. In 13 Fällen kann die Wasserversorgung tatsächlich dauerhaft ohne (Netz-) Strom aufrechterhalten werden, wobei aber mit Einschränkungen im Versorgungsdruck, den verfügbaren Wassermengen oder der Kontrolle bzw. der Einhaltung der Qualitätsparameter zu rechnen wäre.

Abbildung 30: Dauer der Aufrechterhaltung der Wasserversorgung bei Blackout ohne Notstromversorgungen



In Tabelle 9 ist zusammengefasst, mit welchen Einschränkungen bei Ausfall der regulären Stromversorgung generell zu rechnen ist. Am häufigsten genannt werden Versorgungseinschränkungen oder -ausfälle in Teilgebieten und insbesondere in Hochzonen, gefolgt von der nicht mehr gesicherten Einhaltung der Qualitätsanforderungen gemäß Trinkwasserverordnung wegen Ausfällen der Aufbereitungsanlagen, insbesondere der UV Anlagen.

Tabelle 9: Sinngemäße Zusammenfassung der Einschränkungen bei Blackout und ohne Notstromversorgungen

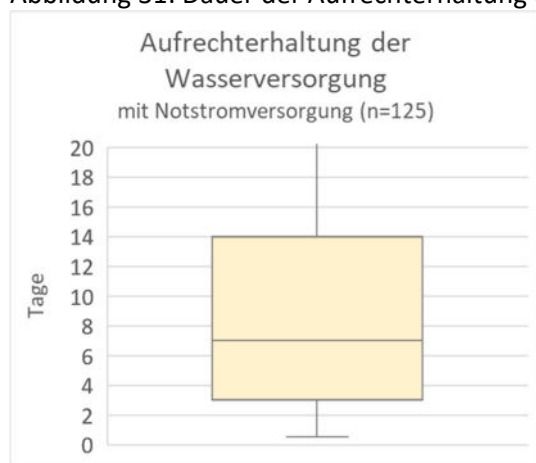
Anzahl	Sinngemäße Zusammenfassung der Antworten
27	Versorgungseinschränkungen in Teilgebieten, Ausfall in Hochzonen
19	Qualitätseinschränkungen, Ausfall UV, nur Brauchwasserlieferung
15	Einschränkung des Versorgungsdrucks, Ausfall der Drucksteigerung
10	Mengeneinschränkung, nur Versorgung aus Quellen, Rationierung
3	Ausfall der Gewinnung, leerlaufen der Behälter
2	von Fernversorgung abhängig

7.2 Notstromversorgung der Wasserversorgung

Wie aus Abbildung 29 (siehe Seite 59) ersichtlich ist, haben 84 % der Umfrageteilnehmer, die gemeinsam rund 5,4 Mio. Personen versorgen, entweder eine eigene oder eine (gegebenenfalls zusätzliche) externe Notstromversorgung.

Abbildung 31 zeigt, wie lange die Wasserversorgungen bei Blackout mit den vorhandenen Notstromversorgungen nach Einschätzung der WVU aufrechterhalten werden können. In 54 Fällen werden dazu keine Angaben gemacht. Der mittlere Wert der vorhandenen Einschätzungen liegt bei rund 7 Tagen.

Abbildung 31: Dauer der Aufrechterhaltung der Wasserversorgung mit Notstromversorgungen



In Tabelle 10 ist zusammengefasst, mit welchen Einschränkungen im Betrieb der Wasserversorgung mit Notstromversorgungen zu rechnen ist. In 103 Fällen werden dazu keine Angaben gemacht. In 24 Fällen wird davon ausgegangen, dass es auch mit der Notstromversorgung keine Versorgungseinschränkungen geben sollte. Viele Anmerkungen weisen darauf hin, dass die Dauer des Betriebs mit der Notstromversorgung prinzipiell unbegrenzt und nur von der Verfügbarkeit des Treibstoffnachschiebs abhängig ist.

Die häufigsten Einschränkungen betreffen den Versorgungsdruck, gefolgt von Versorgungseinschränkungen in Teil- oder Randgebieten sowie in Hochzonen und Mengeneinschränkungen, die Bedarfssteuerung und Sparaufrufe nötig machen werden.

Tabelle 10: Einschränkungen im Betrieb mit Notstromversorgungen

Anzahl	Sinngemäße Zusammenfassung der Antworten
24	Keine Einschränkungen (solange die Notstromversorgung Treibstoff hat)
14	Einschränkung des Versorgungsdrucks, Drucksteigerungen ohne Notstromversorgung
12	Teilgebiete, Randgebiete od. Hochzonen nicht oder nur eingeschränkt versorgt
6	Mengen eingeschränkt, Bedarfssteuerung, Sparaufrufe
4	manuelle Bedienung nötig, höhere Personalabhängigkeit, kein Automatikbetrieb
3	Ausfall der Aufbereitung
1	Umstellung der Aufbereitung auf Chlorung
1	Ressourcenumstellung auf Quellen und Notverbund
1	Teile der Anlagen oder einzelne Brunnen nicht notstromversorgt
1	Hochverbrauch durch Paniksituationen kann Notversorgungszeit verkürzen

Welche Technologien für die Notstromversorgungen eingesetzt werden und welche Anlagenteile versorgt werden, ist in Tabelle 11 zusammengefasst.

