

ENDBERICHT

Leistungsanalyse der Kleinwasserkraftwerke in der Klima- und Energiemodellregion Unteres Traisental

Teil 2: Linker Werksbach



ARGE Kraftwerke Unteres Traisental
März 2014

IMPRESSUM

Auftraggeber: ARGE Kraftwerke Unteres Traisental
Prandtauerring 1
3130 Herzogenburg
Herr Ing. Kurt Merkl

Auftragnehmer: Energy Changes
Energy Changes AT GmbH
4810 Gmunden, Weyerstraße 21
FN 378802m, Handelsgericht Wels
Ingenieurbüro für Energiewirtschaft und Meteorologie
Gmunden –Traismauer – Wien

Datum: März 2014

Betreuer: DI Alexander Simader
DI Wolfgang Schoberleitner
DI Matthias Humpeler
Birgit Weiß MSc.
Mag. Christoph Artner

Kopie ergeht an: Wasserwerksgenossenschaft am Altmannsdorfer Wehr
St. Pöltner Wasserwerksgenossenschaft
Wehrverband Herzogenburg

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung / Conclusio.....	5
2	Einleitung.....	6
2.1	Ausgangslage	6
2.2	Projektablauf	6
2.3	Auftragsfragen.....	6
2.4	Eckdaten des linken Werkskanals	7
2.5	Die Spratzerner Wehr.....	8
2.6	Methode.....	8
2.6.1	Recherche der Kraftwerksdaten.....	8
2.6.2	Recherche Kanal	8
2.6.3	Ertragspotentiale/ Auswirkungen einer Änderung der Dotation.....	9
2.6.4	Durchflussmessung und Dotationsversuch	9
2.6.5	Nivellierung der Kraftwerke	9
2.7	Übersichtsplan Kraftwerke.....	10
2.8	Kraftwerksliste am linken Werkskanal	12
3	Durchflussmessungen am linken Werksbach.....	14
3.1	Wasserführung im linken Werksbach	15
3.1.1	Anmerkungen Messung I am 16.05.2013.....	16
3.1.2	Anmerkungen Messung II am 19.06.2013.....	17
3.2	Fallhöhen	19
3.3	Leistung der Kraftwerke	22
3.4	Dotation und Schluckvermögen	28
4	Auswertung der Messung	32
4.1	Energieertrag theoretisch im Regeljahr	32
4.2	Gesamtwirkungsgrad der Kraftwerke	33
4.3	Die Fließstrecke	35
4.3.1	Übersicht Fließstrecke, Gefälle, Fallhöhe	36
4.3.2	Kraftwerke mit kürzester Fließstrecke zum Oberleger	37
4.3.3	Kraftwerke mit geringster Höhendifferenz zum Oberleger	38
4.3.4	Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle	38
4.3.5	Gefahrenstellenliste linker Kanal	39
4.4	Überlegungen zur Sanierung der Kraftwerke.....	43
4.5	Wirtschaftlichkeitsberechnung	45
4.6	Kostenabschätzung der Kanalsanierung	45

5	Empfohlene MaSSnahmen	46
5.1	Weitere Messungen am Kanal	46
5.2	Prüfung der Wasserrechte	47
5.3	Neubau/ Anpassung der Wehranlage	47
5.4	Revitalisierungsoffensive.....	47
5.5	Erhöhung der Wasserdotation im Kanal unterhalb von Herzogenburg.....	48
6	Potential der Revitalisierung	49
7	Conclusio	51
8	Verzeichnisse	57
8.1	Tabellenverzeichnis	57
8.2	Abbildungsverzeichnis.....	57
9	Glossar	58

1 ZUSAMMENFASSUNG / CONCLUSIO

Die aktuelle Konsenswassermenge für das Ausleitungsbauwerk Spratzerner Wehr sind $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Durch den freiwilligen Verzicht auf 250 l/s wäre anzunehmen, dass grundsätzlich immer eine geringere Wassermenge für die Kraftwerke zur Verfügung steht. Jedoch ist zeitweise deutlich mehr Wasser in der Traisen vorhanden und es kann somit trotz der freiwilligen Restwasserabgabe oftmals mit $5 \text{ m}^3/\text{s}$ dotiert werden.

Die Messung der Überdotation konnte klar beweisen, dass es unter Normalbedingungen möglich ist $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den linken Werksbach der Traisen abzuführen. Es zeigte sich weiter, dass die kurzfristige Erhöhung der Dotation an der Spratzerner Wehr auf $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ zu kaum Veränderungen an der Leistung der einzelnen Kraftwerke führt. Jedoch ist anzunehmen, dass es langfristig sehr wohl signifikante Unterschiede von der Normaldotation bei $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ geben wird.

Aus den bisherigen Ergebnissen können folgende Aussagen getroffen werden:

1. Einige Kraftwerke haben einen starken Sanierungsbedarf.
2. Eine höhere Dotation wirkt sich auf mehr Kraftwerke positiv als negativ aus.
3. Eine höhere Dotation führt zu keiner signifikanten Verschlechterung, zumal diese eher nur bei stark sanierungsbedürftigen Kraftwerken vorkommt.
4. Eine Durchleitung von $5 \text{ m}^3/\text{s}$ von Herzogenburg nach Traismauer ist möglich.
5. Die Messungen zeigten, dass in St. Pölten Wasser im linken Werkskanal verloren geht.
6. Die Messung zeigt, dass es durch Mehrdotation kaum zu Staubeinflussungen durch den Unterlieger kommt.
7. Es zeigte sich, dass Überwasser, welches über die Streichwehr der Kraftwerke geht, großteils das eigene Kraftwerk negativ beeinflusst.
8. Eine dynamische Dotation wirkt sich für Kaplan-Turbinen positiver als für Francis-Turbinen aus. Es gibt aber zu groß dimensionierte Francis-Turbinen, für die eine höhere Dotation positive Effekte hat.

Es kann festgehalten werden, dass sich aufgrund der Flügelmessungen neue Fragen aufgeworfen haben, welche nur durch eine größere Anzahl an Flügelmessungen beantwortet werden können.

Diese Fragen lauten unter anderem:

1. Leistung der Kraftwerke zwischen $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $5 \text{ m}^3/\text{s}$
2. Welche Risiken birgt eine Mehrdotation von $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Starkregen, Eisgang, Kraftwerksausfälle?

2 EINLEITUNG

2.1 Ausgangslage

Bedingt durch die Wasserrahmenrichtlinie und dessen nationaler Umsetzung wird die Durchgängigkeit der Traisen von Seiten der Behörden (§21 A, Wasserrechtsgesetz 1959) angestrebt. In einer Einigung wurden Fischaufstiegshilfen an den Wehranlagen sowie eine freiwillige Restwasserabgabe von 500 l/s definiert. Diese Restwasserabgabe führt in der Trockenzeit zu einer Mindestwassermenge in der Traisen und gleichzeitig zu einem Produktionsrückgang an elektrischer Energie in den Kraftwerken. Ausgehend von einer solchen Reduktion gilt es zu untersuchen, ob anstelle einer statischen Dotation (begrenzt auf 5m³/s) eine dynamische Dotation (Dotation in Abhängigkeit des Dargebots an Wasser in der Traisen) mit einem Q bis zu 6,5m³/s einen wirtschaftlichen Ausgleich schaffen kann.

2.2 Projektablauf

Die Werksbäche der Traisen links und rechtsseitig werden derzeit mit 5m³/s dotiert. Im Projekt wurde untersucht welche Auswirkungen eine höhere Dotation auf die Leistung der insgesamt 50 Wasserkraftwerke bewirkt. Projektbeginn war der 6. Juni 2012, anschließend wurde ein Projektteam bestehend aus Mitarbeitern der Firma Energy Changes gegründet. Weitere unterstützende Partner waren Vermessungsspezialisten aus der Umgebung. Ansprechpartner waren die Obmänner der Wehrverbände und Wasserwerksgenossenschaften in St. Pölten, Herzogenburg und Altmannsdorf. In der ersten Phase wurden Daten und Berichte aus vorhergehenden Untersuchungen herangezogen, anschließend in Phase zwei wurde eine Wasserkraftwerksdatenbank aufgebaut. Diese wurde durch Vorortbesuche bei den Kraftwerken um Anlagendaten ergänzt. In Phase drei wurde eine erhöhte Wassermenge und dessen Auswirkungen simuliert und Gefahrenstellen bzw. Engstellen identifiziert. In Phase vier wurden eine Durchflussmessung und eine Dotationsmessung durchgeführt. In Phase fünf wurden die Auswertung und Analyse der Daten vorgenommen.

2.3 Auftragsfragen

Ist eine Mehrdotation theoretisch sinnvoll?
Ist eine Mehrdotation praktisch möglich?
Welche Gefahrenstellen und Schwachstellen sind bei einer Mehrdotation zu beachten?
Welche Auswirkung hat die Mehrdotation auf die Energieproduktion?
Welche Auswirkung hat die Mehrdotation auf die Fallhöhen?
Veränderungen von Wasserspiegellagen durch Staubeinflussung?
Kostenschätzung durch eine Dauerhafte Mehrdotation?
Ist die Mehrdotation nach den offensichtlichen Kriterien (Sicherheit, Kosten, Nutzen, juristisch) sinnvoll?

2.4 Eckdaten des linken Werkskanals

Der linke Werkskanal wird von der Wehranlage Spratzerne Wehr bei St. Pölten dotiert. Die Dotierung erfolgt über eine Schützenanlage am Wehr. Das Wasser für die Dotierung des linken Werksbaches kommt zwar aus der Traisen, wurde aber ursächlich erst unmittelbar vor der Wehranlage mittels Luggauer Kanal der Traisen zugeführt. Deshalb muss in Zukunft gewährleistet sein, dass bei einer strengeren Auslegung von Wasserentnahmen aus der Traisen, der Luggauer Kanal überhaupt die entsprechende Wassermenge einspeist¹.

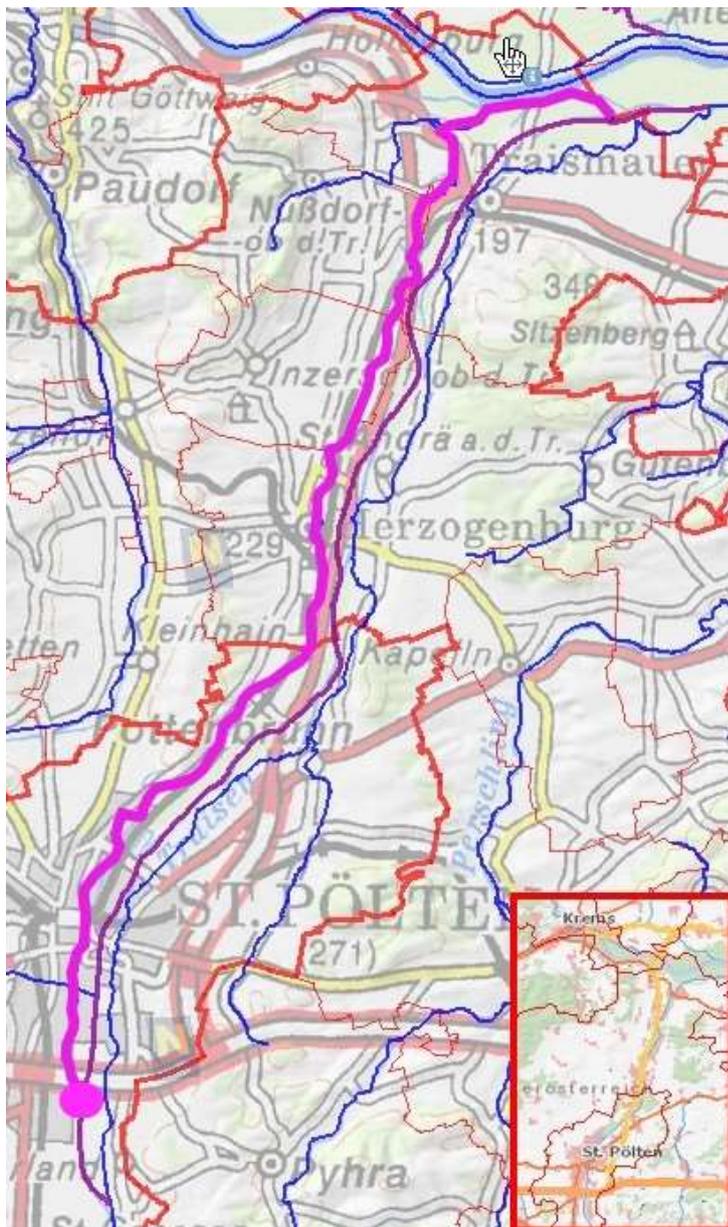


Abbildung 1 Linker Werkskanal an der Traisen

¹ Verlust von 260 l am Luggauer Kanal bei der Messung am 15.5.2013

Eckdaten im Überblick:

- Länge des linken Werksbaches:26,202 km
- Durchschnittliches Gefälle:0,86 [%]
- Anzahl der Kraftwerke:.....30
- Gesamte Fallhöhe am Bach laut Wasserbuch:74,23 m
- Gesamte Engpassleistung:.....2,89 MW
- Durchschnittliches Regelarbeitsvermögen pro Jahr:15.500 MWh
- Durchschnittliche Volllaststunden am linken Werksbach:.....5.400 h

2.5 Die Spratzerne Wehr

Die Spratzerne Wehranlage ist in einem guten Zustand. Die Wehrmauer zeigt keine offensichtlichen Schwachstellen und die bestehenden Kolkenschutzmaßnahmen scheinen ausreichend.

Mit der Errichtung einer Fischaufstiegshilfe nach Leitfaden muss allerdings das Einlaufbauwerk versetzt und zum Teil neu errichtet werden. Der Fischaufstieg, auf einen Huchen mit 80 cm Länge ausgelegt, wird entlang des bestehenden Schotterzugs im Werkskanal errichtet und mündet zwischen dem Schotterzug in der Traisen und der bestehenden Wehrschütz.

Die Planung der Tätigkeiten ist bereits abgeschlossen. Es sind folgende Kosten ermittelt worden:

- Kostenschätzung der Modernisierung der Wehranlage 180.000 €
- Kostenschätzung der Errichtung der Fischaufstiegshilfe: 460.000 €

2.6 Methode

2.6.1 Recherche der Kraftwerksdaten

Als Basis für die Datenbank wurden die vorhandenen Kraftwerkslisten aus vorhergehenden Erhebungen und Wehrverbandsstatuten herangezogen. Diese wurden um Wasserbucheinträge und eigene Umfragen mittels Fragebogen ergänzt. In der Vorortbesichtigung wurden diese Daten mit den Typenschildern der Maschinen abgeglichen.

2.6.2 Recherche Kanal

Für Erkundung wurden historische Pläne und GIS Daten des Landes Niederösterreich herangezogen. Der Kanal wurde mehrmals abgefahren und Kraftwerke bzw. kritische Stellen besucht.

2.6.3 Ertragspotentiale/ Auswirkungen einer Änderung der Dotation

Auf Basis der Kraftwerksdaten wurden theoretische Energiepotentiale (Regelarbeitsvermögen aller Kraftwerke) für verschiedene Kanaldotationen errechnet. Es wurde der Einbau einer Fischaufstiegshilfe und Restwasservorschreibungen mitbetrachtet.

2.6.4 Durchflussmessung und Dotationsversuch

Diese Messungen fanden mit einem Ott ADC - Gerät statt. Dieses registriert mit Hilfe des akustischen Dopplereffekts die Fließgeschwindigkeit. Über die Anordnung von ausreichend Messlotrechten und ausreichend Messpunkten in diesen Lotrechten kann damit eine Abflussmessung durchgeführt werden. Um den variablen Bedingungen in einem Gewässer gerecht zu werden, wurde dafür die Vielpunktmethode gewählt (Details siehe Gerätehandbuch). Bei der Dotationsmessung wurde der Durchfluss an den Wehranlagen Altmannsdorf und Spratzern sowie an neuralgischen Punkten im Kanal. Während der Messung wurde an den Kraftwerken die Fallhöhe mittels Nivelliergerät und die Leistungsdaten aufgenommen.

Hinweis:

Jeder der Dotationsversuche fand über einen Zeitraum von ca. 24 h statt, und stellt somit eine Stichprobe von $n=1$ dar. Durch die Messung konnte generell festgestellt werden, dass der Kanal eine höhere Wassermenge verträgt. Es konnte dagegen nicht festgestellt werden welche Langzeitauswirkungen eine Dotation auf den Kanal hat, dazu sind Folgemessungen notwendig. Zudem wäre eine längere Messung mit höherer Dotation sinnvoll.

2.6.5 Nivellierung der Kraftwerke

Alle Kraftwerke wurden im Zuge der Erstbesichtigung, der Messung 1 und Messung 2 besucht. Es wurden die aktuellen Fallhöhen und Abstiche zwischen den Oberwasserfixpunkten und Wasserspiegel sowie Unterwasserfixpunkten und Unterwasserspiegel vermessen. Das gesamte Kraftwerk wurde Foto-dokumentiert. Für die Nachvollziehbarkeit wurden bei denjenigen Kraftwerken Fixpunkte angebracht (Schrauben gesetzt), bei welchen keine Fixpunkte auffindbar waren. Die Fixpunkte wurden im Oberwasser und Unterwasser angebracht. Im Oberwasser wurden in ca. 60 % der Kraftwerke Staumarken (Klammer) gefunden, im Unterwasser war zumeist kein Fixpunkt vorhanden. Zusätzlich zur Montage einer Schraube/Nagel wurden die Stellen mit einer Markierung (oranges Dreieck) versehen und in die Vermessungsskizze eingetragen bzw. Fotodokumentiert.

Hinweis:

Für zukünftige Versuche sind ebenfalls Fixpunkte an Gefahrenstellen anzubringen und auf Absoluthöhe einzumessen.