Tabelle 11: Eingesetzte Technologien und versorgte Anlagenteile durch Notstromversorgungen

Anzahl	Sinngemäße Zusammenfassung der Antworten
47	Dieselaggregate und eigener Treibstoffvorrat - für Aufbereitungsanlagen - für Steuerung und Aufbereitungsanlagen - für die gesamte Trinkwasserversorgung - für Verwaltungsgebäude - für Brunnen und Kernzone - für Pumpen und Aufbereitungsanlagen
10	mobile Stromaggregate - für Wasserpumpen - für UV-Anlage und Datenkommunikation
10	diverse Notstromaggregate und eigener Treibstoffvorrat
8	Externe Notstromversorgung / Aggregat von Feuerwehr / Vertrag mit Maschinenring
8	Batteriespeicher / USV für Mess-, Steuer- und Regeltechnik
6	PV-Anlage und Batteriespeicher / PV-Anlagen mit Inselfösung
4	Benzinaggregate und eigener Treibstoffvorrat / Treibstoffkanister - für Steuerung und Aufbereitungsanlagen
4	Zapfwellenaggregat (Traktor)
2	Notstromversorgung in Vorbereitung
2	Treibstoffvorrat am Wirtschaftshof / eigene Tankstelle
2	Treibstoffvorrat über Vertrag mit Tankstelle / Gemeinde
2	schwarzstartfähige Wasserkraftwerke und inselfähiges Netz / direkte Stromleitungen
1	Batteriespeicher über Notstromaggregat nachladbar

7.3 Zusammenfassung und Einordnung der Energieresilienz

Von den 179 Umfrageteilnehmern der gegenständlichen Erhebung, die gemeinsam rund 5,6 Mio. versorgte Personen repräsentieren, haben 84 % eine eigene oder eine (gegebenenfalls zusätzliche) externe Notstromversorgung. Bei einem Ausfall der regulären Stromversorgung können mit den in der Erhebung vertretenen Notstromversorgungen und zuzüglich jener Wasserversorgungen, die tatsächlich ohne Strom aufrechterhalten werden können, weiterhin rund 5,4 Mio. Personen zumindest mit leichten Einschränkungen weiterhin versorgt werden.

Innerhalb der gegenständlichen Erhebung entspricht dies einem Wert von **96 % der versorgten Personen, die, mit gewissen Einschränkungen, für einige Zeit weiterhin versorgt werden können.**

Im Factsheet „**Strommangellage in der Wasserversorgung** - Erhebungen zu Prävention und Auswirkungen“ (Scherer et al., 2023) wird von einer **90 %-Quote** der über 5 Mio. repräsentierten Personen berichtet, die in einem Blackout-Szenario keine Versorgungseinschränkungen befürchten müssen. Es wird aber angemerkt, dass ein echtes Blackout bisher noch nie eingetreten ist und die Möglichkeiten zur Aufrechterhaltung der Wasserversorgung von den WVU möglicherweise überschätzt wird.

Die mittlere **Dauer der Aufrechterhaltung der Wasserversorgung mit Notstromversorgungen** beträgt nach Einschätzung der WVU rund 7 Tage. Allerdings werden in vielen Fällen zur Dauer keine Angaben gemacht und es wird vielfach darauf hingewiesen, dass die Dauer zwar prinzipiell unbegrenzt, aber letztendlich von der Verfügbarkeit des Treibstoffnachschubs abhängig ist, sodass der tatsächliche Wert auch deutlich geringer sein könnte.

Bezüglich des **Betriebs der Wasserversorgung mit Notstromversorgung** werden Einschränkungen beim Versorgungsdruck und Versorgungseinschränkungen in Teil- oder Randgebieten sowie in Hochzonen aber auch Mengeneinschränkungen, die Bedarfssteuerung und Sparaufrufe nötig machen, erwartet. Am allerhäufigsten werden zu den Einschränkungen aber keine Angaben gemacht oder es wird davon ausgegangen, dass es keine Versorgungseinschränkungen gibt.

Die am häufigsten eingesetzten **Technologien der Notstromversorgungen** sind mit großem Abstand Dieselaggregate. Hierbei steht die (begrenzte) eigene Treibstoffbevorratung im Vordergrund. Darüber hinaus gibt es Lösungen mit gemeindeeigenen Tankstellen oder vertraglichen Regelungen mit Tankstellenbetreibern. Externe Notstromversorgungen sind zumeist mittels Aggregaten der Feuerwehr organisiert. Batteriespeicher finden insbesondere zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) für Mess-, Steuer- und Regeltechnik Anwendung.

Auch wenn aus den individuellen Versorgungs- und Vorsorgesituationen keine Hochrechnung oder Abschätzung auf Gesamtösterreich abgeleitet werden kann, insbesondere weil die große Zahl sehr kleiner Wasserversorgungen in den Umfragen unterrepräsentiert ist und hier wenig Informationen über die Verfügbarkeit von Notstromversorgungen vorliegen, **zeigt sich doch deutlich, dass im Fall eines Blackouts für große Bevölkerungsschichten zumindest eine etwas eingeschränkte Wasserversorgung aufrechterhalten werden kann.**

8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

8.1 Allgemeine Aspekte

Im Rahmen einer früheren Studie zur Energieeffizienz mit Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al., 2012) wurde eine große Erhebung mit Focus auf Stromverbrauch und Stromgewinnung in der Wasserversorgung durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie wurden nun, nach über 10 Jahren, einer Aktualisierung unterzogen und insbesondere vor dem Hintergrund der stark volatilen Energiepreise der letzten Jahre und in Hinblick auf die Versorgungssicherheit mit elektrischem Strom um das Thema Energieresilienz ergänzt.