2.7 Übersichtsplan Kraftwerke

Die folgende Liste zeigt sämtliche Kraftwerke in Ihrer jeweiligen Reihenfolge und von Süden aus betrachtet. Die Aufteilung ist in linken und rechten Werksbach unterteilt.

Tabelle 1 Position und Reihenfolge der Kraftwerke am Kanal

	Linker Kanal				Rechter Kanal			
	Ver.	Name	P-Zahl	I r lu	P-Zahl	Name	Ver.	
1					P0017	WKA EVN Theresienhof	A/H	
2					P0040	WKA EVN Luggau	L	
3					P0197	WKA EVN Brunn	A/H	
4					P0198	WKA EVN Aufeld	A/H	
5	StPö	WKA Hartsleben	P0029					
6					P0028	WKA EVN Stattersdorf	A/H	
7					P0019	WKA Salzer I	A/H	
8					P0009	WKA Salzer II	A/H	
9	StPö	WKA EVN Hammerwerk	P0021					
10					P0008	WKA Kittel Zwetzbachermühle	A/H	
11					P1059	WKA Koprax	A/H	
12					P0013	WKA Skarpil	A/H	
13	StPö	WKA Mayermühle	P1071					
14	StPö	WKA Seglmühle	P0026					
15	StPö	WKA StGde St. Pölten KG	P0016					
16	StPö	WKA Schmalko	P0002					
17	StPö	WKA Herndlhofer	P0032					
18	StPö	WKA Grabner Muschik	P0003					
19	StPö	WKA Living City Immobilien	P1069					
20					P0292	WKA EVN Ratzersdorf	A/P	
21					P0288	WKA Feldmühle	A/P	
22	Hz	WKA Pöll Oberradlberg	P0035					
23					P0278	WKA Kirchner	A/P	
24	Hz	WKA Gruber	P0011					
25					P0665	WKA Seilern	A/O	
26	Hz	WKA Pöll Unterradlberg	P0005					
27	Hz	WKA Miedler Unterradlberg	P0020					
28	Hz	WKA Miedler Vollrath	PL0088					
29					PL0112	WKA Kittelmühle	A/O	
30					PL0013	WKA Mantler	A/O	
31	Hz	WKA Lagerhaus	PL0163					

Änderung der Dotation der Kanäle - Linker Werkskanal

		Brunnader					
32	Hz	WKA Lagerhaus 348	PL0348				
33	Hz	WKA Agneswerk	PL0028				
34					PL0151	WKA Kaba	A/O
35	Hz	WKA Stift Herzogenburg	PL0036				
36	Hz	WKA Merkl	PL0101				
37	Hz	WKA Linus Lindhof	PL0137				
38	Hz	WKA Ahrer	PL0037				
39	Hz	WKA Lang	PL0038				
40	Hz	WKA Walpersdorf	PL1430				
41	Hz	WKA Krejci	PL0116				
42	Hz	WKA Erneuerbare Energie	PL0165				
43					PL0541	WKA EVN Oberndorf	A/T
44	Hz	WKA Miedler, Fräuleinmühle	PL0166				
45					PL0074	WKA Martin Miller I	A/T
46	Hz	WKA Klausner, Neumühle	PL0124				
47					PL0068	WKA Martin Miller II, Marktmühle	A/T
48	Hz	WKA Benda Lutz I	PL0167				
49	Hz	WKA Benda Lutz II	PL0039				
50					PL0387	WKA EVN Stollhofen	A/T
51	Hz	WKA Gutschermühle	PL0168				
Donau							

Anmerkungen Tabelle: StPö ... St. Pölten; Hz ... Herzogenburg; A ... Altmannsdorf; H ... Harland; L ... Luggau; P ... Pottenbrunn; O ... Ossarn; T ... Traismauer

2.8 Kraftwerksliste am linken Werkskanal

Die Kraftwerke am linken Werksbach können in drei Abschnitte historisch (zwei Verbände) als auch technisch (veränderte Wasserführung nach der Linusmühle PL0137) untergliedert werden. Tabelle 2 zeigt einen Überblick über die insgesamt 29 Wasserkraftwerke am linken Werkskanal.

Tabelle 2 Wasserkraftwerke am linken Werkskanal

Nr.	P-Zahl	Wbuch-ID	Name laut Wasserbuch	Kraftwerksbezeichnung lt. Statuten
5	P0029	177819	WKA Hartsleben Josef, Meuserwerk, KG Spratzern	KW Hartsleben
9	P0021	177812	WKA EVN Energie-Versorgung NÖ AG, ehem. Hammerwerk	KW Hammerwerk/ EVN
13	P1071	1000132890	WKA NÖ Friedenswerk, Mayermühle	KW Mayermühle
14	P0026	177817	WKA Segl Ludwig KG St. Pölten	KW Seglmühle
15	P0016	177808	WKA StGde St. Pölten KG	KW Pfandmühle
16	P0002	177799	WKA Schmalko GmbH	KW Schmalko
17	P0032	177821	WKA Herndlhofer Josef	KW Herndlhofer
18	P0003	177800	WKA Grabner Hannelore, Muschik Ingrid KG	KW Grabner Muschik
19	P1069	1000132648	WKA Living City Immobilien KG	KW Living City Immobilien
22	P0035	177823	WKA Kraftwerke Pöll GmbH	KW Hofmann Oberradlberg, Fauxmühle
24	P0011	177806	WKA ACR Auto Service Radlberg Gruber GmbH	KW Gruber
26	P0005	177802	WKA Kraftwerke Pöll GmbH	KW Hofmann Unterradlberg, Obere Mühle
27	P0020	177811	WKA Miedler Therese KG Unterradlberg	KW Miedler
28	PL0088	178294	WKA Miedler Therese	KW Miedler/ Vollrath
31	PL0163	178327	WKA Raiffeisen-Lagerhaus, Genossenschaftsmühle	KW Lagerhaus/ Herzogenburg/Genossenschaftsmühle
32	PL0348	178414	WKA Raiffeisen- Lagerhaus 348	KW Lagerhaus/ Brunnader
33	PL0028	178264	WKA Messer Austria GmbH	KW Brunnader/ Heidenmühle /Agnes
35	PL0036	178267	WKA Stift Herzogenburg	KW Stift Herzogenburg, Stiftsäge
36	PL0101	178300	WKA Merkl Ing. Kurt, Schlagmühle	Merkl, Schlagmühle, Pfefferm. Merklmühle, Sydlhofmühle

Änderung der Dotation der Kanäle - Linker Werkskanal

37	PL0137	178318	WKA LINUS HandelsgesmbH. - Lindhof-	KW Bertagnolimühle/ Lindhof/ Lehnhof
38	PL0037	178268	WKA Ahrer Karl Scharlachmühle	KW Ahrer/Scharlachmühle
39	PL0038	178269	WKA Lang Wolfgang Höchtmühle	KW Höchtmühle, Weidenpiontmühle
40	PL1430	178906	WKA Gutsverwaltung Walpersdorf	KW Polstermühle, Marienmühle
41	PL0116	178305	WKA Neumühle Camillo Krejci	KW Krejci, Bruckmühle, Franzenmühle, Neumühle
42	PL0165	178328	WKA WK Gesellschaft f. Erneuerbare Energie GmbH	KW Glatz, Aumühle Fürstenau, Hirschenau-Mühle
44	PL0166	178329	WKA Miedler, Fräuleinmühle	KW Fräuleinmühle
46	PL0124	178312	WKA Klauser Leopold Neumühle	KW Neumühle
48	PL0167	178330	WKA Benda Lutz Werke Zifferermühle	KW Benda Lutz 1, Pruelhof, Ziffernmühle
49	PL0039	178270	WKA Benda-Lutz-Werke GesmbH. KG Traismauer	KW Benda Lutz 2
51	PL0168	178331	WKA Gutscher Richard KG St. Georgen bei Wagram	KW Hausmühle, Stubenmühle

Anmerkungen Tabelle: Grün...Kraftwerke St. Pölten (Verbandsgrenze); Weiß...Kraftwerke Herzogenburg bis Linus; Blau... Kraftwerke Linus bis Ende Kanal Linus (veränderte Wasserführung)

3 DURCHFLUSSMESSUNGEN AM LINKEN WERKSBACH

Es wurde im Zuge der Studie an 2 Messtagen eine große Anzahl an Messungen durchgeführt. Die Dotation des Werksbaches am Spratzener Wehr war über den Zeitraum der Messungen konstant. Gemeinsam mit den Experten von Blattfisch haben rund 10 Personen, sowohl Wassermenge, wie auch Wasserspiegellagen, Turbinenleistung und Leitapparatstellung aufgezeichnet.

Die Durchflussmessungen sollen Antworten auf folgende Fragen bringen:

- Wie verhält sich die Fallhöhe bei unterschiedlichen Wassermengen im Kanal?
- Wie ändert sich die aktuelle Leistung der Kraftwerke im Kanal?
- Was ist die ideale Dotation?

Die in der folgenden Tabelle angeführten Durchflüsse sind jene, welche an diesen Tagen gemessen wurden und der Studie für die Interpretation zur Verfügung stehen. Eine höhere Anzahl an Messungen würde ein exakteres Ergebnis bringen.

Es wurde keine Messung bei der Konsens-Wassermenge durchgeführt.

3.1 Wasserführung im linken Werksbach

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die stattgefundenen Abflussmessungen am linken Traisen-Werksbach.

Tabelle 3 Zusammenfassung der Abflussmessungen und -abschätzungen am linken Traisen-Werksbach

	Messung I		Messung II	
Datum der Messung	16.05.2013		19.06.2013	
Pegel an der Wehranlage Spratzern	Pegel 57 cm, QTraisen ~13,95 m ³ /s Einlauftafel rechts offen		Pegel 60 cm, QTraisen ~16,44 m ³ /s Einlauftafel links 35 cm offen	
Messstelle	Gemessener Abfluss [m ³ /s]	Geschätzter Abfluss [m ³ /s]	Gemessener Abfluss [m ³ /s]	Geschätzter Abfluss [m ³ /s]
Werksbach: Spratzerner Wehr	5,9		-	
Werksbach: Zweite Brücke			6,48	
Werksbach: WKA Hartsleben			6,425	
Ablass Viehofen		0		0
Werksbach: Traisenpark			6,186	
Gaissteigablass		- 0,020 bis - 0,030		- 0,030 bis - 0,040
Maixnerbach		0,010 bis 0,020		0,040 bis 0,050
Werksbach: LH Oberndorf	5,423		6,090	
Brunnader LH Ablass		- 0,140 bis - 0,150		- 0,160 bis - 0,170
Brunnader Linus Zulauf	1,501		1,331	
Ablass	- 2,941		-2,069	
Werksbach: Flussab WKA Linus	3,856		5,14	
Reichsdorfer Ablass		0		0
Wolfswinkler Wehr		- 0,050		- 0,030
Werksbach: WKA Gutscher Messung 1	3,7 (Unterschätzung durch schräge Anordnung)		-	
Werksbach: WKA Gutscher Messung 2	3,845		5,05	

Anmerkungen Tabelle: grau...Profilmessungen Werksbach; rosa...leichte Unsicherheiten bei der Messung

3.1.1 Anmerkungen Messung I am 16.05.2013

Zwei Werte sind bei den Messungen am linken Werksbach mit Unsicherheiten behaftet (rot markiert). Zum einen ist davon auszugehen, dass es bei der ersten Messung unterhalb des Kraftwerks Gutschermühle zu einer leichten Unterschätzung des Wertes gekommen ist, da die Messanordnung durch die Straßenbrücke etwas schräg war. Zum Zweiten muss nochmals auf die Unstimmigkeiten der Messung am Spratzerner Wehr im Vergleich zu den anderen Werten hingewiesen werden. Obwohl die Messung eigentlich eine recht gute Messanordnung aufweist, ist ein höherer Wert herausgekommen, als vermutet wurde. Die Geometrie wurde auch mit der terrestrischen Vermessung abgeglichen, dabei konnten jedoch keine großen Unterschiede festgestellt werden. Es wurden ausreichend Fließgeschwindigkeiten erhoben, um diese zu verifizieren. Die Vermutung liegt deshalb nahe, dass Wasser zwischen der Wehranlage und der nächsten Messung beim Lagerhaus in Oberndorf verloren geht bzw. verloren gegangen ist (Ablässe, Pumpen, Versickerung im Schotterkörper,...).

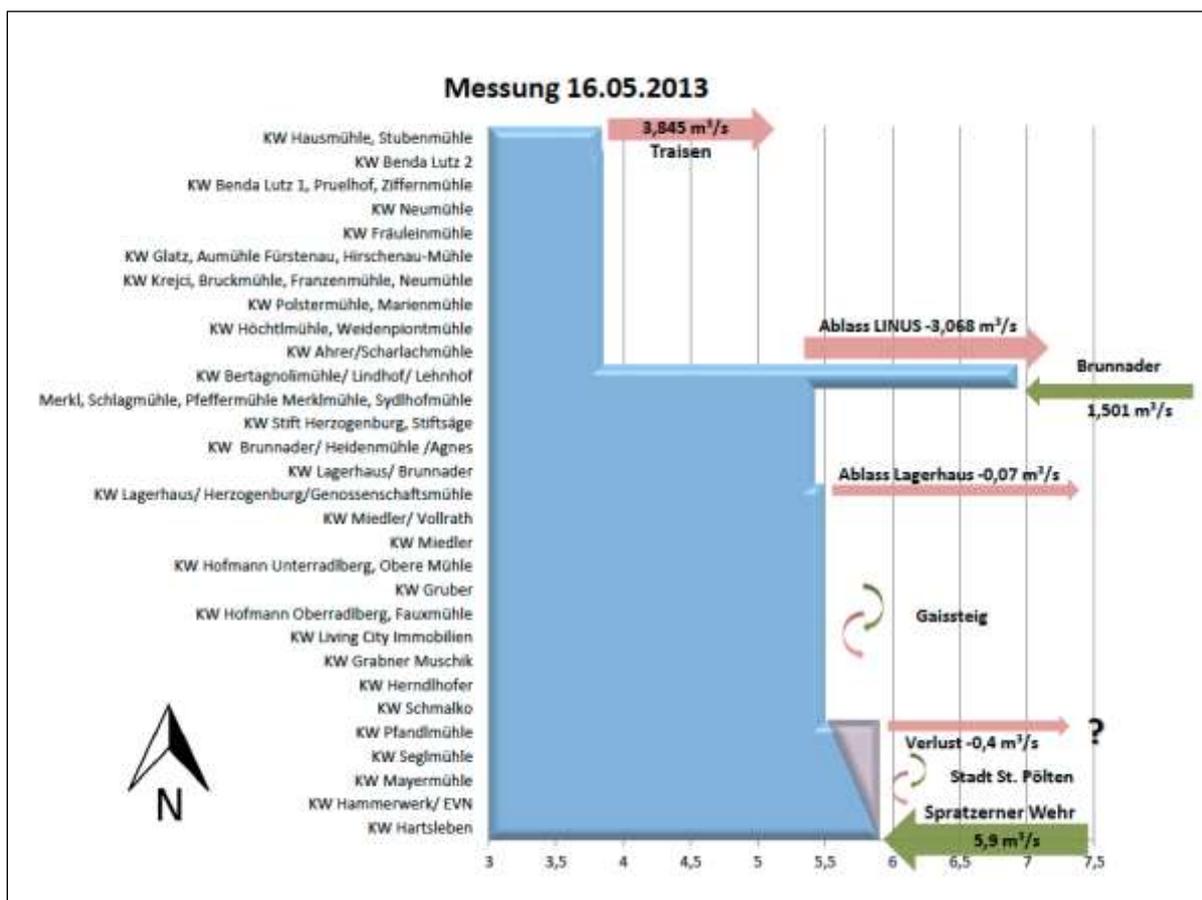


Abbildung 2 Abflussdiagramm Messung 1 | 16.05.2013

Die Abbildung mit dem Abflussdiagramm zeigt den jeweiligen Wert in m³/s, der dem einzelnen Kraftwerk am Tag der Messung zuzuordnen ist. Auffälligkeiten sind sicherlich die Wasserverluste

zwischen Spratzern und Herzogenburg. Hier besteht somit auch eine Unsicherheit über das jeweilige spezifische Q des einzelnen Kraftwerks.

Der Zulauf durch die Brunnader in Herzogenburg ist in der Grafik nur als Zu- und Ablauf dargestellt, da er lediglich für das Kraftwerk Linus Lindhof einen Einfluss auf den linken Werksbach hat.

Abbildung 3 zeigt den Pegel Windpassing. Es war jedenfalls genügend Wasser in der Traisen, um den Versuch mit dem bestehenden Ausleitungsbauwerk ordnungsgemäß durchzuführen.