Um die existierende Situation der Energienutzung, Energieeffizienz und Energieresilienz in der Wasserversorgung möglichst gut einschätzen zu können, wurden alle größeren österreichischen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) bzw. Gemeinden um relevante Daten betreffend Wassermengen, versorgte Bevölkerung, Stromverbrauch bzw. -produktion sowie um zahlreiche weitere Hintergrundinformationen zum Betrieb gebeten. Insgesamt wurden von **179 WVU** verwertbare Daten rückgemeldet, die gemeinsam rund **5,6 Mio. Personen** versorgen.

Die **Hochrechnung** auf Gesamtzahlen für Österreich erfolgte generell auf Basis der Bevölkerungszahlen anhand von differenzierten Hochrechnungsfaktoren je NUTS 2-Region (Bundeslandebene). Dadurch konnte der topografisch bedingt unterschiedliche spezifische Stromverbrauch der Regionen besser berücksichtigt werden. Darüber hinaus wurde mit der „Zahl der versorgten Personen gesamt“ gerechnet. Darin sind gemäß der Definition, die auch zur Berechnung von Branchen-Kennzahlen verwendet wird, anteilig Nebenwohnsitze und Nächtigungen berücksichtigt. Auch der Strombedarf der Einzelwasserversorgungen ist über die Gesamtzahl der in Österreich versorgten Personen berücksichtigt. Die bisherige Hochrechnungsmethode wurde somit dahingehend verbessert, dass der Strombedarf für die Wasserversorgung möglichst umfassend abgeschätzt wird, egal ob das Wasser aus zentralen Wasserversorgungen oder Einzelversorgungen stammt.

Die **Plausibilisierung und Interpretation** der neuen Hochrechnungsergebnisse erfolgt durch die Analyse von Veränderungen und Abweichungen gegenüber der früheren Studie (Neunteufel et al., 2012) sowie anderen aktuellen Publikationen.

8.2 Stromverbrauch der Wasserversorgung

Die wesentlichen Einflussfaktoren sind unveränderliche topographische und andere Rahmenbedingungen wie Ressourcenart oder Aufbereitungserfordernis. Hier zeigt sich, dass es große Unterschiede im Stromverbrauch verschiedener WVU gibt. Unter keinen Umständen kann der Stromverbrauch den physikalischen Grenzwert für das Pumpen von Wasser unterschreiten bzw. einen anlagentypischen maximal erreichbaren Wirkungsgrad überschreiten. **Ein gewisser Strombedarf ist somit durch unbeeinflussbare Versorgungsbedingungen vorgegeben.**

Gegenüber der früheren Erhebung mit Daten aus dem Jahr 2010 (Neunteufel et al., 2012) ist nicht nur die **gesamte Bevölkerungszahl**, sondern auch der **Grad der zentral versorgten Bevölkerung** gestiegen.

Der mit Abstand größte Verbrauchsanteil ist mit knapp **80 %** jener für das **Pumpen von Wasser**. Der Stromverbrauch für Wasseraufbereitungsanlagen fällt im Allgemeinen bereits deutlich geringer aus, ist aber keineswegs vernachlässigbar. Den zumeist kleinsten Anteil stellt der sonstige Stromverbrauch z.B. für Betriebsgebäude oder Mess-, Steuer- und Regeltechnik dar.

In Tabelle 12 sind die wichtigsten Kennzahlen zum Stromverbrauch der österreichischen Wasserversorgung zusammengestellt.

Tabelle 12: Kennzahlen zum Stromverbrauch im Vergleich zwischen 2010 und 2022 (Werte gerundet)