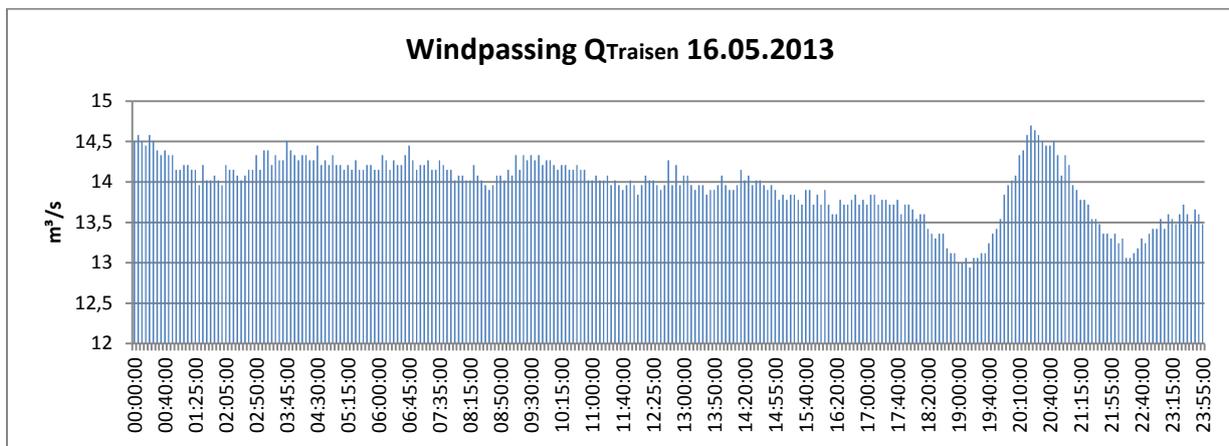


Abbildung 3 Abflusskennlinie 16.05.2013

3.1.2 Anmerkungen Messung II am 19.06.2013

Insgesamt lieferte die zweite Messreihe sehr plausible Ergebnisse. Lediglich eine Messung wurde aufgrund der Turbulenzen verworfen. Durch die zwei nachgeschalteten Messungen ist dies ohne Informationsverlust möglich. Die Messung an der Daniel-Gran Straße wurde erst am Abend durchgeführt. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass es während dieser Zeitspanne zu einer Änderung in der Dotation des Werksbaches gekommen ist. Dadurch konnte das Ergebnis nicht in die Gesamtzusammenschau aufgenommen werden.

Wieder konnten im Bereich St. Pölten Verluste festgestellt werden. Der Abschnitt mit den größten Wasserverlusten konnte dieses Mal von flussauf der WKA Hartsleben bis zur Messung im Traisenpark eingeschränkt werden. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass etwas Wasser durch die erhöhte Wasserführung auch über die nun stellenweise etwas gefluteten Uferbereiche am Gaissteig verloren gegangen ist.

Das Abflussdiagramm der 2. Messung (Abbildung 4) zeigt, dass die gleichen Wasserverluste wie am 1. Messtag auftreten. Diesmal konnten sie aber auf den Raum Stadt St. Pölten eingeschränkt werden. In diesem Bereich sind wieder gewisse Unsicherheiten der Wasserdotation der Kraftwerke gegeben.

Aus Sicht der Experten ergeben sich grundsätzlich Unsicherheiten über die Zu- und Abläufe von Wasser im Bereich der Wasserburger Au, insbesondere beim Gaissteig. Am Tag der 2. Messung konnte aber keine Differenz in diesem Bereich mehr festgestellt werden, was bedeutet, dass es in der Wasserburger Au auch zu Zuflüssen kommen kann.

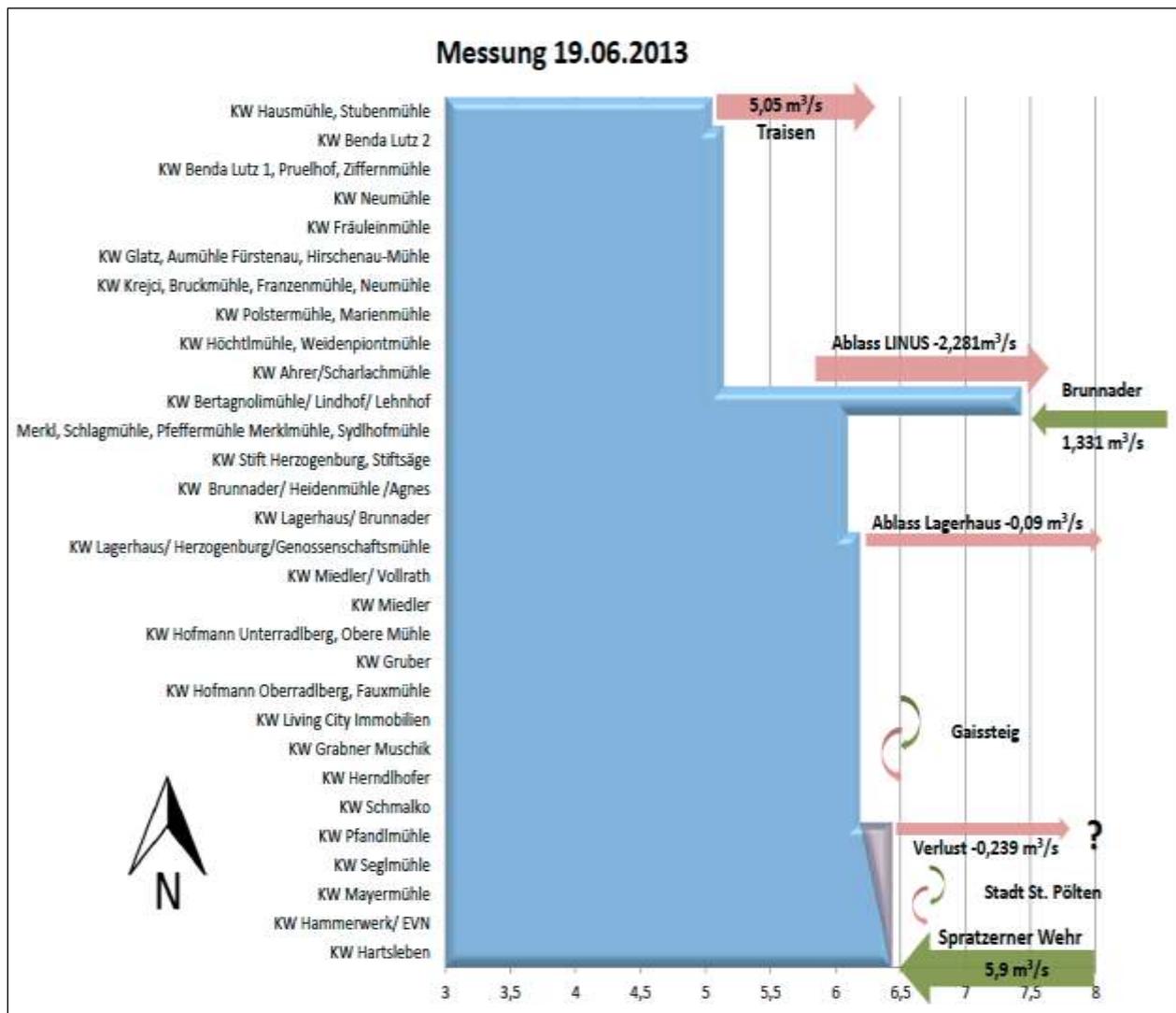


Abbildung 4 Abflussdiagramm Messung 2 | 19.06.2013

Die folgende Grafik zeigt den Pegel Windpassing. Es war jedenfalls genügend Wasser in der Traisen, um den Versuch auch mit erhöhter Wassermenge ordnungsgemäß durchzuführen.

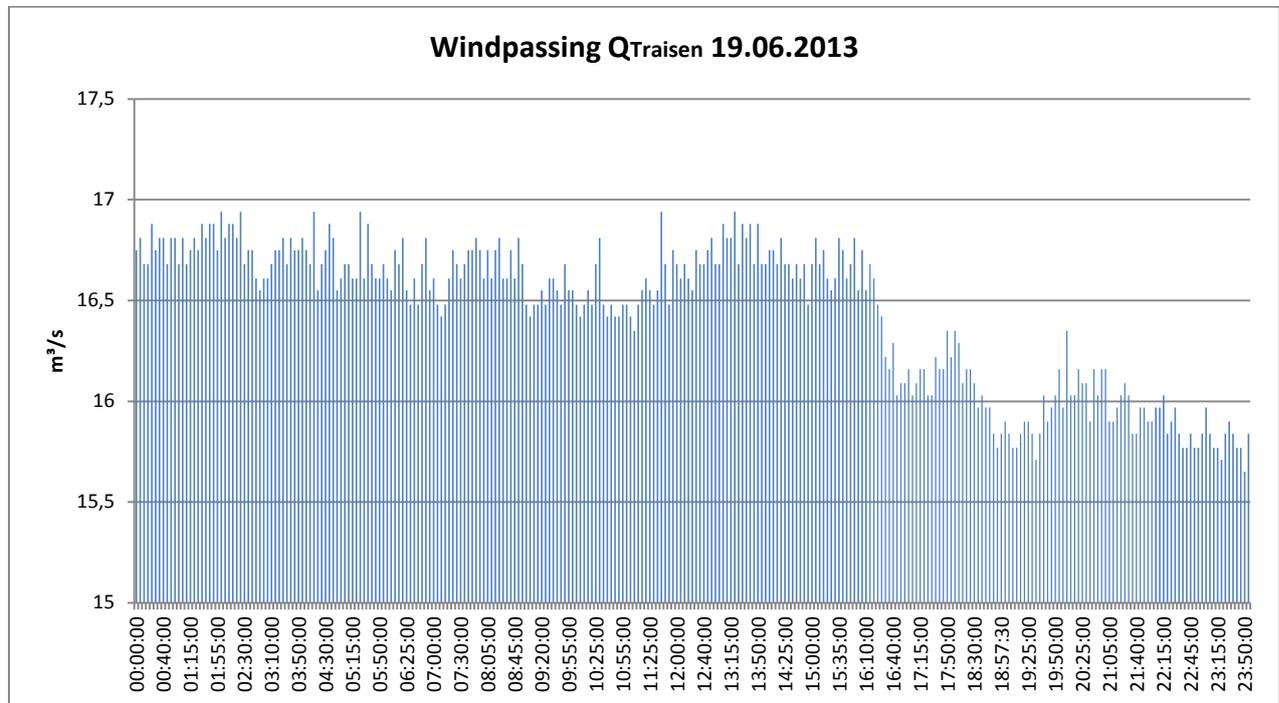


Abbildung 5 Abflusskennlinie 19.06.2013

3.2 Fallhöhen

Die Auswertung der Fallhöhen hat entscheidenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit der Kraftwerke. Das Halten des Staumaßes im Regelbetrieb bedingt die Leistungsfähigkeit der Turbine. Nur Turbinen mit großem Schluckvermögen können eine höhere Dotation auch selbstständig abarbeiten. Andernfalls geht dieses Überwasser verloren und muss über den Leerschuss und die Wehr abgearbeitet werden. Auf die Geometrie der meisten Kraftwerke wirkt sich dies negativ aus. Dadurch kommt es zu einem Anstieg des Unterwasserspiegels. Dies führt gleichzeitig zu einem Fallhöhenverlust am Kraftwerk. Seltener wird eine Staubeinflussung durch den Unterlieger festgestellt.

In den folgenden Überlegungen sind nur jene Kraftwerke berücksichtigt, welche in der oben angeführten Tabelle auch Ergebnisse geliefert haben. Durch Aufsummierungen aller Kraftwerke würden einzelne nicht repräsentative Werte das Ergebnis verfälschen.

Grundsätzlich sind die Summen der Veränderung der Fallhöhen durch die veränderte Dotation sehr gering. Insgesamt ergibt sich zwischen der Theorie aus dem Wasserbuch und der Praxis (1.Messung) ein Gesamtunterschied in Höhe von - 55 cm. Dies ist die Summe aller Kraftwerke am linken Werksbach (ausgenommen der Kraftwerke, für die kein Ergebnis vorliegt).

Von der 1. Messung zur 2. Messung ergibt sich dann schon ein Unterschied der Gesamtfallhöhe von - 2,92 m. Dieser Wert kann um zumindest 0,5 m verbessert werden, da bei einem Kraftwerk zum Zeitpunkt der Messung das Staumaß nicht gehalten wurde (offene Grundschutz).

Bei einer Betrachtung der einzelnen Abschnitte zeigt sich, dass im Abschnitt Stadt St. Pölten zwischen den Fallhöhen aus dem Wasserbuch, welche sich grundsätzlich auf 5 m^3 beziehen und den Messungen bei $5,9 \text{ m}^3$ bzw. bei $6,5 \text{ m}^3$ ein deutlicher Fallhöhenverlust ergibt. In den anderen Abschnitten ist dieses Bild nicht so deutlich. Großteils gibt es in den Abschnitten unterhalb von St. Pölten massive Zugewinne an Fallhöhen bei den Messungen. Es muss allerdings berücksichtigt werden, dass in den unteren Abschnitten des Werksbaches, nach St. Pölten, bei beiden Messungen keine $6,5 \text{ m}^3$ gemessen wurden. Dies geht aus den Abbildungen 2 und 4 sehr anschaulich hervor.

Jedenfalls ist eine eindeutige Aussage wie folgt zu treffen: Die Summe an Fallhöhen nimmt zwischen $5,9 \text{ m}^3/\text{s}$ und $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ab. Dies könnte als Trend gewertet werden. Da es auf der gesamten Strecke insgesamt Zugewinne gibt, welche am deutlichsten bei Messungen um $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ wahrgenommen werden, kann dies derzeit als die optimale Wassermenge am gesamten Werksbach angenommen werden.

Tabelle 4 Fallhöhen im Vergleich: Wasserbuch, Erstaufnahme, 1. Messung am 16.05., 2. Messung am 19.06.

	Nr.	P-Zahl	Name	Fallhöhen [cm]					
				Fallhöhe lt. Wasserbuch	1. Messung am 16.05.	2. Messung am 19.06.	Δ WB-1. Messung	Δ WB-2. Messung	Veränderung in %
Linker Mühlbach - St. Pölten	5	P0029	WKA Hartsleben	575,5	565	549	-2%	-5%	-3%
	9	P0021	WKA EVN Hammerwerk	195	189,5	189,5	-3%	-3%	0%
	13	P1071	WKA Mayermühle	280	**	**	**	**	
	14	P0026	WKA Seglmühle	108	100,5	100,5	-7%	-7%	0%
	15	P0016	WKA StGde St. Pölten KG	200	175,5	169,5	-12%	-15%	-3%
	16	P0002	WKA Schmalko	251	231,5	232	-8%	-8%	0%
	17	P0032	WKA Herndlhofer	125	116	118	-7%	-6%	2%
	18	P0003	WKA Grabner Muschik	200	186	182	-7%	-9%	-2%
	19	P1069	WKA Living City Immobilien	267	**	**	**	**	
			<i>Differenz</i>	-90,5	-114				
Linker Mühlbach - Herzogenburg	22	P0035	WKA Pöll Oberradlberg	324,5	294	284,5	-9%	-12%	-3%
	24	P0011	WKA Gruber	323,5	311	301,5	-4%	-7%	-3%
	26	P0005	WKA Pöll Unterradlberg	399,5	402	402	1%	1%	0%
	27	P0020	WKA Miedler Unterradlberg	339	347,5	345,5	3%	2%	-1%
	28	PL0088	WKA Miedler, Vollrath	340	432	428	27%	26%	-1%
	31	PL0163	WKA Lagerhaus Brunnader	254	**	**	**	**	
	32	PL0348	WKA Lagerhaus 348	254	248,5	243,5	-2%	-4%	-2%
	33	PL0028	WKA Agneswerk	150	167,5	155	12%	3%	-8%
	35	PL0036	WKA Stift Herzogenburg	147,8	134	128	-9%	-13%	-4%
	36	PL0101	WKA Merkl	213	217,5	217	2%	2%	0%
	37	PL0137	WKA Linus Lindhof	370	321,5	310,5	-13%	-16%	-3%
			<i>Differenz</i>	14,2	-45,8				
Linker Mühlbach - Herzogenburg	38	PL0037	WKA Ahrer	146	145	126,5	-1%	-13%	-13%
	39	PL0038	WKA Lang	202	236,5	186	17%	-8%	-25%
	40	PL1430	WKA Walpersdorf	350	322	311	-8%	-11%	-3%
	41	PL0116	WKA Krejci	225	220,5	218	-2%	-3%	-1%
	42	PL0165	WKA Erneuerbare Energien	259,2	****	****	****	****	
	44	PL0166	WKA Miedler, Fräuleinmühle	194	191,5	176,5	-1%	-9%	-8%
	46	PL0124	WKA Klausner, Neumühle	105	130,5	122	24%	16%	-8%
	48	PL0167	WKA Benda Lutz I	240	238,5	222	-1%	-8%	-7%
	49	PL0039	WKA Benda Lutz II	180	177,5	165,5	-1%	-8%	-7%
	51	PL0168	WKA Gutschermühle	269	270	251	0%	-7%	-7%
			<i>Differenz</i>	21	-132,5				

Anm. zur Tab: * keine Fallhöhe angegeben; ** nicht in Betrieb/ kein Termin; *** bauliche Situation Geb.; **** ...außer Betrieb

Es ist zu erwarten, dass bei weiteren Messungen festgestellt wird, ob die optimale Wassermenge eher in Richtung $5,6 \text{ m}^3$ und höher oder leicht unterhalb von $5,5 \text{ m}^3$ liegt.

3.3 Leistung der Kraftwerke

Die in der folgenden Tabelle angeführten Durchflüsse sind jene, welche der Studie zur Verfügung stehen. Eine höhere Anzahl an Messungen bringt ein exakteres Ergebnis.

Es wurde keine Messung bei der Konsens-Wassermenge durchgeführt.

In der folgenden Tabelle ist der Wert abgebildet, der am Messtag in Spratzern gemessen wurde. Weiters finden sich in den nächsten Spalten, die dem Messtag zugewiesene Wassermenge Q im jeweiligen Abschnitt.

Tabelle 5 Wassermenge Abschnitt

Wasser im Abschnitt	Q	ΔQ	Q in [m^3/s]		
	[m^3/s]	[%]	Abs. 1	Abs. 2	Abs. 3
Wasserbuch	5	100%			
Messung 1	5,9	115%	5,5 – 5,9	5,42 – 5,5	3,856
Messung 2	6,48	130%	6,189-6,425	6,09-6,186	5,05-5,14

Besonders erwähnenswert ist hier, dass im 2. Abschnitt 2 Kraftwerke Wasser aus der Brunnader in Herzogenburg erhalten. Dieses kommt von der Lagerhaus-Wehr in Oberndorf. Während das Lagerhaus-Kraftwerk Brunnader keinen Anschluss an den linken Werksbach hat, erhält das Kraftwerk Linus Lindhof sowohl vom linken Werksbach wie auch durch die Brunnader Wasser.