Kennzahl und Einheit	Wert 2010	Wert 2022
Bevölkerung gesamt	8,4 Mio.	9,1 Mio.
versorgte Personen gesamt (inkl. anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen)	Berechnung nicht verfügbar	10,1 Mio.
Einzelwasserversorgte Personen (Schätzwerte)	0,9 Mio.	0,8 Mio.
zentral versorgte Bevölkerung gesamt, mit anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen aber ohne Einzelwasserversorgungen (Schätzwert)	Berechnung nicht verfügbar	9,3 Mio.
Stromverbrauch pro m ³ Systemeinspeisung (mengengewichteter Mittelwert der Stichprobe)	0,33 kWh/m ³	0,36 kWh/m ³
Stromverbrauch pro m ³ Systemeinspeisung (österreichweite Hochrechnung auf NUTS 2 Ebene)	Berechnung nicht verfügbar	0,38 kWh/m ³
Stromverbrauch für Wasserversorgung pro Person und Jahr (inkl. anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen)	23,6 kWh/Jahr	25,3 kWh/Jahr
Hochgerechneter Strombedarf (GWh) auf Bevölkerung gesamt	198 GWh	230 GWh
Hochgerechneter Strombedarf (GWh) zentral versorgte Bevölkerung gesamt mit anteiliger Berücksichtigung von Nächtigungen und Zweitwohnsitzen, aber ohne Einzelwasserversorgungen	Berechnung nicht verfügbar	235 GWh
Hochgerechneter Strombedarf (GWh) bezogen auf versorgte Personen gesamt	Berechnung nicht verfügbar	257 GWh
verbleibender Netto-Strombedarf (GWh) unter Berücksichtigung der Stromproduktionen des Wasserversorgungssektors (siehe 8.4)	Berechnung nicht verfügbar	99 GWh
Stromverwendung in der Wasserversorgung für Pumpen	78 %	78 %
Stromverwendung in der Wasserversorgung für Aufbereitung	15 %	17 %
Sonstiger Stromverbrauch in der Wasserversorgung	7 %	5 %
Stromverbrauch Österreich gesamt	60.000 GWh	63.300 GWh
Anteil Stromverbrauch für die Wasserversorgung (bezogen auf versorgte Personen gesamt) am österreichischen Jahresstromverbrauch	Berechnung nicht verfügbar	0,4 %
Anteil Netto-Strombedarf für die Wasserversorgung unter Berücksichtigung der Stromproduktionen des Wasserversorgungssektors am österreichischen Jahresstromverbrauch	Berechnung nicht verfügbar	0,16 %

Quellen: siehe Angaben in den jeweiligen Kapiteln

Zusammenfassend kann für den Stromverbrauch festgehalten werden, dass

- der **Stromverbrauch im Jahr 2022 mit rund 257 GWh** höher als in der früheren Betrachtung (Neunteufel et al., 2012) ausgewiesen wird, da ein Anstieg der versorgten Bevölkerung sowie Veränderungen bei der Ressourcennutzung vorliegen, zusätzlich ist die Hochrechnung nunmehr auf die Gesamtzahl der versorgten Personen in Österreich (inkl. anteiliger Berücksichtigung von Nüchtingen, Nebenwohnsitze und Einzelwasserversorgungen) erfolgt,
- der **verbleibende Netto-Strombedarf** der Wasserversorgung unter Berücksichtigung der Stromproduktionen aus Trinkwasserkraftwerken und PV-Anlagen **nur rund 99 GWh** beträgt (siehe 8.4),
- der **spezifische Stromverbrauch** hauptsächlich aufgrund von Wetter- und Ressourcenentwicklung und infolge der Klimawandeleinflüsse von 23,6 auf 25,3 kWh pro Kopf und Jahr bzw. von 0,33 kWh/m³ auf **0,38 kWh/m³ angestiegenen** ist,
- für die **Zukunft** mit einem weiteren **Anstieg** des Stromverbrauches für die Wasserversorgung im **Ausmaß des Bevölkerungswachstums** auszugehen ist,
- der **Pro-Kopf-Stromverbrauch für die Wasserversorgung** nur einem Anteil von rund 1,6 % des durchschnittlichen Haushaltsverbrauchs entspricht und in etwa gleich viel Strom wie ein **Fernsehgerät im Standby** benötigt oder
- der Stromverbrauch für die **Wasserversorgung** bezüglich des gesamten österreichischen Stromverbrauches nur lediglich **0,4 %** bzw. unter Berücksichtigung der eigenen Stromproduktionen (**Netto**) nur **0,16 %** beträgt und
- im **internationalen Vergleich** für Österreich eher niedrige mittlere Stromverbräuche vorliegen, da in kaum einem anderen Land so viel **Quellwasser** zur Verfügung steht und genutzt wird und in Österreich die Wasserversorgung gänzlich ohne Oberflächenwasser und der damit verbundenen Aufbereitung auskommt.

8.3 Einsparungspotentiale

Gegenüber der früheren Abschätzung, basierend auf Daten des Jahres 2010 (Neunteufel et al. 2012), zeigt sich, dass die **Steigerung der Pumpeneffizienz**, die mit 4 bis maximal 12 % erwartet wurde, **nicht stattgefunden** hat. Aus den vorliegenden Daten kann kein Trend hin zu höheren Wirkungsgraden abgelesen werden. Das gänzliche Fehlen eines derartigen Trends lässt vermuten, dass sich Wirkungsgradgewinne und -rückgänge über die Anlagenlebensdauer in etwa die Waage halten. Auch der Umstand, dass sich nennenswerte Effizienzsteigerungen durch einen Pumpentausch bereits nach wenigen Jahren amortisieren, spricht dafür, dass die wesentlichen Einsparungspotentiale bereits realisiert wurden. Somit könnte auch für die Zukunft davon ausgegangen werden, dass sich individuell lukrierte Steigerungen der Pumpeneffizienz und laufende Effizienzverluste in Summe die Waage halten und sich dadurch keine generellen Einsparungspotentiale realisieren lassen. **Das bedeutet aber keineswegs, dass auf Anlagenerneuerung bei Pumpensystemen verzichtet werden kann, da individuelle Effizienzsteigerungen sehr wohl relevant sind und insgesamt sonst die Effizienzverluste zunehmen würden.**

Die **Wasserverlustreduktion** wurde hingegen nur mit einem Einsparungspotential von 0,6 bis maximal 2 % beziffert und hat im Mittel zwischen 2010 und 2022 tatsächlich einen Wert von rund