Tabelle 6 Leistung in Abhängigkeit der Dotation im Verbandsabschnitt St. Pölten

Kraftwerk	WB	Δ W-M1		M1	Δ M1-M2		M2	Standortpotential	Δ M1-Pot	
	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	dP [kW]	[%]	P [kW]	P [kW]	dP [kW]	[%]
WKA Hartsleben	215	11	5%	226	1	0%	227	282	-56	-20%
WKA EVN Hammerwerk	93	-21	-23%	72	10	14%	82	96	-24	-25%
WKA Mayermühle	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
WKA Seglmühle	52,96	-22,96	-43%	30	-3	-10%	27	53	-23	-43%
WKA StGde St. Pölten KG	80	-37	-46%	43	-2	-5%	41	98	-55	-56%
WKA Schmalko	109	-51	-47%	58	-4	-7%	54	123	-65	-53%
WKA Herndlhofer	50	-24	-48%	26	7	27%	33	61	-35	-58%
WKA Grabner Muschik	81	-27	-33%	54	1	2%	55	98	-44	-45%
WKA Living City Immobilien	119	-119	-100%	**	**	**	**	**	**	**
<i>SUMME St. Pölten</i>	<i>800</i>	<i>-291</i>	<i>-36%</i>	<i>509</i>	<i>10</i>	<i>2%</i>	<i>519</i>			
<i>SUMME bereinigt</i>	<i>681</i>	<i>-172</i>	<i>-25%</i>	<i>509</i>	<i>10</i>	<i>2%</i>	<i>519</i>			

Anmerkung zur Tabelle:

delta W – M1 ... Differenz zwischen dem eingetragenen Wasserbuch Wert und dem Leistungswert bei Messung 1

delta M1 – M2 ... Differenz zwischen Messung 1 und Messung 2

delta W – M2 ... Differenz zwischen dem eingetragenen Wasserbuch Wert und dem Leistungswert bei Messung 2

delta M1 – Pot ... Differenz zwischen Messung 1 und dem theoretischen Standortpotential

Standortpotential ... $P=Q \times h \times g$ [kW]

SUMME Bereinigt ... Bei unvollständigen Messreihen wurde dieses in der Gesamtbilanz nicht betrachtet.

** ... nicht in Betrieb/ keine Termin

Insgesamt sind im Abschnitt der Stadt St. Pölten 9 Kraftwerke am linken Werksbach. Davon waren zum Zeitpunkt der Untersuchung 2 Kraftwerke, Mayermühle bzw. Living City, außer Betrieb. Es blieben somit 7 Kraftwerke, welche untersucht wurden.

Bei der Messung 1 wurde bei dem betrachteten Abschnitt eine um 25% (WKA Living City Immobilien) wurde herausgerechnet, sonst 36%) geringere Summe der Engpassleistung als im Wasserbuch angegeben, gemessen. Im Vergleich der Messung 1 zu Messung 2 konnte bei den Kraftwerken EVN Hammerwerk und WKA Herndlhofer eine deutliche Leistungssteigerung gemessen werden. Die Summenleistung im Dotationsfall blieb über alle Kraftwerke in etwa gleich (+2%).

Von den 7 im Abschnitt St. Pölten betrachteten Kraftwerken zeigen 6 Kraftwerke eine deutlich niedrigere Leistung als im Wasserbuch angegeben. Nur ein Kraftwerk erreicht einen höheren Wert. Allerdings zeigt sich auch, dass die 6 Kraftwerke mit der Stromproduktion unter der mittleren Vollaststundenanzahl von 5.400 h/a lediglich eine Effektivität zwischen 71% und 97% Ihres Potentials ausschöpfen. Lediglich ein Kraftwerk, WKA Hartsleben, erzielt einen Wert, der höher als 100% liegt.² Als sicher kann gesagt werden: Eine Steigerung der Dotation in der hier untersuchten Wassermenge von bis zu 6,5 m³ hat auf die Leistung bei den gegebenen Maschinen nur wenig Einfluss.

In diesem Abschnitt befinden sich insgesamt 6 Francis-Turbinen im Einsatz, welche grundsätzlich im Bereich ihrer Auslegung am effektivsten sind und kaum flexibel auf unterschiedliche Wassermengen reagieren können.

Im Standortpotential sind die Kraftwerke WKA StGde St. Pölten KG, WKA Schmalko und WKA Herndlhofer mit über 50% Reduktion deutlich benachteiligt, eine weitere Detailanalyse wird empfohlen.

² Betrachtung des RAV mit der angegebenen Engpassleistung bei 5.400 Vollaststunden

Tabelle 7 Leistung in Abhängigkeit der Dotation im Verbandsabschnitt Herzogenburg

Kraftwerk	WB	$\Delta W-M1$		M1	$\Delta M1-M2$		M2	Standortpotential	$\Delta M1-Pot$	
	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	dP [kW]	[%]	P [kW]		P [kW]	ΔP [kW]
WKA Pöll Oberradlberg	127	-20	-16%	107	-15	-14%	92	159	-52	-33%
WKA Gruber	133	-98,3	-74%	34,7	-13,1	-38%	21,6	159	-124	-78%
WKA Pöll Unterradlberg	156	-38	-24%	118	-39	-33%	79	196	-78	-40%
WKA Miedler Unterradlberg	147	-24	-16%	123	1	1%	124	166	-43	-26%
WKA Miedler,	180	-29	-16%	151	-3	-2%	148	167	-16	-9%
WKA Lagerhaus Brunnader	100	-65	-65%	35	3	9%	38	125	-90	-72%
WKA Lagerhaus 348	85	-8	-9%	77	3	4%	80	125	-48	-38%
WKA Agneswerk	53	-2	-4%	51	-6	-12%	45	74	-23	-31%
WKA Stift Herzogenburg	72,8	-28,8	-40%	44	2	5%	46	72	-28	-39%
WKA Merkl	97,06	-22,06	-23%	75	9	12%	84	104	-29	-28%
WKA Linus Lindhof	200	-43	-22%	157	-14	-9%	143	181	-24	-13%
<i>SUMME Herzogenburg bis LINUS</i>	<i>1.351</i>	<i>-378</i>	<i>-28%</i>	<i>973</i>	<i>-72,1</i>	<i>-7%</i>	<i>901</i>			
	<i>1.351</i>	<i>-378</i>	<i>-28%</i>	<i>973</i>	<i>-72,1</i>	<i>-7%</i>	<i>901</i>			

Bei der Messung 1 wurde bei dem betrachteten Abschnitt eine um 28% geringere Summenleistung, als im Wasserbuch angegeben, gemessen. Im Vergleich der Messung 1 zu Messung 2 konnte bei WKA Merkl eine Leistungssteigerung gemessen werden. Die Summenleistung im Dotationsfall über alle Kraftwerke reduzierte sich um 7%.

Auffällig sind die Ergebnisse von 2 Kraftwerken (Gruber und Lagerhaus), wobei dies im Detail zu klären wäre. In beiden Fällen ist darauf zu schließen, dass die Kraftwerke zum Zeitpunkt der Messung nicht voll einsatzfähig waren.

Für die anderen Kraftwerke ist zu sagen, dass bei der ersten Messung, bei der rund 5,5 m³/s im Bach waren, sämtliche Kraftwerke unter Ihrem Niveau des Wasserbuchs blieben. Bei der 2. Messung bei 6 m³/s zeigt sich eine leichte Verbesserung. Grundsätzlich gilt aber, dass die Erhöhung der Leistung vernachlässigbar ist.

Während es also in diesem Werksbach-Abschnitt zu Gewinnen bei der Fallhöhe kam, konnte die Strom-Produktion die Engpassleistung des Wasserbuches nicht erreichen.

Auch in diesem Abschnitt sind die Francis-Turbinen in der Mehrzahl.

Tab. 8 Leistung in Abhängigkeit der Dotation im Verbandsabschnitt Hzb, Bereich unterhalb der Linus PL0137 Mühle

Abschnitt	Kraftwerk	WB	Δ W-M1		M1	Δ M1-M2		M2	Stand ort poten tial	Δ M1-Pot	
		P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	dP [kW]	[%]	P [kW]	P [kW]	ΔP [kW]	[%]
Linker Mühlbach - Herzogenburg	WKA Ahrer	52	-22	-42%	30	-5	-17%	25	52	-22	-42%
	WKA Lang	68,57	-13,57	-20%	55	3	5%	58	54	1	2%
	WKA Walpersdorf	154	-79	-51%	75	20	27%	95	159	-84	-53%
	WKA Krejci	68	-19	-28%	49	-3	-6%	46	71	-22	-31%
	WKA Erneuerbare Energie	105,88	-105,88	-100%	0	0	0%	0	98	0	0%
	WKA Miedler, Fräuleinmühle	60	-12	-20%	48	12	25%	60	61	-13	-21%
	WKA Klauser, Neumühle	35	-2,5	-7%	32,5	-6	-18%	26,5	37	-5	-12%
	WKA Benda Lutz I	80	-26	-33%	54	14,6	27%	68,6	104	-50	-48%
	WKA Benda Lutz II	48	-3	-6%	45	2	4%	47	78	-33	-42%
	WKA Gutschermühle	100	-50	-50%	50	25	50%	75	106	-56	-53%
	<i>SUMME Herzogenburg LINUS bis Gutschermühle</i>	771	-333	-43%	439	62,6	14%	501			
	<i>Summe bereinigt</i>	666	-227	-34%	439	62,6	14%	501			

Im dritten Abschnitt des Werksbaches, unterhalb der Trennung in Werksbach und Weberablass, wird grundsätzlich mit geringerer Wasserführung gerechnet.

Bei der Messung 1 mit $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde bei dem betrachteten Abschnitt eine um 32% (WKA Erneuerbare Energie) wurde herausgerechnet, sonst 42%) geringere Summenleistung als im Wasserbuch angegeben, gemessen. Im Vergleich der Messung 1 zu Messung 2 mit $5,1 \text{ m}^3/\text{s}$ konnte bei den Kraftwerken Gutschermühle, WKA Walpersdorf, WKA Miedler Fräuleinmühle und WKA Benda Lutz I, eine Leistungssteigerung gemessen werden. Die Summenleistung im Dotationsfall über alle Kraftwerke steigerte sich um 14%. Die Kraftwerke Ahrer und Krejci können auf die Dotation von $5 \text{ m}^3/\text{s}$ vorbereitet werden.

Hier kann eindeutig bewiesen werden, dass eine Steigerung der Dotation auf die Leistung bei den gegebenen Maschinen einen positiven Einfluss hat!

Auch hier sind mehr Francis-Turbinen im Einsatz.

3.4 Dotation und Schluckvermögen

Die folgenden Tabellen liefern eine Zusammenfassung der Kraftwerke bei der jeweiligen Dotation. Als spannend kann betrachtet werden, wie der jeweilige Zustand des Kraftwerkes mit dem Schluckvermögen der Turbine auf die jeweilige Wassermenge reagiert hat.

Tabelle 9 Dotation und Schluckvermögen | Messung 1

Messung 1 16.05.2013							
Linker Werksbach							
P-Zahl	KW Bezeichnung	Engpassleistung [kW]	Gem. Leistung [kW]	Öffnung Leitapparat [%]	Fallhöhe Differenz [cm]	Messung 16.05.2013 [m ³ /s]	Schluckvermögen [m ³ /s]
P0029	KW Hartsleben	215	226	91	-10,50	5,9	5,65
P0021	KW EVN Hammerwerk	93	72	86,5	-2,00	5,9	6,30
P1071	KW Mayermühle	111	in Bau			5,9	5,00
P0026	KW Seglmühle	52,96	30	100	-8,00	5,9	6,00
P0016	KW StGde St. Pölten KG	80	43	69,6	-25,00	5,9	5,70
P0002	KW Schmalke	109	58	87	-20,00	5,5	4,00
P0032	KW Herndlhofer	50	26	100	-10,00	5,5	5,37
P0003	KW Grabner Muschik	81	54	100	-14,00	5,5	5,50
P1069	KW Living City Immobilien	119	in Bau			5,5	6,50
P0035	KW Pöll Oberradlberg	127	107	93	-30,50	5,5	4,80
P0011	KW Gruber	133	34,7	100	-15,00	5,5	6,00
P0005	KW Pöll Unterradlberg	156	118	100	0,00	5,5	6,00
P0020	KW Miedler Unterradlberg	147	123	100	-2,00	5,5	5,00
PL0088	KW Miedler, Vollrath	180	151	100	-4,00	5,5	6,00
PL0163	KW Lagerhaus Brunnader	100	35	80		1,501	4,80
PL0348	KW Lagerhaus 348	85	77	100	-5,00	5,432	4,80
PL0028	KW Agneswerk	53	51	100	18,50	5,432	5,00
PL0036	KW Stift Herzogenburg	72,8	44	80	-14,80	5,432	6,00
PL0101	KW Merkl	97,06	75	90	4,50	5,432	5,80
PL0137	KW Linus Lindhof	218	157	80	-48,00	6,924	7,60
PL0037	KW Ahrer	52	30	100	-1,50	3,856	2,70
PL0038	KW Lang	68,57	55	100	235,00	3,856	3,40
PL1430	KW Walpersdorf	154	75	80	-29,00	3,856	5,80
PL0116	KW Krejci	68	49	97	5,50	3,856	4,00
PL0165	KW Erneuerbare Energie	105,88	in Bau			3,856	4,80
PL0166	KW Miedler, Fräuleinmühle	60	48	44	-2,50	3,856	4,00
PL0124	KW Klauser, Neumühle	35	32,5	75	26,00	3,856	4,50
PL0167	KW Benda Lutz I	80	54	51,1	0,00	3,856	5,50
PL0039	KW Benda Lutz II	48	45	70	-3,00	3,856	5,50
PL0168	KW Gutschermühle	80	50	78	k.A.	3,845	5,00

Kraftwerke, deren transparenter Balken länger ist, als die Wassermenge, verfügen über ein höheres Schluckvermögen. Die Grafik ist überzeichnet, da sie erst bei einem Wert von 2,5 m³/s beginnt.

Dotation und Schluckvermögen [m³/s]