2 % erreicht. Der vorgefundene mittlere Rückgang der Wasserverluste ist darüber hinaus nicht einer geänderten Verbrauchscharakteristik geschuldet, wie das bei %-Kennzahlen leicht der Fall sein kann, sondern bleibt auch innerhalb einer vergleichbaren Stichprobenszusammensetzung sichtbar. Das **zukünftige erwartete Stromeinsparpotenzial aus der Wasserverlustreduktion** kann mit 1,5 % des Gesamtstrombedarfs oder rund 4 GWh beziffert werden. Die insgesamt eher geringe Stromeinsparung macht klar, dass die Wasserverlustreduktion nicht gezielt zur Stromverbrauchsreduktion durchgeführt wird, sondern sich die Potentiale durch die ohnehin anstehenden Infrastrukturerneuerungen erschließen. Dadurch ist auch der Zeithorizont dieser Einsparungen festgelegt.

Aus **sonstigen Optimierungspotentialen** werden keine nennenswerten allgemeinen Einsparungspotentiale erwartet.

Viel wesentlicher als alles andere werden die zukünftigen Ressourcenverfügbarkeiten mit +/- 8 % auf Einsparungen oder weitere Erhöhungen des Strombedarfs wirken. Durch Wetter- und Klimawandeleinflüsse könnten Quellschüttungen wieder zunehmen oder auch weiter zurückgehen und es muss vermehrt Grundwasser aus Brunnen hochgepumpt werden. Die Bevölkerungszunahme wird jedenfalls zu einer Erhöhung des Strombedarfs führen.

Für einen Zeithorizont von rund 10 Jahren können folgende Veränderungen zusammenfassend abgeschätzt werden:

- Einsparungen durch **Wasserverlustreduktion: - 4 GWh** (siehe Kapitel 5.4 auf Seite 46)
- Veränderungen der **Ressourcenverfügbarkeiten +/- 20 GWh** (siehe Kapitel 5.4 auf Seite 46) **durch Wetter- und Klimawandeleinflüsse** auch in kürzerem Zeithorizont schwankend
- Zunahmen durch das **Bevölkerungswachstum: + 8 GWh** (siehe Kapitel 4.2 ab Seite 18)

In Summe bewegt sich das mögliche Stromeinsparpotenzial der Wasserversorgung, wie auch deren Gesamtstrombedarf, auf vergleichsweise sehr niedrigem Niveau.

8.4 Energiegewinnung

Die geschätzte gesamte **Stromerzeugung durch Trinkwasserkraftwerke** beträgt aktuell rund **152 GWh**. Durch eine Möglichkeit der Abschätzung des Beitrages bislang unbekannter Trinkwasserkraftwerke ist dieser Wert deutlich höher als die in der früheren Untersuchung veranschlagten 127 GWh aus der Erhebung des Jahres 2010.

Die Abschätzung möglicher Erweiterungspotentiale der Trinkwasserkraftwerke ist mit großen Unsicherheiten behaftet und kann nur als Bandbreite von rund 3 bis rund 34 GWh angegeben werden. Gemeinsam mit der aktuellen Abschätzung der Stromerzeugung ergibt das eine **potentielle Stromerzeugung durch Trinkwasserkraftwerke von rund 155 bis 186 GWh**.

Die gesamte **Stromerzeugung durch PV-Anlagen** von WVU wird aktuell auf rund **6,2 GWh** pro Jahr geschätzt.

Die Erweiterungspotentiale zur Stromproduktionen durch PV-Anlagen von WVU sind nicht wie die Trinkwasserkraftwerke regional eingeschränkt. Nach unterschiedlichen Schätzmethode ergeben sich **Erweiterungspotentiale zwischen 25 und 55 GWh**. Zum höheren Wert ist anzumerken, dass es dafür auch die Nutzung von Freiflächen zum Beispiel in Wasserschutzgebieten bedarf, diese jedoch eine entsprechende Flächenwidmung erfordert und in Schutzgebieten eine derartige Nutzung nur vorbehaltlich der Sicherstellung erfolgen kann, dass jegliche Gefährdung der Wasserqualität durch PV-Anlagen ausgeschlossen werden kann. Für eine kontinuierliche Eigenversorgung mit PV-Strom wäre zudem eine saisonale Speicherung des im Sommer produzierten Stromes nötig.

Die Summe der geschätzten gesamten **Stromproduktionen** aller WVU beträgt rund **158 GWh / Jahr**. Im Vergleich zur Erhebung des Jahres 2010 ist der **Autonomiegrad bezüglich der Eigenversorgung** mit elektrischem Strom des Wasserversorgungssektors (bezogen auf die zentrale Wasserversorgung) leicht gesunken und beträgt nun rund **67 %**. Ursache für den Rückgang trotz gesteigener eigener Stromproduktion ist der noch stärker gestiegene Strombedarf durch gestiegene Bevölkerungszahlen und methodische Änderungen.

Abschließend ist bezüglich der Energiegewinnung und möglicher Erweiterungspotentiale noch anzumerken, dass die Hauptaufgabe der Wasserversorgungsunternehmen die Versorgung der Menschen mit einwandfreiem Trinkwasser in ausreichender Menge ist und die Energiegewinnung erst in zweiter Linie optimiert werden darf.