1. Messung am 16.05.2013 | Linker Werksbach

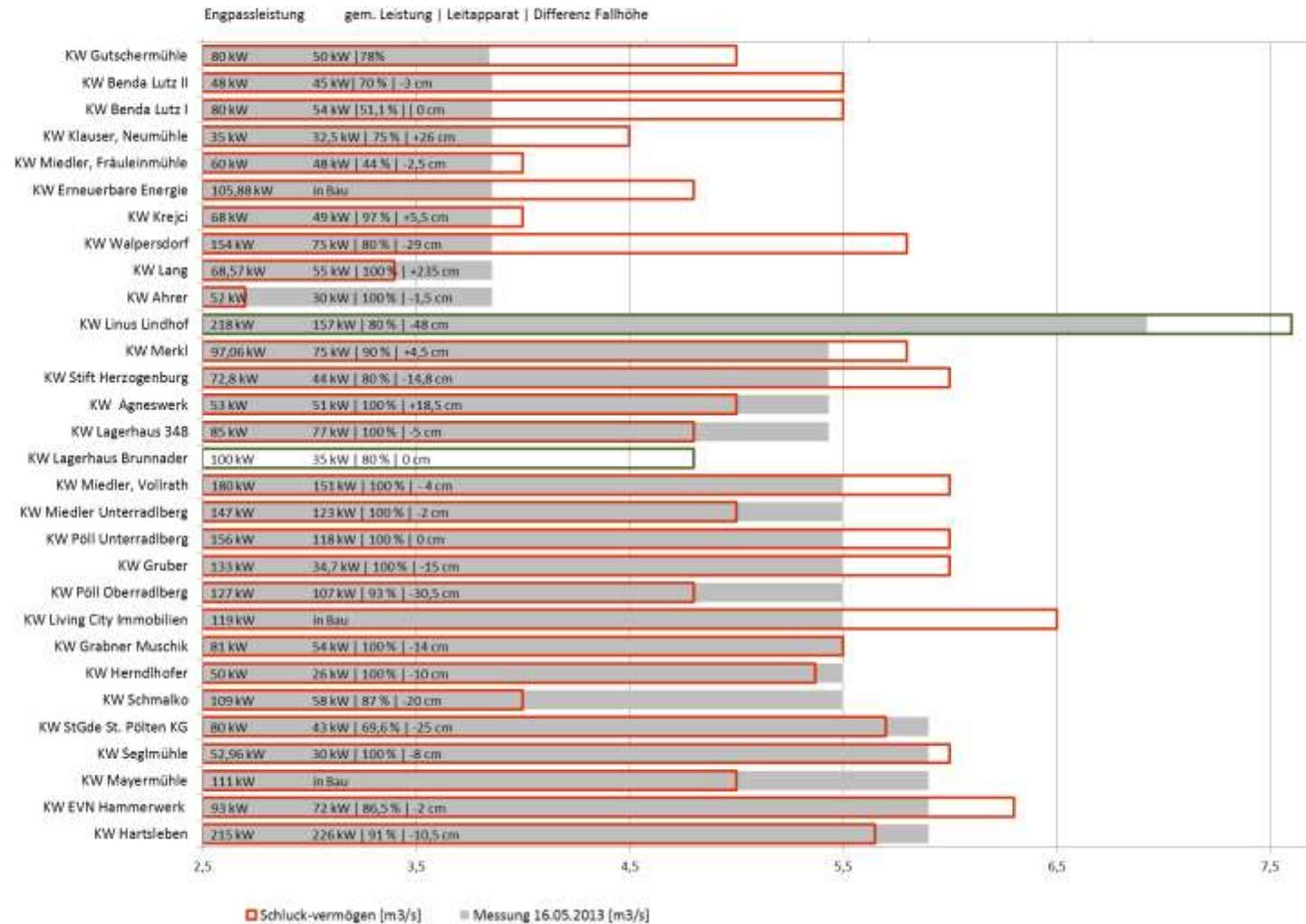


Abbildung 6 Dotation und Schluckvermögen | Messung 1

Tabelle 10 Dotation und Schluckvermögen | Messung 2

Messung 2 19.06.2013							
Linker Werksbach							
P-Zahl	KW Bezeichnung	Engpassleistung [kW]	Gem. Leistung [kW]	Öffnung Leitapparat [%]	Fallhöhe Differenz [cm]	Messung 19.06.2013 [m ³ /s]	Schluckvermögen [m ³ /s]
P0029	KW Hartsleben	215	227	99,9	-26,50	6,425	5,65
P0021	KW EVN Hammerwerk	93	82	99,8	-2,00	6,425	6,30
P1071	KW Mayermühle	111	in Bau			6,425	5,00
P0026	KW Seglmühle	52,96	27		-9,00	6,425	6,00
P0016	KW StGde St. Pölten KG	80	41	79,7	-31,00	6,425	5,70
P0002	KW Schmalko	109	54	86	-19,00	6,186	4,00
P0032	KW Herndlhofer	50	33	100	-8,00	6,186	5,37
P0003	KW Grabner Muschik	81	55	100	-18,00	6,186	5,50
P1069	KW Living City Immobilien	119	in Bau			6,186	6,50
P0035	KW Pöll Oberradlberg	127	92	100	-40,00	6,186	4,80
P0011	KW Gruber	133	21,6	100	-22,00	6,186	6,00
P0005	KW Pöll Unterradlberg	156	79	100	3,00	6,186	6,00
P0020	KW Miedler Unterradlberg	147	124	100	6,00	6,186	5,00
PL0088	KW Miedler, Vollrath	180	148	100	88,00	6,186	6,00
PL0163	KW Lagerhaus Brunnader	100		100	0,00	1,501	4,80
PL0348	KW Lagerhaus 348	85	80	100	-10,00	6,09	4,80
PL0028	KW Agneswerk	53	45	100	6,00	6,09	5,00
PL0036	KW Stift Herzogenburg	72,8	46	97	-20,80	6,09	6,00
PL0101	KW Merkl	97,06	84	94	4,00	6,09	5,80
PL0137	KW Linus Lindhof	218	143	100	-59,00	7,421	7,60
PL0037	KW Ahrer	52	25	100	-20,00	5,14	2,70
PL0038	KW Lang	68,57	58	100	-15,50	5,14	3,40
PL1430	KW Walpersdorf	154	95	92	-40,00	5,14	5,80
PL0116	KW Krejci	68	46	100	-23,00	5,14	4,00
PL0165	KW Erneuerbare Energie	105,88	in Bau			5,14	4,80
PL0166	KW Miedler,	60	60	70	-17,50	5,14	4,00
PL0124	KW Klauser, Neumühle	35	26,5	100	17,50	5,14	4,50
PL0167	KW Benda Lutz I	80	68,6	71,5	-6,00	5,14	5,50
PL0039	KW Benda Lutz II	48	47	84	-15,00	5,14	5,50
PL0168	KW Gutschermühle	80	75	90	k.A.	5,05	5,00

Dotation und Schluckvermögen [m³/s] 2. Messung am 19.06.2013 | Linker Werksbach

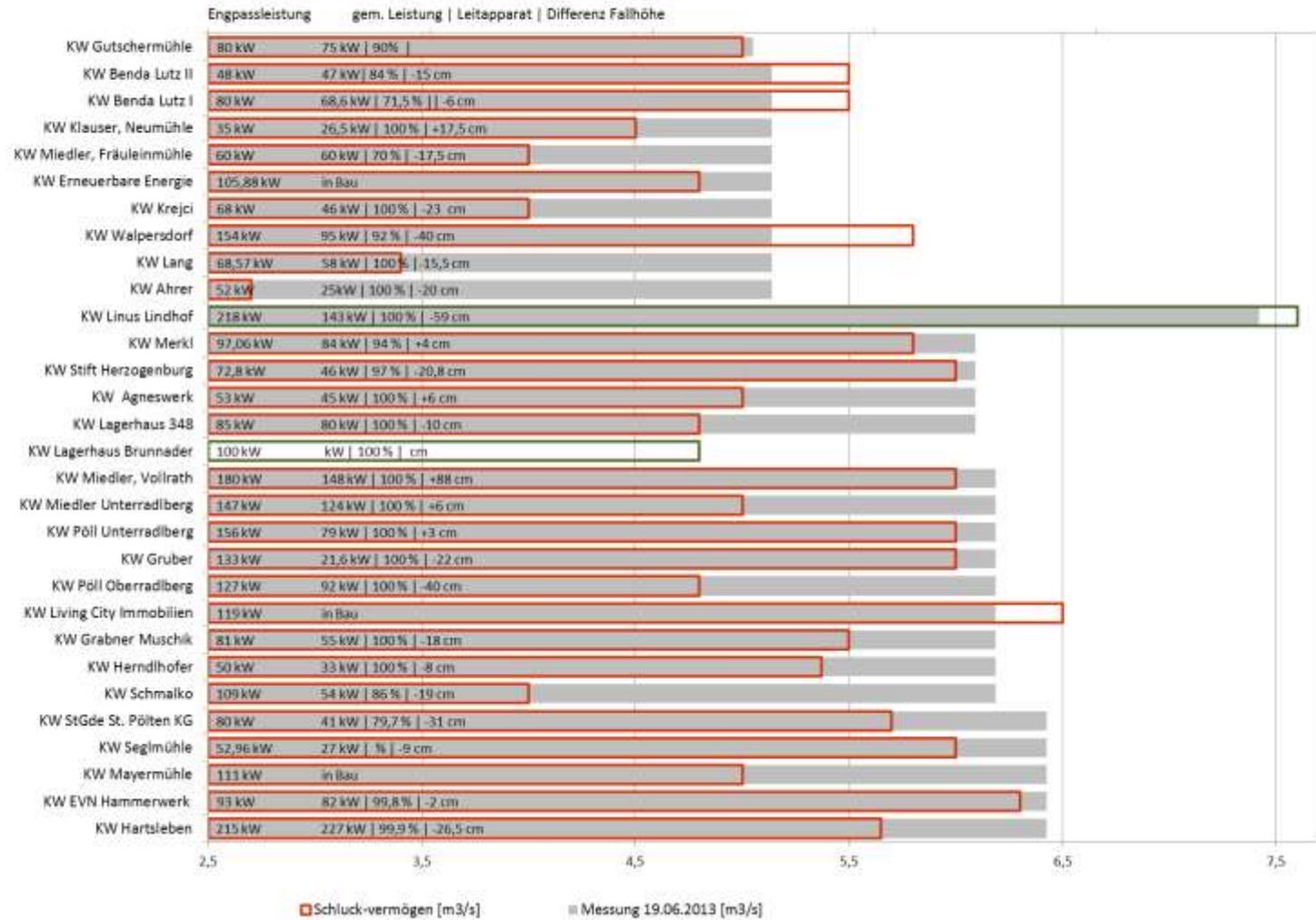


Abbildung 7 Dotation und Schluckvermögen | Messung 2

4 AUSWERTUNG DER MESSUNG

4.1 Energieertrag theoretisch im Regeljahr

Der theoretische Energieertrag bezieht sich auf den Zusammenhang aus maximaler Engpassleistung mal einer für den Werkskanal typischen Volllaststundenanzahl.

Tabelle 11 Summendarstellung der Auswertungen aus dem Dotationsversuch vs. Regelbetrieb

Linker Werksbach	WB	Δ W-M1		M 1	ΔM1-M2		M 2	Standortpotential	Δ M1-Pot	
	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]		P [kW]	ΔP [kW]
SUMME	2.922	-948	-32%	1.974	- 54	-3%	1.921	3189	-1.215	-38%
SUMME bereinigt	2.697	-723	-27%	1.974	- 54	-3%	1.921			

Aufgrund der Interviews kann über den Status folgendes berichtet werden:

- Derzeitiges gesamte RAV am linken Werksbach: 15.500 MWh/a
- Derzeitige gesamte Engpassleistung am Werksbach laut WB: 2,92 MW

Der Energieertrag bei bestehender Technik wäre maximal, wie folgt:

- Potentielle Engpassleistung am Werksbach³: 3,15 MW
- Theoretischer Energieertrag bei 6.000 Volllaststunden 18.900 MWh/a
- durchschnittliches Schluckvermögen am Werksbach 5,41 m³/s
- Gesamte Fallhöhe am Werksbach 74,23 m

Das theoretische Potential ist einfach gerechnet und bezieht sich auf die vorhandene Technologie mit einem sehr guten Gesamtwirkungsgrad von 80% und einer optimalen Auslastung. Es zeigt, dass eine Steigerung von 22% realistisch ist.

$$\text{Steigerung RAV bei bestehender Technologie in \%} = 18.900/15.500 = 122 \%$$

Die Annahme einer Steigerung der gesamten Volllaststunden am linken Werksbach ist zwar im Falle von Sanierungen und Modernisierungen legitim, wird aber aufgrund der sich stetig verändernden Dotation grundsätzlich unrealistisch.

³ Gesamtwirkungsgrad von 80%

Bei einer Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades auf den Stand von Neuanlagen (88%), würde sich das Ergebnis wie folgt erhöhen:

- | | |
|---|--------------|
| ▪ Theoretischer Energieertrag bei 6.000 Volllaststunden | 20.800 MWh/a |
| ▪ Leistungssteigerung im Vergleich zum Status | 34 % |

Alle bisherigen Überlegungen gehen von einer statischen Dotation in der Höhe von 5,41 m³/s aus, weil dies dem durchschnittlichen Schluckvermögen aller Kraftwerke am linken Werksbach entspricht.

4.2 Gesamtwirkungsgrad der Kraftwerke

Aus den Aufzeichnungen ist ersichtlich, dass sich der Gesamtwirkungsgrad des Kraftwerks durch die Wassermenge verändern muss. So kann festgestellt werden, dass die einzelnen Werte, abhängig von Fallhöhen, Zustand der Kraftwerke und der Wasserführung schwanken. In den bisherigen Kapiteln wurden diese Zahlen einzeln betrachtet und aufsummiert.

Der Vergleich der Gesamtwirkungsgrade basiert auf der Formel für die Berechnung der Engpassleistung von Wasserkraftwerken:

$$P_x = Q * H_n * \eta_{ges} * 9,81$$

Q ... Wasserdotation

H_n ... Fallhöhe

η ... Gesamtwirkungsgrad

9,81 ... roh bzw. Erdbeschleunigung

Umrechnung der Formel auf den Gesamtwirkungsgrad:

$$\eta_{ges} = \frac{P_x}{Q * H_n * 9,81}$$

Tabelle 12 Gesamtwirkungsgrade

	η bei Q1 [%]	η bei Q2 [%]	P bei Q1 [kW]	P bei Q2 [kW]
WKA Hartsleben	69,11%	65,60%	226	227
WKA EVN Hammerwerk	64,45%	67,41%	72	82
WKA Seglmühle	51,83%	43,27%	30	27
WKA StGde St. Pölten KG	42,45%	38,49%	43	41
WKA Schmalko	46,54%	38,36%	58	54
WKA Herndlhofer	41,90%	46,48%	26	33
WKA Grabner Muschik	53,81%	49,80%	54	55
WKA Pöll Oberradlberg	67,45%	53,29%	107	92
WKA Gruber	20,85%	11,81%	34,7	21,6
WKA Pöll Unterradlberg	54,34%	32,34%	118	79
WKA Miedler Unterradlberg	65,70%	59,23%	123	124
WKA Miedler, Vollrath	64,78%	56,98%	151	148
WKA Lagerhaus 348	21,02%	19,81%	35	38
WKA Agneswerk	56,89%	48,28%	51	45
WKA Stift Herzogenburg 36 PL	62,19%	60,63%	44	46
WKA Merkl	64,82%	64,79%	75	84
WKA Linus Lindhof	71,78%	63,16%	157	143
WKA Ahrer	54,88%	39,35%	30	25
WKA Lang	61,35%	61,68%	55	58
WKA Walpersdorf	61,77%	60,78%	75	95
WKA Krejci	56,20%	45,16%	49	46
WKA Miedler, Fräuleinmühle	66,26%	67,42%	48	60
WKA Klausner, Neumühle	65,59%	42,90%	32,5	26,5
WKA Benda Lutz I	59,48%	58,14%	54	68,6
WKA Benda Lutz II	67,21%	56,49%	45	47
WKA Gutschermühle	49,10%	60,32%	50	75

Es sind 4 Kraftwerke aus der Auswertung weggefallen, die entweder nicht in Betrieb waren oder nicht am linken Werksbach liegen:

- WKA Mayermühle
- WKA Living City Immobilien
- WKA Erneuerbare Energie
- WKA Lagerhaus Brunnader

Je geringer der Wert, desto schlechter war die Leistung im Verhältnis zur Wassermenge und zur Fallhöhe der am Messtag erhobenen Werte. Wirkungsgrade von 80 % könnten bei modernen Kraftwerken erzielbar sein. Es ist jedenfalls auffällig, dass dieser Wert nicht erreicht wird.

Vergleicht man die Wirkungsgradveränderungen und die Leistungsveränderungen, so muss man zum Ergebnis kommen, dass die positiven Veränderungen, ausgenommen in der Wolfswinkel Wassergenossenschaft und diverser einzelner Kraftwerke, vernachlässigbar sind. Die einzelnen Kraftwerke sind unter anderem:

- WKA Walpersdorf
- WKA Merkl
- WKA EVN Hammerwerk

Größere Verluste hatten unter anderem:

- WKA Pöll Oberradlberg
- WKA Pöll Unterradlberg

Alle anderen Kraftwerke sind im Bereich der Vernachlässigbarkeit. Einige Kraftwerke benötigen eine gesonderte Betrachtung. Gruber dürfte einen Defekt gehabt haben. WKA Linus Lindhof gibt mehr Wasser Richtung Traismauer ab und bedient daher die beiden Turbinen an den Messtagen nicht optimal.

4.3 Die Fließstrecke

In der Kraftwerkskette kann es je nach Abstand der Kraftwerke und vorhandenen Fallhöhe zu gegenseitiger Beeinflussung kommen. Der Einstau stellt dabei die größte Gefahr dar. Die folgenden Tabellen stellen Fließstrecke, Gefälle und Fallhöhe gegenüber.

- Länge des Werksbaches insgesamt: 26,202 km
- Distanz zwischen WKA Hartsleben und WKA Gutscher:24,915 km

- Absolute Höhe des Oberwasserspiegels bei WKA Hartsleben: 281,11 müA
- Absolute Höhe des Unterwasserspiegels bei WKA Gutscher: 188,25 müA
- Differenz zwischen Hartsleben und Gutscher in m: 92,86 m
- Technische Fallhöhe aller Kraftwerke am Werksbach: 74,31 m
- Technische Fallhöhe aller Kraftwerke am Werksbach in Betrieb: 63,71 m
- Fallhöhe der freien Fließstrecke: 29,19 m

- Durchschnittliches Gefälle zwischen WKA Hartsleben und Gutscher: 3,72 ‰
- Durchschnittliches Gefälle der freien Fließstrecke: 0,86 ‰

4.3.1 Übersicht Fließstrecke, Gefälle, Fallhöhe

Tabelle 13 Fließstrecke, Fallhöhe, Fließstrecke und Gefälle zwischen den Kraftwerken

P-Zahl	Wbuch-ID	Name	ΔFlußstrecke	ΔFallhöhe M1	Gefälle M1	ΔFallhöhe M2	Gefälle M2
			[km]	[m]	[%]	[m]	[%]
P0029	177819	WKA Hartsleben		5,65		5,49	
		<i>Fließstrecke zw. den WKAs</i>	1,42	2,61	1,84	2,60	1,83
P0021	177812	WKA EVN Hammerwerk		1,895		1,895	
			0,65	0,00	0,00	0,00	0,00
P1071	1E+09	WKA Mayermühle		k.A.		k.A.	
			1,022	4,74	4,64	4,78	4,68
P0026	177817	WKA Seglmühle		1,005		1,005	
			0,255	0,12	0,47	0,13	0,51
P0016	177808	WKA StGde St. Pölten KG		1,755		1,695	
			0,509	0,34	0,68	0,35	0,70
P0002	177799	WKA Schmalko		2,315		2,32	
			1,031	0,88	0,86	0,91	0,89
P0032	177821	WKA Herndlhofer		1,16		1,18	
			0,392	0,23	0,59	0,21	0,54
P0003	177800	WKA Grabner Muschik		1,86		1,82	
			1,336	0,00	0,00	0,00	0,00
P1069	1E+09	WKA Living City Immobilien		k.A.		k.A.	
			1	5,57	5,57	5,64	5,64
P0035	177823	WKA Pöll Oberradlberg		2,94		2,845	
			1,29	1,00	0,78	1,09	0,84
P0011	177806	WKA Gruber		3,11		3,015	
			0,82	0,54	0,66	0,61	0,74
P0005	177802	WKA Pöll Unterradlberg		4,02		4,02	
			0,52	0,46	0,88	0,42	0,80
P0020	177811	WKA Miedler Unterradlberg		3,475		3,455	
			1,77	1,10	0,62	1,15	0,65
PL0088	178294	WKA Miedler, Vollrath		4,32		4,28	
			0,655	0,30	600,00	0,33	660,00
PL0348	178414	WKA Lagerhaus 348		2,485		2,435	
			0,8795	0,47	0,53	0,56	0,64
PL0028	178264	WKA Agneswerk		1,675		1,55	
			0,45	0,28	0,61	0,35	0,77
PL0036	178267	WKA Stift Herzogenburg		1,34		1,28	
			0,32	0,19	0,59	0,21	0,66

PL0101	178300	WKA Merkl		2,175		2,17	
			1,45	0,56	0,38	0,59	0,41
PL0137	178318	WKA Linus Lindhof		3,215		3,105	
			0,62	0,29	0,48	0,45	0,73
PL0037	178268	WKA Ahrer		1,45		1,265	
			0,37	0,21	0,57	0,75	2,03
PL0038	178269	WKA Lang		2,365		1,86	
			1,95	2,26	1,16	2,34	1,20
PL1430	178906	WKA Walpersdorf		3,22		3,11	
			0,52	0,44	0,85	0,49	0,94
PL0116	178305	WKA Krejci		2,205		2,18	
			0,95	0,00	0,00	0,00	0,00
PL0165	178328	WKA Erneuerbare Energie		k.A.		k.A.	
			2,02	5,51	2,73	5,68	2,81
PL0166	178329	WKA Miedler, Fräuleinmühle		1,915		1,765	
			0,35	0,13	0,39	0,18	0,50
PL0124	178312	WKA Klausner, Neumühle		1,305		1,22	
			0,68	0,13	0,19	0,26	0,39
PL0167	178330	WKA Benda Lutz I		2,385		2,22	
			1,25	0,76	0,61	0,95	0,76
PL0039	178270	WKA Benda Lutz II		1,775		1,655	
			0,44	0,08	0,18	0,16	0,36
PL0168	178331	WKA Gutschermühle		2,70		2,51	

4.3.2 Kraftwerke mit kürzester Fließstrecke zum Oberleger

Der Durchschnittswert für die Fließstrecke am linken Werkskanal beträgt 0,88 km (Kraftwerk-Fließstrecke-Kraftwerk).

Tabelle 14 Kürzeste Fließstrecke zum Oberleger, Messung 1

Oberleger	Gefälle M1 [‰]	Δ Fließstrecke [km]	Unterleger
WKA Seglmühle	0,47 ‰	0,255	WKA StGde St. Pölten KG
WKA Stift	0,59 ‰	0,32	WKA Merkl
WKA Fräuleinmühle	0,39 ‰	0,35	WKA Klausner
WKA Ahrer	0,57 ‰	0,37	WKA Lang
WKA Herndlhofer	0,59 ‰	0,392	WKA Grabner Muschik

Aus hydraulischer Sicht sind die Lagen dieser Kraftwerke zueinander, sowie die Gefälle in jedem Fall stark beeinflussend. Eine Alternative zur Betriebsverbesserung kann hier lediglich eine Gerinneaufweitung bringen. Bei keiner der Anlagen ist dies möglich.

4.3.3 Kraftwerke mit geringster Höhendifferenz zum Oberleger

Der Durchschnittswert für die Fließstrecke am linken Werkskanal beträgt 64 cm Höhendifferenz auf der Fließstrecke zwischen den Kraftwerken. Bei Fallhöhenunterschieden von weniger als 20 cm sind Beeinflussungen vorgegeben. Die Beeinflussung verstärkt sich mit der Nähe der beiden Kraftwerke zueinander.

Tabelle 15 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberleger, Messung 1

Oberlieger	Δ Fallhöhe M1 [m]	Gefälle M1 [‰]	Untерlieger
WKA Benda Lutz I	0,08 m	0,18 ‰	WKA Gutschermühle
WKA Seglmühle	0,12 m	0,47 ‰	WKA StGde St. Pölten KG
WKA Klauser	0,13 m	0,19 ‰	WKA Benda Lutz I
WKA Fräuleinmühle	0,135 m	0,39 ‰	WKA Klauser, Neumühle
WKA Stift	0,19 m	0,59 ‰	WKA Merkl

Tabelle 16 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberleger, Messung 2

Oberlieger	Δ Fallhöhe M1 [m]	Gefälle M1 [‰]	Untерlieger
WKA Seglmühle	0,13	0,51	WKA StGde St. Pölten KG
WKA Benda Lutz I	0,16	0,36	WKA Gutschermühle
WKA Fräuleinmühle	0,175	0,50	WKA Klauser, Neumühle
WKA Herndlhofer	0,21	0,54	WKA Grabner Muschik
WKA Stift	0,21	0,66	WKA Merkl

Da die Differenzen von der 1. Messung auf die 2. Messung sich erhöhen, zeigt dies dass bei Mehrdotation der Kraftwerke die Beeinflussung durch das eigene Überwasser am eigenen Gerinne höher ist, als der Einfluss durch den Unterlieger.

4.3.4 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle

Der Durchschnittswert des Gefälles auf der Fließstrecke beträgt 0,55 ‰. Der untere Grenzwert liegt bei ca. 0,3 ‰.

Es zeigt sich, dass das Gefälle alleine keine Auswirkung auf die Beeinflussung von Unterlieger zum Oberlieger hat.

Tabelle 17 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 1

Oberlieger	Δ Fallhöhe M1 [m]	Gefälle M1 [‰]	Unterlieger
WKA Benda Lutz I	0,08	0,18	WKA Gutschermühle
WKA Klauser, Neumühle	0,13	0,19	WKA Benda Lutz I
WKA Merkl	0,555	0,38	WKA Linus Lindhof
WKA Fräuleinmühle	0,135	0,39	WKA Klauser, Neumühle
WKA Seglmühle	0,12	0,47	WKA StGde St. Pölten KG

Tabelle 18 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 2

Oberlieger	Δ Fallhöhe M1 [m]	Gefälle M1 [‰]	Unterlieger
WKA Benda Lutz I	0,16	0,36	WKA Gutschermühle
WKA Klauser, Neumühle	0,26	0,39	WKA Benda Lutz Werke I
WKA Merkl	0,59	0,41	WKA Linus Lindhof
WKA Fräuleinmühle	0,18	0,50	WKA Klauser, Neumühle
WKA Seglmühle	0,13	0,51	WKA StGde St. Pölten KG

4.3.5 Gefahrenstellenliste linker Kanal

Am gesamten Kanal befinden sich mehrere Stellen, welche auf Grund einer baulichen Gegebenheit bei Mehrwasser als näher untersuchenswert einzustufen sind. Der Kanal und seine Ufer unterliegen einer laufenden Veränderung durch Uferböschungen, Baumaßnahmen und Sedimentierung. Auch Tiere wie der Biber und Bisamratten haben Einfluss auf dessen Zustand und das Gefahrenpotential.

Bei der Fließstrecke zeigen sich einerseits neuralgische Punkte

- a) bei festem Uferverbau durch
 - zu geringes Freiboard:
 - Unterradlberg
 - Stadtstrecke Herzogenburg
 - Stadtstrecke St. Pölten
 - zu tiefliegende Brücken
 - in St. Pölten
 - in Herzogenburg
- b) bei natürlichem Ufer entlang von Dämmen oder Spundungen:
 - durch Biber
 - Holz und Wurzelbildung
 - Natürliche Durchsickerung und Erd- und Grundbruch
 - z.B. vor dem Gaissteig, entlang der Landesstraße
- c) bei Auslässen, z.B. Gaissteig

Im Zuge der Bachabkehr 2013 wurde in Zusammenarbeit mit der Bezirkshauptmannschaft eine Begehung und Aufzeichnung von Stellen mit hohem Sanierungsanspruch durchgeführt. Laut vorliegenden Informationen wurden alle Punkte mit hoher Priorität erledigt.

Innerhalb der Kraftwerke sind es vor allem folgende Punkte, welche ein höheres Risikopotential darstellen:

- a) zu geringes Schluckvermögen der Turbinen
- b) zu kleine Grundschrütze
- c) allgemein alte Ausstattung, zum Teil ohne Alarmsystem
- d) zu geringes Freiboard, bzw. zu hohes Stauziel
- e) schlechte Geometrie des Grundablasses bzw. der Streichwehr

Ein hohes Schadenspotential ergibt sich durch illegale Einleiter von Oberflächenwasser. Durch eine höhere Wasserspiegellage kann es in Ausnahmefälle leichter zu Verklausungen an neuralgischen Punkten kommen. Dies ist zu vermeiden.

Die nachstehenden Problemstellen im Ober- bzw. Unterwasser wurden durch Beobachtungen bei der Besichtigung und in enger Zusammenarbeit mit den Kraftwerksbetreibern erhoben. Rot markierte Bereiche wurden als besonders aufmerksamkeitsregend eingestuft.

Tabelle 19 Potentielle Gefahrenstellen OW und UW

P-Zahl	Name	Probleme OW	Probleme UW
P0029	WKA Hartsleben	bei hohem Wasserstand Wasseraustritt, geringes Freiboard ca. ab 300m bis FAZ	Kein Problem, Einstau
P0021	WKA EVN Hammerwerk	Ja, Gegengewichtskl. löst erst bei +15cm OW aus, Überschwemmung schön möglich, Umrüstung auf hydraulische Klappe notwendig	Nein
P0002	WKA Schmalko	Kritische Stelle: Radweg, gegenüber FH St. Pölten	Freiboard - Grünland, bei Rudolf -Kirchschlägerstr 8, 3107 Brücke bei Eurospar
P0032	WKA Herndlhofer	Nein, bis Brücke Traisen Center	Engstelle bei Kindergarten ca. 500 m abwärts
P0035	WKA Pöll Oberradlberg	ja beim Gaissteig, ca. 700 m OW, geringes Freiboard	Kein Problem
P0011	WKA Gruber	Tanzfabrik, Parkplatz zum Nachbarn, Freiboard zu gering	Kein Problem, Freiboard okay, 120 m Tunnel

P0005	WKA Pöll Unterradlberg	Problem! Gärten liegen unterhalb WSP, Freiboard zu gering, wenige cm, Erdwall	kein Problem
PL0088	WKA Miedler, Vollrath	Kein Problem, im Kraftwerksbereich ist das Freiboard leicht beschädigt. Es gibt eine 70-80° Kurve im OW, welche bei einer höheren Wasserführung übergehen könnte.	Kein Problem.
PL0028	WKA Agneswerk	Nein	gefährlicher Abschnitt bis Stift Herzogenburg, Freiboard zu gering, Verjüngung bei Seniorenheim von 4,5m auf 3,9m
PL0036	WKA Stift Herzogenburg	Stadtstrecke Herzogenburg- fragwürdig, Seniorenheim wird durch Loch für Stromkabel dotiert, tiefster Punkt Tiefgarage	kein
PL0101	WKA Merkl	OW Stahlträger unterhalb, Einstauung Stift	Kein Problem
PL0137	WKA Linus Lindhof	Kein	Ev. Eisenbahnbrücke im UW sowie Unterleger Ahrer
PL1430	WKA Walpersdorf	Ausbaggerarbeiten notwendig, insbesondere in OW Kurve	Nein
PL0116	WKA Krejci	Evt. Autoverwalter Walter Steine unter Brücke	Kein Problem
PL0166	WKA Miedler, Fräuleinmühle	Problem: Freiboard zu gering, Umbau notwendig, Wolfswinkel!	Kein Problem
PL0167	WKA Benda Lutz I	Problemstelle rechtes Ufer	Nein, Rückstaugefahr im Benda Lutz 2
PL0168	WKA Gutschermühle	Ja, Freiboard ist im OW zu gering	Nein, keine Probleme

Die nachstehenden Problemstellen bei einer Dotation von $6,5 \text{ m}^3/\text{s}$ wurden durch Beobachtungen bei der Besichtigung und in enger Zusammenarbeit mit den Kraftwerksbetreibern erhoben. Weitere Details und eine Fotodokumentation der Schwachstellen können dem Anhang entnommen werden. Rot markierte Bereiche wurden als besonders aufmerksamkeitsregend eingestuft.

Tabelle 20 Potentielle Gefahrenstellen bei 6,5 m³

P-Zahl	Name	6,5m ³ /s möglich
P0021	WKA EVN Hammerwerk	Ja, Regelung am Schütz notwendig
P1071	WKA Mayermühle	unbekannt
P0016	WKA StGde St. Pölten KG	hydraulisch max. 6,2m ³ /s möglich, Problem: Klappe zu klein, Entlastungsgerinne zu klein, dicht. Verbaute Garage
P0032	WKA Herndlhofer	hydraulisch Problematisch, 1. Engstelle: Schütz, 2.Engstelle: kleiner Überfall
P1069	WKA Living City Immobilien	unbekannt
P0005	WKA Pöll Unterradlberg	Regelung über Leerschuss + Streichwehr, kein Problem
P0020	WKA Miedler Unterradlberg	Kein Problem Turbine ist zu klein, bei erhöhter Wasserführung höheres UW -> führt zu reduzierter Leistung (Fallhöhe).
PL0088	WKA Miedler, Vollrath	Im Betrieb kein Problem, bei Ausfall -> Grundschutz. Turbine zu klein (bei 6m ³ /s Auslegung?) durch erhöhte Wasserführung kann es aufgrund des höheren Unterwasserstands (da überschüssiges Wasser über Streichwehr etc. vorbeigeleitet werden muss) zu einer Reduktion der Leistung kommen.
PL0028	WKA Agneswerk	Schütz muss manuell geregelt werden!
PL0037	WKA Ahrer	Vorsicht, nur bei manueller Nachregelung
PL1430	WKA Walpersdorf	Nein, hier max. 3-3,5m ³ /s
PL0116	WKA Krejci	Nein, Bachbett im OW definitiv zu klein! Test 2010 max. 5m ³ /s gerade noch
PL0165	WKA Erneuerbare Energie	Adaptierung am Schütz notwendig
PL0166	WKA Miedler, Fräuleinmühle	Ja geht durch, Gefahr bei Notablass
PL0168	WKA Gutschermühle	Rückstau durch UW Gerinne wahrscheinlich, Leerschuss ist knapp bemessen (1. Messpunkt 235x150; 2. Messpunkt 310x100), Abflussgerinne schafft kaum mehr Wasser
PL0167	WKA Benda Lutz Werke I	bis 6m ³ /s kein Problem

Folgende Bereiche wurden im Zuge der Studie und gemeinsamer Besprechungen entdeckt. Es gibt aber keine Garantie auf Vollständigkeit:

- Im Bereich Stadt St. Pölten durch geringes Freiboard und knappe Brücken
- Im Bereich Oberradlberg, Gaissteig durch Hangbewegungen, Biber und freie Dämme
- Im Bereich Oberradlberg durch alte Holzbeplankung
- Im Bereich Oberradlberg und Unterradlberg durch geringes Freiboard und knappe Brücken
- Seniorenheim Herzogenburg, Gefahrenbereich Tiefgarage, Verjüngung Kanalbreite 4,5m auf 3,9m
- Stift Herzogenburg, Loch im Kanal durch Stromkabel, Wasseraustritt
- Werksgelände Krejci und andere

Zudem kommt es in folgenden Bereichen zu Wasserverlusten:

- Stadt St. Pölten an mehreren Stellen
- Freie Fließstrecke vor Oberradlberg bzw. vor Herzogenburg

Anmerkung:

Die Liste hat auf Grund der oben genannten Einflüsse und nicht den Anspruch der Vollständigkeit. Die Kanalaufsicht während der Messtätigkeit wurde von den Obmännern der Wehrverbände übernommen.

Hinweis:

Zur Absicherung der Gefahrenstellen soll in vorgelagerten Ablässen eine automatische Ableitung installiert werden. Diese Funktion würde bei Schwallereignissen eine deutliche Entschärfung der Gefahrenstellen bringen.