8.5 Energieresilienz

Bei einem Ausfall der regulären Stromversorgung können von den in der gegenständlichen Erhebung vertretenen WVU rund 5,4 Mio. Personen zumindest mit gewissen Einschränkungen weiterhin versorgt werden. **Dies entspricht einem Wert von 96 % der normalerweise 5,6 Mio. Personen, die von den betrachteten WVU versorgt werden.**

Im Factsheet „Strommangellage in der Wasserversorgung - Erhebungen zu Prävention und Auswirkungen“ (Scherer et al., 2023) wird von einer **90 %-Quote** der über 5 Mio. repräsentierten Personen berichtet, die in einem Blackout-Szenario keine Versorgungseinschränkungen befürchten müssen.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass Blackout-Szenarien auch tatsächlich regelmäßig geübt werden, um im Ernstfall gut vorbereitet zu sein.

Die mittlere **Dauer der Aufrechterhaltung der Wasserversorgung mit Notstromversorgungen** beträgt nach Einschätzung der WVU rund 7 Tage. Allerdings wird die reale Aufrechterhaltung letztendlich von der Verfügbarkeit des Treibstoffnachschubs abhängig sein, sodass der tatsächliche Wert auch geringer sein könnte.

Auch wenn aus den individuellen Versorgungs- und Vorsorgesituationen keine Hochrechnung oder Abschätzung auf Gesamtösterreich abgeleitet werden kann, insbesondere weil die große Zahl sehr kleiner Wasserversorgungen in den Umfragen unterrepräsentiert sind und hier wenig Informationen über die Verfügbarkeit von Notstromversorgungen vorliegen, **zeigt sich doch deutlich, dass im Fall eines Blackouts für große Bevölkerungsschichten zumindest eine leicht eingeschränkte Wasserversorgung aufrechterhalten werden kann.**

8.6 Fazit

- Der **Strombedarf des Sektors steigt**, weil die Zahl der versorgten Menschen steigt.
- Viel wesentlicher als alle anderen Einsparungs- und Optimierungspotentiale werden Wetter- und Klimawandelfolgen die zukünftigen **Ressourcenverfügbarkeiten** beeinflussen, wodurch sowohl Einsparungen wie auch weitere Erhöhungen des Strombedarfs der Wasserversorgung entstehen können.
- **In Summe** bewegt sich das mögliche Stromeinsparpotenzial der Wasserversorgung wie auch deren Gesamtstrombedarf **auf vergleichsweise sehr niedrigem Niveau**.
- Die „quasi **Eigenversorgung**“ des Wasserversorgungssektors durch Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken und PV-Anlagen ist mit über 2/3 relativ hoch. Die Produktion aus Trinkwasserkraftwerken überwiegt deutlich, die Erweiterungspotentiale sind bei den **PV-Anlagen größer**.
- Der hochgerechnete **Strombedarf der Wasserversorgung** für alle Personen in Österreich beträgt im Jahr 2022 rund **257 GWh**, der **verbleibender Netto-Strombedarf** nach Abzug der eigenen Stromproduktion des Wasserversorgungssektors beträgt rund **99 GWh**.
- Der **Anteil des Netto-Strombedarfs für die Wasserversorgung** unter Berücksichtigung der eigenen Stromproduktionen des Wasserversorgungssektors entspricht **0,16 %** des österreichischen Jahresstromverbrauchs.
- **Hauptaufgabe der Wasserversorgungsunternehmen ist und bleibt die Versorgung** der Menschen mit einwandfreiem Trinkwasser in ausreichender Menge. Daher geht Versorgungssicherheit vor Effizienzoptimierung, Energiegewinnung oder möglichen Erweiterungspotentialen.
- Im Fall eines **Blackouts** kann für große Bevölkerungsschichten zumindest eine leicht eingeschränkte **Wasserversorgung aufrechterhalten** werden kann.
- Die regelmäßige Überprüfung und Übung des Betriebs unter Notstromversorgung durch **Simulation eines Blackout**-Szenarios ist wichtig, um auftretende Probleme in dieser Situation nicht zu unterschätzen und um im Ernstfall gut vorbereitet zu sein.

9 LITERATUR

BMK (2022a): Energie in Österreich - Zahlen, Daten, Fakten 2022. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), Wien 2022

BMK (2022b): Endverbrauch von Strom 2022. <https://energie.gv.at/strom/strom>. Abruf am 18.10.2023

EBC (2022): Water & Wastewater Benchmark - Public Report IB2021. European Benchmarking Cooperation, Den Haag 2023.
https://www.waterbenchmark.org/content/the-programme-explained__public-report

Energieagentur Tirol (2023): persönliche Mitteilung per E-Mail von K. Billian, Energieagentur Tirol GmbH vom 21. und 26.9.2023

GIESECKE J. und MOSONYI E. (2009): Wasserkraftanlagen, Planung, Bau und Betrieb, 5., aktualisierte und erweiterte Auflage neu bearbeitet von Jürgen Giesecke und Stephan Heim, ISBN 978-3-540-88988-5 e-ISBN 978-3-540-88989-2, DOI 10.1007/978-3-540-88989-2, Springer Heidelberg Dordrecht London New York