4.4 Überlegungen zur Sanierung der Kraftwerke

Es zeigt sich, dass ein Großteil der Kraftwerke für das vorhandene Wasser einen relativ schwachen Gesamtwirkungsgrad hat. Unter der Voraussetzung, dass eine Leistungserhöhung auf Basis von maschinenbaulichen Investitionen erzielt werden können und wasserbauliche Maßnahmen nur im Bereich Saugrohreinbindung und anderer Kleinigkeiten passieren, wird hier mit folgenden Zahlen gerechnet:

- Neuinvestition (inkl. Nebenkosten) 3.000 €/kW

In dieser Studie wird vorerst davon ausgegangen, dass sämtliche Francis-Turbinen im Zuge der Sanierung auf Kaplan umgestellt werden, da diese besser auf eine Veränderung der Wasserdotation reagieren können. Bei Kaplan-Turbinen mit einem Alter größer als 30 Jahren, wird ein Wert von 1.500 €/kW für die Sanierung angesetzt. Die Leistungssteigerungen werden wie folgt angenommen:

- Generalsanierung Kaplan +20% RAV
- Umstellung von Francis +30% RAV

Aus den oben angeführten Überlegungen ergibt sich folgende Tabelle:

Tabelle 21 Kosten Generalsanierung mit RAV neu

	Engpassleistung	Typ	Baujahr	hyd. Poten.	Kosten der Generalsanierung	RAV - alt	%	RAV-neu
WKA XY	215	Francis	1902	282	846.000,00	1.400.000	30%	1.820.000
WKA XY	93	Francis	1916	96	288.000,00	460.000	30%	598.000
WKA XY	111	Kaplan		111		830.000	0%	830.000
WKA XY	52,96	Kaplan	1970	53	79.500,00	203.200	20%	243.840
WKA XY	80	Francis	1928	98	294.000,00	371.312	30%	482.706
WKA XY	109	Francis	1992	123	369.000,00	446.391	30%	580.308
WKA XY	50	Francis	1945	61	183.000,00	260.941	30%	339.223
WKA XY	81	Francis	1914	98	294.000,00	388.740	30%	505.362
WKA XY	119	DIVE		119		388.740	0%	388.740
WKA XY	127	Kaplan	1995	159	238.500,00	600.000	20%	720.000
WKA XY	133	Francis	1918	159	477.000,00	750.000	30%	975.000
WKA XY	156	Francis	1923	196	588.000,00	700.000	30%	910.000
WKA XY	147	Francis	1903	166	498.000,00	768.000	30%	998.400
WKA XY	180	Francis	1895	167	501.000,00	1.200.000	30%	1.560.000
WKA XY	100	Francis	1930	125	375.000,00	605.000	30%	786.500
WKA XY	85	Francis	1927	125	375.000,00	700.000	30%	910.000
WKA XY	53	Kaplan-	1953	74	111.000,00	300.000	20%	360.000
WKA XY	72,8	k.A	1959	72	216.000,00	284.290	20%	341.148
WKA XY	97,06	Kaplan	X	104	156.000,00	388.000	20%	465.600
WKA XY	200	Francis	1909	181		1.008.000	30%	1.310.400
WKA XY	52	Francis	X	52	60.000,00	150.000	30%	195.000
WKA XY	68,57	Francis	1921	54	162.000,00	382.500	30%	497.250
WKA XY	154	Kaplan	1957	159	238.500,00	481.748	20%	578.098
WKA XY	68	Francis	1924	71	213.000,00	353.900	30%	460.070
WKA XY	105,88	Kaplan	X	98			0%	-
WKA XY	60	Reiffen.	1955	61	91.500,00	350.000	20%	420.000
WKA XY	35	Francis	X	37	111.000,00	180.000	30%	234.000
WKA XY	80	Francis	1921	104	312.000,00	580.000	30%	754.000
WKA XY	48	Francis	1921	78	234.000,00	340.000	30%	442.000
WKA XY	80	Kaplan	1982	106	159.000,00	535.200	20%	642.240
Summe						15,4 GWh		19,3 GWh

Die Schätzung geht von Kosten im Ausmaß von insgesamt rund 8 bis 10 Mio. € für die Sanierung der Kraftwerke aus. Die Kraftwerke, obwohl bekannt und für den Leser nachvollziehbar, wurden in dieser Tabelle anonymisiert, da die wirtschaftlichen Überlegungen allgemein gehalten wurden. Die

Anonymisierung dient nicht der Geheimhaltung, sondern lediglich dem Umstand, dass die Kosten reine Schätzkosten sind. Diese entsprechen nicht der Realität. Als Mittelwert sind sie aber realistisch. In der Realität müssen Kalkulationen im Detail betrachtet werden. So kann auch nicht gesagt werden, dass der maschinebauliche Teil um 3.000 €/kW bei jedem Kraftwerk der Fall sein wird. Hier sind von Fall zu Fall detaillierte Planungen durchzuführen.

Eine höhere Anzahl an Kaplan-Turbinen erhöht jedenfalls den Gesamtwirkungsgrad des Werksbaches, insbesondere bei dynamischer Dotation.

4.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die reine Mehrdotation ohne eine Sanierung der Kraftwerke wird zu keinen Mehreinnahmen führen. Grundsätzlich ist für jedes Kraftwerk ein spezifischer Sanierungsplan wichtig. Auf Basis der im letzten Kapitel angeführten Sanierungsvariante kann wie folgt zusammengefasst werden:

- | | |
|---|---------------|
| • Geschätzte Sanierungskosten für 26 Kraftwerke: | ca. 10 Mio. € |
| • Bisherige Einnahmen: 15.400 MWh*36 €/MWh | 550.000 € |
| • Zukünftig inkl. ÖMAG (Mischform): 19.300*75 €/MWh | 1.450.000 € |

Es kann festgehalten werden, dass die Wirtschaftlichkeit über den gesamten Zeitraum, der fixen ÖMAG-Tarif knapp erzielbar sein könnte. Bei manchen Kraftwerken wird dies leichter erreichbar sein, bei anderen wird es ein etwas höheres Risiko geben. Grundsätzlich wird aber empfohlen, dass nähere Überlegungen zur Sanierung derzeit sehr sinnvoll wären.

4.6 Kostenabschätzung der Kanalsanierung

Der Kanal ist insgesamt 26,2 km lang. Bei ca. 17 Kraftwerken wurden Problemstellen erkannt. Auf Basis der mittleren Fließstrecke zwischen den Kraftwerken ist die betroffene Kanalstrecke ca. 14,6 km lang.

Da die Kraftwerksbesitzer zumeist auf vereinzelte Stellen hingewiesen haben, ist davon auszugehen das weniger als 20 % dieser Abschnitte tatsächlich betroffen sind. Für die Genossenschaft ergibt sich somit eine Kanallänge von ca. 3 km. Unter der Annahme, dass es sich um 50 % verbaute und 50 % nicht verbaute Strecke handelt, können folgende Kosten kalkuliert werden.

Sanierungsbedarf für Genossenschaft:

- | | |
|---|-------------|
| • Verbaute Strecke ca. 1.500 m beidseitig; 200 €/m ² | 1.200.000 € |
| • Unverbaute Strecke ca. 1.500 m beidseitig; 100 €/m ² | 600.000 € |

Hinweis:

Die Berechnung der zu sanierenden Kanallänge beruht auf Annahmen, es handelt sich dabei um eine Grobabschätzung. Nicht näher betrachtet und kalkuliert sind Sperrbauwerke wie beispielsweise Brücken.

5 EMPFOHLENE MASSNAHMEN

Folgende Maßnahmen werden für die weitere Vorgehensweise empfohlen:

1. Weitere Messungen am Kanal
2. Revitalisierungsoffensive bei Kraftwerken
3. Prüfung der Wasserrechte am Kanal
4. Bau der Fischaufstiegshilfen
5. Lösung der Wasserdotation für die Kraftwerke unterhalb von Herzogenburg

5.1 Weitere Messungen am Kanal

Der linke Kanal untergliedert sich in drei Abschnitte. Verwaltet wird der Kanal vom Wehrverband St. Pölten und Herzogenburg. Der erste Abschnitt beginnt beim Einlaufbauwerk und geht bis zum Kraftwerk Living City Immobilien. Der zweite Abschnitt im Verband Herzogenburg geht vom Kraftwerk Pöll bis Linus Lindhof. Das Kraftwerk Linus Lindhof erhält durch die Brunnader eine zusätzliche Dotation von 1,5 m³/s. Anschließend reduziert ein Ablass nach dem Kraftwerk die Dotation des Kanals auf ca. 3 m³/s. Ursprünglich wurde der Kanal nach dem Kraftwerk WKA Erneuerbare Energie über das Wolfswinkler Wehr zusätzlich dotiert. Die Wehranlage wurde beim Hochwasser 2006 zerstört und kann somit diese Funktion nicht erfüllen. Der Abschnitt drei geht von Kraftwerk Ahrer bis Gutschermühle.

Bei der Messung 1 wurde im Einlaufbauwerk eine Wassermenge von 5,9 m³/s, beim Kraftwerk Linus 6,92 m³/s und im Kanal nach dem Kraftwerk Linus eine Wassermenge von 3,856 m³/s gemessen. Bei der Messung 1 wurde eine Leistungsreduktion im Abschnitt 1 von -25%, Abschnitt 2 von -28% und Abschnitt 3 von -32% festgestellt. Im Vergleich wurde am rechten Kanal eine Reduktion von -11 % festgestellt, bei einer Wassermenge von 5,249 m³/s.

Auf Basis dieser Erkenntnis werden folgenden Messungen empfohlen:

- Messung bei 3,5 m³/s
- Messung bei 5 m³/s
- Messung bei 5,5 m³/s

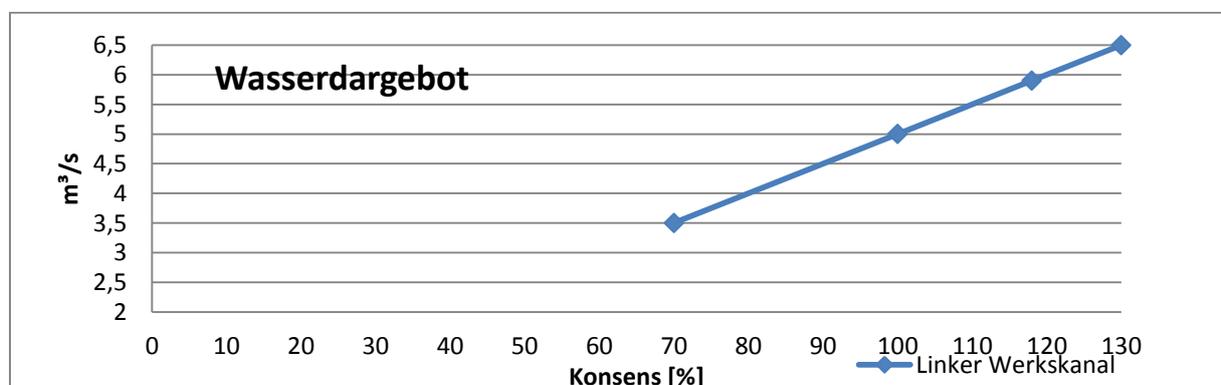


Abbildung 8 Messpunkte bei unterschiedlichem Wasserdargebot

5.2 Prüfung der Wasserrechte

Für die Konsensverhandlungen gehören alle am Wasserrechte am Kanal geprüft. Dies betrifft vor allem Einleiter, welche hohe Wassermengen (Schlagwort: Starkregen) in den Kanal einleiten. Bei höheren Wasserständen im Kanal muss sicheres einleiten möglich sein.

5.3 Neubau/ Anpassung der Wehranlage

Die Wehranlage Spratzern soll für den Zweck der dynamischen Dotierung umgebaut werden. Einerseits um die Restwasserabgabe zu ermöglichen und die Fischdurchgängigkeit herzustellen und andererseits um eine dynamische Dotation im Kanal zu ermöglichen.

Die Spratzerner Wehranlage selbst ist in einem verhältnismäßig guten Zustand.

Die Wehrmauer zeigt keine offensichtlichen Schwachstellen und die bestehenden Kolkchutzmaßnahmen scheinen ausreichend.

Mit der Errichtung einer Fischaufstiegshilfe nach Leitfaden muss allerdings das Einlaufbauwerk neu errichtet werden. Der Fischaufstieg, auf einen Huchen mit 80 cm Länge ausgelegt, wird entlang des bestehenden Schotterzugs im Werkskanal errichtet und mündet zwischen dem Schotterzug in der Traisen und der bestehenden Wehrschütz.

Die Planung der Tätigkeiten ist bereits abgeschlossen. Es sind folgende Kosten ermittelt worden:

- Kostenschätzung der Modernisierung der Wehranlage 180.000 €
- Kostenschätzung der Errichtung der Fischaufstiegshilfe: 460.000 €

5.4 Revitalisierungsoffensive

Der theoretische Ertrag auf Basis der Wasserbuchdaten versus den tatsächlichen Ertrag liefert ein deutliches Bild, einige WKA's laufen weit unterem ihrem Potential.

Eine Revitalisierungsoffensive soll dazu dienen diese Potentiale zu heben. Wohlgermerkt wird einigen Betreibern das noch vorhandene Potential bereits bekannt sein, dieses aber auf Grund der fehlenden Wirtschaftlichkeit aber nicht realisieren.

5.5 Erhöhung der Wasserdotation im Kanal unterhalb von Herzogenburg

Für die Kraftwerke unterhalb von Herzogenburg wäre eine Erhöhung der Wassermenge in jedem Fall wirtschaftlich und könnte einen sehr positiven Effekt auf die Gesamtproduktion haben.

Dieser Abschnitt teilt sich in 2 Gruppen:

- a) Kraftwerke zwischen Herzogenburg und der Wassergenossenschaft Wolfswinkel
- b) Wassergenossenschaft Wolfswinkel

Für die Wassergenossenschaft Wolfswinkel gilt, dass sie die Option haben, durch Errichtung einer Wehranlage in der Traisen das über den Weberablass in die Traisen verlorene Wasser wieder zu nehmen.

Diese Option fehlt der Gruppe zwischen Herzogenburg und Traismauer. Es bleibt zu überlegen wie man allen diesen Kraftwerken 5 m^3 zur Verfügung stellen kann.

6 POTENTIAL DER REVITALISIERUNG

Tabelle 22 Revitalisierungspotential

Nr.:	Kraftwerk	W.buch	Messung 1	M2	Standortpotential ⁴	Δ M1-Pot	M1 Red. Zum Pot	RAV real (tat.)	mögl. RAV Steigerung lt. Red. M1 zu Pot
		P [kW]	P [kW]	P [kW]	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	[kWh]	[kWh]
13	WKA Mayermühle	0	0	0	110	-110	-100%	830.000	830.000
42	WKA Erneuerbare Energie	105,88	0	0	98	-98	-100%	400.000	400.000
24	WKA Gruber	133	34,7	21,6	152	-118	-77%	750.000	579.153
31	WKA Lagerhaus Brunnader	100	35	38	96	-61	-63%	605.000	383.696
19	WKA Living City Immobilien	119	54	0	136	-82	-60%	388.740	234.616
40	WKA Walpersdorf	154	75	95	159	-84	-53%	481.748	254.957
51	WKA Gutschermühle	100	50	75	106	-56	-53%	535.200	281.684
15	WKA StGde St. Pölten KG	80	43	41	89	-46	-52%	371.312	192.851
17	WKA Herndlhofer	50	26	33	53	-27	-51%	260.941	132.154
48	WKA Benda Lutz I	80	54	68,6	104	-50	-48%	580.000	277.665
49	WKA Benda-Lutz II	48	45	47	78	-33	-42%	340.000	143.077
38	WKA Ahrer	52	30	25	52	-22	-42%	150.000	62.725
14	WKA Seglmühle	52,96	30	27	51	-21	-41%	203.200	83.330
18	WKA Grabner Muschik	81	54	55	86	-32	-37%	388.740	145.575
26	WKA Pöll Unterradberg	156	118	79	188	-70	-37%	700.000	260.911
35	WKA Stift Herzogenburg	72,8	44	46	70	-26	-37%	284.290	104.556
41	WKA Krejci	68	49	46	71	-22	-31%	353.900	108.387
37	WKA LINUS Lindhof	200	157	143	221	-64	-29%	1.008.000	290.890
16	WKA Schmalko	109	58	54	79	-21	-26%	446.391	117.804
9	WKA EVN Hammerwerk	93	72	82	96	-24	-25%	460.000	116.477
36	WKA Merkl	97,06	75	84	97	-22	-23%	388.000	87.858
32	WKA Lagerhaus 348	85	77	80	96	-19	-20%	700.000	136.680

⁴ $P=(QT_1+T_2)*9,81*h*0,8$

33	WKA Agneswerk	53	51	45	59	-8	-13%	-	-
22	WKA Pöll Oberradlberg	127	107	92	122	-15	-12%	600.000	74.806
46	WKA Klausner, Neumühle	35	32,5	26,5	37	-5	-12%	-	-
5	WKA Hartsleben	215	226	227	255	-29	-11%	1.400.000	160.108
								0	
27	WKA Miedler Unterradlberg	147	123	124	133	-10	-8%	768.000	57.870
28	WKA Miedler, Vollrath	180	151	148	160	-9	-6%	1.200.000	68.202
								0	
39	WKA Lang	68,57	55	58	54	1	2%	382.500	-
									7.806
44	WKA Miedler, Fräuleinmühle	60	48	60	61	-13	-21%	350.000	74.140

Für die Abschätzung des Revitalisierungspotentials wurden die gemessenen Leistungen den historischen Werten aus dem Wasserbuch gegenübergestellt. Erreichte das Kraftwerk nicht mehr den Wasserbuchwert, wurde angenommen, dass sich der RAV ebenfalls so verhält. Die Werte in der Tabelle zeigen ein durchschnittliches Potential pro Kraftwerk im Bereich 5-30 %. Im Gegensatz zum hydraulischen Potential berücksichtigt diese Berechnung die natürlichen Gegebenheiten der jeweiligen Einbausituation und hält sich an die historisch realistischen Maxima.

7 CONCLUSIO

Die Beantwortung der folgenden Fragestellungen wurde auf Basis der bisher bekannten Werte und Ergebnisse durchgeführt.

Ist eine Mehrdotation theoretisch sinnvoll?

Die bisherigen Messungen gehen von positiven Effekten bei rund $5,4 \text{ m}^3$ aus. Um dies zu verifizieren, wären noch Messungen bei folgenden Wassermengen sinnvoll:

- $4,75 \text{ m}^3$
- $5,00 \text{ m}^3$
- $5,50 \text{ m}^3$

Grundsätzlich zeigt sich, dass eine Dotation in Höhe von $6,5 \text{ m}^3$ für die Summe der Kraftwerke einen höheren Ertrag bringt. Der Wirkungsgrad nimmt zwar ab, aber die erzeugte Leistung steigt. Bei Kaplan-Turbinen zeigt sich dies noch deutlicher als bei Francis.

Besonders wichtig erscheint hier der Gedanke, dass bei Sanierungen verstärkt auf Kaplan-Turbinen gesetzt wird. Hier sind dynamische Dotationen besser abbildbar und können in unterschiedlichen Bereichen sehr effektiv produzieren.

Ist eine Mehrdotation praktisch möglich?

Alle Beobachtungen zeigten, dass eine Dotation höher als der Konsens für die Ausleitung aus der Traisen von $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Komplikationen hydraulisch durchführbar ist. Eine Mehrdotation an den Tagen der Flügelmessungen lässt den Schluss zu, dass eine Wasserführung von $6,5 \text{ m}^3$ im linken Werksbach zumeist keine Risiken von Anrainern am Bach verursachen würde. Schon heute dürfte bei Starkregenereignissen oder durch andere Einleiter verursacht, eine höhere Dotation im Werksbach vorzufinden sein.