IBNET (2023): IB-NET Database - International Benchmarking Networking (IBNET), hosted by the World Bank Group: <https://database.ib-net.org/Reports/Indicators/HeatMap?itemId=100>
Abfrage vom 30.11.2023

Lindinger H., Grath J., Brielmann H, Schönbauer A., Gattringer I., Formanek C., Broer M., Rosmann T., Holler C., Szerencsits M., Neunteufel R., Sinemus N, Grunert M., Germann V. (2021): Wasserschatz Österreichs - Grundlagen für nachhaltige Nutzungen des Grundwassers - Bericht. Medieninhaber und Herausgeber: Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Wien, 2021

MAYR E., LUKAS A., PERFLER R. (2012a): Energieleitfaden zur Optimierung der Energienutzung bei Wasserversorgungsanlagen. Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 2012.

<https://info.bml.gv.at/service/publikationen/wasser/Energieleitfaden-WVA-Letztfassung.html>

MAYR E., LUKAS A., PERFLER R. (2012b): Endbericht - Erstellung eines Leitfadens zur Optimierung der Energienutzung bei Wasserversorgungsanlagen. Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien 2012.

<https://info.bml.gv.at/service/publikationen/wasser/Energieleitfaden-WVA-Letztfassung.html>

NEUNTEUFEL R., SCHLEIFENLEHNER E., BIBER M. (2012): Energieeffizienz in der Wasserversorgung. Studie der Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Siedlungswasserbau, Industrierwasserwirtschaft und Gewässerschutz im Auftrag der ÖVGW, Wien 2012

NRW (2023): Wasserversorgung in Nordrhein-Westfalen - Benchmarking-Projekt Ergebnisbericht 2022/2023. Herausgeber: Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf 2023

<https://www.roedl.de/benchmarking/abschlussveranstaltung-nrw-2023>

Plath, M. und Wichmann, K. (2009): Energieverbrauch der deutschen Wasserversorgung, Energie Wasser-Praxis, 7/8 2009, S. 54–55. Zit. in: Rautenberg J. et al., Mutschmann/Stimmelmayer

Taschenbuch der Wasserversorgung. DOI 10.1007/978-3-8348-2560-5_6, Springer Fachmedien Wiesbaden 2014

Rautenberg J., Fritsch P., Hoch W., Merkl G., Ottilinger F., Weiß M., Wricke B. (2014): Mutschmann/Stimmelmayer Taschenbuch der Wasserversorgung. DOI 10.1007/978-3-8348-2560-5_6, Springer Fachmedien Wiesbaden 2014

SCHERER C., KRANER H. (2023): Strommangellage in der Wasserversorgung - Erhebungen zu Prävention und Auswirkungen. Factsheet im Rahmen der Untersuchung „Krisenszenarien Siedlungswasserwirtschaft“. Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, Wien 2023
<https://info.bml.gv.at/themen/wasser/nutzung-wasser/krisenszenarien.html>

(STATISTIK AUSTRIA, 2023 a): Statistik des Bevölkerungsstandes gemäß §10 Abs. 7 FAG 2017 und Registerzählung 2021 (Stichtag: 31.10.). Erstellt am 18.09.2023.

(STATISTIK AUSTRIA, 2023 b): Beherbergungsstatistik. Erstellt am 07.12.2022. – Endgültige Ergebnisse. Tourismusjahr 2022.

(STATISTIK AUSTRIA, 2023 c): STATISTIK AUSTRIA, Statistik des Bevölkerungsstandes. Erstellt am 14.02.2023. Nebenwohnsitzfälle zu Jahresbeginn 2022.

ZACH F. (2022): Unser Wasser macht gutes Klima - Investitionen der Siedlungswasserwirtschaft in die erneuerbare Energieversorgung. Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft, Wien 2022

10 ANHANG: FRAGEBOGEN

Studie zur Energienutzung in der Wasserversorgung



Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft



Allgemeines:

Die Umfrage wurde im Auftrag der ÖVGW und des BML vom Inst. f. Siedlungswasserbau der BOKU Wien erstellt.
Die Erhebung erfolgt durch die ÖVGW, die Auswertung durch die BOKU Wien.
Alle Angaben werden vertraulich behandelt und ohne die Möglichkeit von Rückschlüssen auf einzelne WVU ausgewertet.
Eine Weitergabe anonymisierter Roh-Daten an das BML erfolgt nur, wenn sie dazu ausdrücklich ihre Zustimmung erteilen.
Bitte helfen Sie mit diese wichtigen Grundlagendaten für die österreichische Trinkwasserversorgung schaffen.

Anleitung:

GELB markierte Felder bitte beantworten HELLGELB markierte Felder wenn möglich / zutreffend

Für viele Felder erscheint eine **Ausfüllhilfe**, die eine genaue Zuordnung der Angaben erleichtert, wenn Sie in das Feld hineinklicken.

[Rückfragen sowie Rücksendung bitte per E-Mail an die ÖVGW bis spätestens Ende Juni 2023.](#)

Für die räumliche Zuordnung bitte WVU Namen oder Region (z.B. Bezirk) angeben:	
Für etwaige Rückfragen bitte Kontaktperson / Telefon / E-Mailadresse angeben:	

Einer Weitergabe der anonymisierten Roh-Daten an das BML wird zugestimmt. Eine räumliche Zuordnung erfolgt dabei nur, sofern dadurch kein Rückschluss auf das WVU möglich ist.	
---	--

Als Bezugszeitraum bitte das **Kalenderjahr 2022** verwenden.

Wassermengen und versorgte Bevölkerung

gesamte Systemeinspeisung (m ³ /Jahr)		}	entgeltliche Wasserabgabe an Endkunden und Weiterverteiler (m ³ /Jahr)	
Anteile davon (%):	aus Quellen		unentgeltliche Wasserabgabe (m ³ /Jahr)	
	aus Brunnen		scheinbare Wasserverluste (m ³ /Jahr)	
	Fremdbezug		reale Wasserverluste (m ³ /Jahr)	

Durchschnittlicher Druck im Netz (bar)		Zahl der versorgten Einwohner gesamt (direkt, indirekt, Nebenwohnsitze etc. anteilig)	
Minimaler Druck im Netz (bar)			

Anmerkungen zu Wassermengen oder Bevölkerungszahlen	
--	--

Aufbereitung (wenn vorhanden)

Aufbereitungsanlagen: Bitte um kurze Beschreibung	
--	--

Stromverbrauch und Pumpmengen

Gesamter Stromverbrauch lt. Rechnung (kWh / Jahr)			wenn gemessen oder abschätzbar: (kWh / Jahr)	
darin enthalten: (bitte auswählen)	Wasserpumpen		Stromverbrauch aller Wasserpumpen	
	Aufbereitung		Stromverbrauch für Aufbereitung	
	sonstiges		Stromverbrauch sonstiger Verbraucher	

Fördermenge aller Pumpwerke (m ³)		Welche Pumpen / Pumpensysteme kommen zum Einsatz? (bitte auswählen)
durchschnittliche Förderhöhe (m)		
Summe der Fördermenge und die durchschnittliche Förderhöhe kann bei Bedarf auf dem Hilfsblatt berechnet werden		

Veränderungen des Strombedarfs oder Anmerkungen	
--	--

Einsparungspotential

Wie hoch schätzen Sie die Einsparungspotentiale von elektrischem Strom in ihrem Betrieb durch folgende Maßnahmen:		in kWh	oder in %
	Steigerung der Pumpeneffizienz		
	Wasserverlustreduktion		
	Druckreduktion		
Andere Einsparungspotentiale oder Anmerkungen			

Energiegewinnung und mögliches Erweiterungspotential

Trinkwasserkraftwerke (wenn vorhanden)		PV Anlagen und Speicher (wenn vorhanden)	
gesamte tatsächliche Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken (kWh/Jahr)		gesamte tatsächliche Stromproduktion durch eigene PV Anlage (kWh/Jahr)	
gesamte Triebwassermengen die für die Stromproduktion verwendet wurden (m ³)		gesamte installierte Leistung der PV-Anlage (kWpeak)	
Höhendifferenz die für die Stromproduktion genutzt wird (m)		gesamte installierte Fläche der PV-Anlage (m ²)	
verwendete Turbinentypen(n)		wenn vorhanden: Kapazität des Batteriespeichers (kWh)	

Potential für neue / zusätzliche Trinkwasserkraftwerke		Potential für neue / zusätzliche PV Anlagen	
Erweiterungspotential zur Stromproduktion mit Trinkwasserkraftwerken (kWh/Jahr)		Neubau oder Erweiterung einer PV-Anlage in naher Zukunft (bis in max 5 Jahren) geplant?	
mögliche Wassermenge zur Energiegewinnung (m ³ /Jahr)		wenn ja, welche Leistung der PV-Anlage ist geplant? (kWpeak)	
Maximal verwendbare Höhe die zur Energiegewinnung möglich ist (m)		gesamte theoretisch verfügbare Flächen für PV-Anlagen (m ²)	
		Errichtung / Nachrüstung eines Batteriespeichers in naher Zukunft geplant?	
		wenn ja, welche Kapazität des Batteriespeichers ist geplant? (kWh)	

Andere Energiegewinnung, Speicherung oder Anmerkungen	
--	--

Notstromversorgung / Blackout

Kann die Wasserversorgung uneingeschränkt auch ohne Strom betrieben werden?	
Kann eine Brauchwasserversorgung (Ausfall der Aufbereitung) ohne Strom betrieben werden?	
Gibt es eine eigene netzunabhängige Notstromversorgung?	
Ist eine externe Notstromversorgung (z.B. Feuerwehr, Bundesheer) vorgesehen?	

ohne Notstromversorgung:	
Wie lange würde die Wasserversorgung bei Blackout aufrechterhalten bleiben (Stunden)?	
Einschränkungen bei einem möglichen Betrieb ohne Strom	

im Fall einer vorhandenen Notstromversorgung:	
Auf welche Dauer ist die Notstromversorgung ausgelegt (Tage)?	
Einschränkungen beim Betrieb mit Notstromversorgung	
Technologie der Notstromversorgung + versorgte Anlagenteile	

Vielen Dank für ihre Zeit und Unterstützung!
[Rücksendung bitte per E-Mail an die ÖVGW bis spätestens Ende Juni 2023](#)