Sollte jedoch ein Konsens von $6,5 \text{ m}^3$ an der Spratzerner Wehr angestrebt werden, so gilt es durch spezielle Verfahren die Mehrdotation bei Starkregenereignissen oder Eisgang nochmals im Detail zu betrachten. Dies wird auch der Behörde vorzulegen sein.

In den Interviews mit den Betreibern der 30 Kraftwerke zeigt sich, dass einzelne Betreiber eine kontinuierliche Wasserführung von $6,5 \text{ m}^3$ einerseits aus wirtschaftlicher Sicht kritisch sehen und andererseits Bedenken über die Fähigkeiten des Gerinnes haben.⁵

⁵ Quelle ASI-01

So wird bei 14 von 30 Kraftwerken eine Dotation von $6,5 \text{ m}^3$ als wirtschaftlich nachteilig gesehen. Zu meist werden folgende Argumente angeführt:

- Sorge wegen Einstau durch Unterlieger
- zu kleine Turbine
- zu kleine Grundschrütze

Aus hydraulischer Sicht wird lediglich bei 6 Kraftwerken ein klares „Nein“ zu einer ständigen Dotation von $6,5 \text{ m}^3$ abgegeben. Allgemein gilt hier die Sorge dem zu geringen Freibord an vielen Stellen. Die klaren NEIN haben als Argument einzelne Dämme bzw. Brücken.

Grundsätzlich kann festgehalten werden:

1. Hydraulische Bedenken gibt es innerhalb von St. Pölten wegen Freibord
2. Von St. Pölten bis nach Herzogenburg werden kaum Problem erkannt
3. Unterhalb von Herzogenburg kann zumindest mit 5 m^3 gerechnet werden; dort gibt es diverse Bedenken wegen $6,5 \text{ m}^3$.

Ist die Durchleitung von $6,5 \text{ m}^3$ im linken Werksbach hydraulisch möglich?

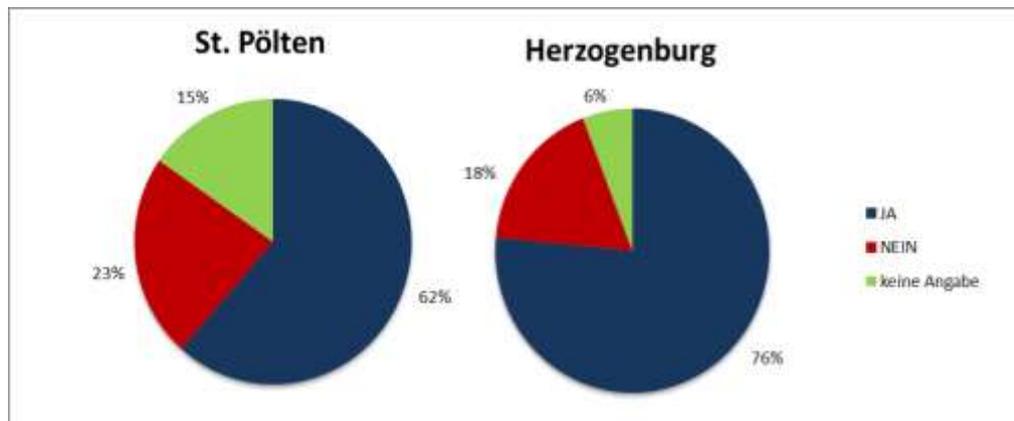


Abbildung 9 Befragung Durchleitung $6,5 \text{ m}^3$

Etwaige Entlastungsgerinne, wie Gaissteig, Brunnader oder Reichersdorfer Ablass sichern an neuralgischen Stellen, dass Wasserspitzen rechtzeitig und gefahrlos in die Traisen abgegeben werden können. Hier wäre die Entlastung eventuell noch um 1 bis 2 Gerinne in St. Pölten und den Weberablass, unterhalb von Herzogenburg zu ergänzen.

Mit diesen zusätzlichen Entlastungsgerinnen und einer Modernisierung und Adaptierung der bestehenden Entlastungswehren könnte ein erhöhter Konsens an der Spratzer Wehr erzielt werden.

Welche Gefahrenstellen und Schwachstellen sind bei einer Mehrdotation zu beachten? (Liste)

Wir unterscheiden Stellen entlang der Fließstrecke und innerhalb der Kraftwerke.

Bei der Fließstrecke zeigen sich neuralgische Punkte:

- a) bei festem Uferverbau durch
 - zu geringes Freiboard:
 - Unterradlberg
 - Stadtstrecke Herzogenburg
 - Stadtstrecke St. Pölten
 - Diverse Werksgelände (z.B. Krejci)
 - zu tiefe Brücken
 - in St. Pölten
 - in Herzogenburg
- b) bei natürlichem Ufer entlang von Dämmen oder Spundungen:
 - durch Biber
 - Holz und Wurzelbildung
 - Natürliche Durchsickerung und Erd- und Grundbruch
 - z.B. vor dem Gaissteig, entlang der Landesstraße
- c) bei Auslässen, z.B. Gaissteig

Innerhalb der Kraftwerke sind es vor allem:

- a) zu geringes Schluckvermögen der Turbinen
- b) zu kleine Grundschtz
- c) allgemein alte Ausstattung, zum Teil ohne Alarmsystem
- d) zu geringes Freiboard, bzw. zu hohes Stauziel
- e) schlechte Geometrie des Grundablasses bzw. der Streichwehr

Ein hohes Schadenspotential ergibt sich durch nicht legale Einleiter von Oberflächenwässer. Durch eine höhere Wasserspiegellage kann es in Ausnahmefälle leichter zu Verklausungen an neuralgischen Punkten kommen. Dies ist zu vermeiden, zumal Anrainer oft in ungünstiger Lage stehen.

Welche Auswirkung hat die Mehrdotation auf die Energieproduktion (Leistung)?

Die durchgeführten Messungen zeigen, dass grundsätzlich schon mehr Strom produziert wird, wenn mehr Wasser zur Verfügung steht. Dafür müsste die Stichprobe erhöht und noch Flügelmessungen durchgeführt werden. Jedenfalls lassen sich auch auf Basis von Gewinnen oder Verlusten an Fallhöhe nur bedingt Aussagen über die langfristigen Effekte auf die Stromproduktion treffen.

Im Abschnitt St. Pölten sind die Kraftwerke größtenteils nicht auf eine Dotation in der Höhe von $6,5 \text{ m}^3$ ausgelegt. Einige Kraftwerke haben ein zu geringes Schluckvermögen, um positive Effekte für die Stromproduktion zu erwirken.

Im Abschnitt Herzogenburg gibt es positive hydraulische Effekte, jedoch können in Summe die Engpassleistungen des Wasserbuchs nicht erreicht werden. Im Abschnitt unterhalb von Herzogenburg gibt es eindeutig positive Effekte, wenn die Wassermenge zumindest 5 m^3 im linken Werkskanal beträgt.

Für eine deutlich positive Auswirkung auf die Stromproduktion müssten einige Kraftwerke saniert und zum Teil die Turbinen ausgetauscht werden. Grundsätzlich ist anzumerken, dass die große Anzahl an Francis-Turbinen, welche aktuell noch im Einsatz sind, eher zu einer konstanten Dotation neigen. Jedoch sieht man, dass im Falle von Sanierungen deutlich öfter auf Kaplan gesetzt wird.

Welche Auswirkung hat die Mehrdotation auf die Fallhöhen?

Es zeigt sich, dass die Dotation von $6,48 \text{ m}^3$ insgesamt eine deutlich niedrigere Fallhöhe bei den Kraftwerken ergibt, als dies bei $5,9 \text{ m}^3$ der Fall ist und im Vergleich zum Wasserbuch insgesamt rund 1 m verloren geht. Zwischen der Konsensmenge von $5,0 \text{ m}^3$ und der ersten Messung bei einer Wassermenge von $5,9 \text{ m}^3$ in Spratzern gibt es insgesamt eine Erhöhung der Fallhöhen.

Wenn man die einzelnen Abschnitte betrachtet, zeigt sich, dass sich in St. Pölten die Mehrdotation eher negativ auswirkt. In den Bereichen Herzogenburg und unterhalb gibt es aber positive Effekte.

Allerdings muss hier betrachtet werden, dass bei keiner Messung mehr als $6,1 \text{ m}^3$ in Herzogenburg angekommen sind. In diesen Abschnitten gibt es aber die positiven Effekte auf die Fallhöhe. Daraus lässt sich nach den bisherigen Messungen folgende Aussage treffen:

Insgesamt zeigt sich, dass bei einer Dotation von $6,5 \text{ m}^3$ weniger an Fallhöhe zur Verfügung steht als bei $5,0 \text{ m}^3$. Jedoch lassen die bisherigen Versuche die These zu, dass eine Dotation rund um $5,5 \text{ m}^3$ einen positiven Effekt auf die Leistungsfähigkeit der Kraftwerke insgesamt hat. Dazu ist es aber notwendig die Wassermenge tatsächlich von St. Pölten nach unten zu bringen.

Die Aussage gilt in einer Betrachtung für alle Kraftwerke gemeinsam. Bei Einzelbetrachtungen sind das Schluckvermögen jeder Turbine, sowie die Geometrie des Kraftwerks und der Bezug zum Unterlieger ausschlaggebend.

Veränderungen von Wasserspiegellagen durch Staubeinflussung?

Bei den beiden Messungen konnten keine direkten Staubeinflussungen am linken Werksbach festgestellt werden, welche ursächlich durch den Unterlieger verursacht wurden. Als besonders kritisch gelten Kraftwerke welche sehr nah aneinander liegen. Hier kommt es im Betrieb oftmals zu Schwierigkeiten mit Schwall und Sunk. Sehr typisch für die Situation mit Überwasser ist die Staubeinflussung durch den eigenen Leerschuss.

Am gesamten Werksbach sind die baulichen Ausführungen der Leerschüsse insofern geometrisch ungeeignet, da sie nicht darauf ausgelegt sind ständig Überwasser abzuführen und dabei hoch effizient zu arbeiten. Dies wäre bei dem geringen Gefälle baulich auch kaum machbar.

Kostenschätzung durch eine dauerhafte Mehrdotation?

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass eine Veränderung der Wasserführung im linken Werksbach der Traisen ein typischer Regelbetriebsfall ist. Die Messungen zeigen, dass durch viele Einflüsse ständig unterschiedliche Wassermengen im Kanal sind.

Die Messungen zeigen, dass eine Veränderung von 5,9 und 6,5 m³ bei der bestehenden Technologie rund 2% an Ertragseinbuße bedeuten könnte. Wie dies im Langzeitverhalten aussieht, ist kaum prognostizierbar.

Ein Mehrertrag würde sich nur durch Generalsanierung der Kraftwerke ergeben. Grundsätzlich könnten aus heutiger Sicht nahezu alle während der Messung in Betrieb befundenen Kraftwerke saniert werden.

Eine grundsätzliche Generalsanierung der Kraftwerke wird insgesamt an die 10 Mio. € betragen. Die Amortisation dieser Investition liegt bei rund 10 bis 13 Jahren. Die Überlegungen sind allgemein gültig, müssen jedoch für jedes Kraftwerk spezifisch betrachtet werden.

Ist die Mehrdotation nach den offensichtlichen Kriterien (Sicherheit, Kosten, Nutzen, juristisch) sinnvoll?

Die Überlegungen zur Mehrdotation können nicht ohne Kommentar und Überlegung zu einer Minderdotation durch Wasserrahmenrichtlinie oder klimatische Veränderungen diskutiert werden.

Es zeigt sich, dass die Kraftwerke am linken Werksbach der Traisen größtenteils älter sind und in ihrer Technologie (hauptsächlich Francis-Turbinen) zwischen 4 und 6 m³ ausgelegt sind. Die Geometrie der Kraftwerke selbst führt dazu, dass sich das Überwasser, welches über die Streichwehren geht, negativ auswirkt und den Unterwasserspiegel beeinflusst. Dies passiert deutlich öfter, als Staubeinflussungen durch Unterlieger.

Bei Kraftwerkssanierungen wird vermehrt auf Kaplan-Turbinen gesetzt. Diese können in unterschiedlichen Bereichen sehr effektiv arbeiten. Falls es zu einer langfristigen Absenkung der Dotation in den Werkskanälen kommt, so ist damit zu rechnen, dass die bestehende Technologie ebenfalls ausgetauscht werden muss, da die Francis-Turbinen die oben erwähnten Nachteile besitzen.

Wichtigste Voraussetzungen für Sanierungen sind rechtliche und wirtschaftliche Planungssicherheit. Dies ist aktuell mit einer ÖMAG-Förderung noch möglich. Die Rentabilität ist aber im Grenzbereich und ohne Eigenmittel sind Sanierungen nicht durchführbar. Dies erschwert die Situation an der Traisen ungemein, da vielen Kraftwerken die wirtschaftliche Kraft fehlt.

Aus juristischer Sicht gilt für die Konsensveränderung:

Eine Erhöhung der Wassermenge im Kanal hat eine Konsensänderung für die Wehranlage zur Folge. Die Konsensveränderung an den Kraftwerken ist nicht klar definiert. Weitere Informationen finden Sie im Wasserrechtsgesetz 1959, §102⁶.

Grundsätzlich ist folgendes zu sagen:

Die Kraftwerke haben einen hohen Sanierungsbedarf. Dynamische Dotation im Ausmaß zwischen 4,75 und 6,5 m³ erscheint grundsätzlich sinnvoll. Der Bereich der Variation könnte auf 4,75 und 5,5 m³ eingeschränkt werden. Entscheidend ist die Durchführung der Wassermenge durch den gesamten Werksbach bis zur Traisen!

Empfehlungen für weiteren Ablauf:

Nr.:	Arbeitspakete
1	Weitere Messungen und Versuche am Kanal Suche nach den Wasserverlusten Leistungsuntersuchungen bei 4 m ³ und weniger
2	Generalsanierung einzelner Kraftwerke
3	Prüfung aller Wasserrechte am Kanal
4	Bau der Fischaufstiegshilfe
5	Lösung der Wasserführung bis Traismauer

⁶ Im Falle einer Überdotation müssen die Einleiter aus Starkregen ebenfalls berücksichtigt werden. In diese bezüglichen Messungen gilt es die Menge an Regenwasser welche die Einleiter auf Ihrem Dächern/Parkplätzen sammeln und anschließend in den Werksbach einleiten zu ermitteln. Im vorliegenden Versuch wurde diese Einwirkung nicht gemessen.

8 VERZEICHNISSE

8.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Position und Reihenfolge der Kraftwerke am Kanal.....	10
Tabelle 2 Wasserkraftwerke am linken Werkskanal	12
Tabelle 3 Zusammenfassung der Abflussmessungen und -abschätzungen am linken Traisen- Werksbach.....	15
Tabelle 4 Fallhöhen im Vergleich: Wasserbuch, Erstaufnahme, 1. Messung am 16.05., 2. Messung am 19.06.	21
Tabelle 5 Wassermenge Abschnitt	22
Tabelle 6 Leistung in Abhängigkeit der Dotation im Verbandsabschnitt St. Pölten.....	23
Tabelle 7 Leistung in Abhängigkeit der Dotation im Verbandsabschnitt Herzogenburg	25
Tab. 8 Leistung in Abhängigkeit der Dotation im Verbandsabschnitt HzbG, Bereich unterhalb der Linus PL0137 Mühle.....	26
Tabelle 9 Dotation und Schluckvermögen Messung 1	28
Tabelle 10 Dotation und Schluckvermögen Messung 2	30
Tabelle 11 Summendarstellung der Auswertungen aus dem Dotationsversuch vs. Regelbetrieb	32
Tabelle 12 Gesamtwirkungsgrade	34
Tabelle 13 Fließstrecke, Fallhöhe, Fließstrecke und Gefälle zwischen den Kraftwerken.....	36
Tabelle 14 Kürzeste Fließstrecke zum Oberleger, Messung 1.....	37
Tabelle 15 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberleger, Messung 1	38
Tabelle 16 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberleger, Messung 2	38
Tabelle 17 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 1	39
Tabelle 18 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 2	39
Tabelle 19 Potentielle Gefahrenstellen OW und UW.....	40
Tabelle 20 Potentielle Gefahrenstellen bei 6,5 m ³	42
Tabelle 21 Kosten Generalsanierung mit RAV neu.....	44
Tabelle 22 Revitalisierungspotential	49

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Linker Werkskanal an der Traisen	7
Abbildung 2 Abflussdiagramm Messung 1 16.05.2013	16
Abbildung 3 Abflusskennlinie 16.05.2013	17
Abbildung 4 Abflussdiagramm Messung 2 19.06.2013	18
Abbildung 5 Abflusskennlinie 19.06.2013	19
Abbildung 6 Dotation und Schluckvermögen Messung 1.....	29
Abbildung 7 Dotation und Schluckvermögen Messung 2.....	31
Abbildung 8 Messpunkte bei unterschiedlichem Wasserdargebot	46
Abbildung 9 Befragung Durchleitung 6,5 m ³	52

9 GLOSSAR

Abflusslinienpotenzial

entlang einer Fließgewässerachse verteiltes, theoretisch nutzbares Wasserkraftpotenzial (meist als Jahresarbeit angegeben, also z.B. GWh/a). Welcher Anteil davon aktuell technisch genutzt wird, wird mit dem Nutzungsgrad (Prozent) angegeben. Bei einer geschlossenen Kraftwerkskette wird der maximale Nutzungsgrad erreicht, dieser liegt jedoch immer unter 100% (Wirkungsgrad der Kraftwerke)

Engpassleistung:

Leistung, die unter Berücksichtigung des schwächsten Gliedes (Engpass) in einer Kette von Anlagenteilen maximal über längere Zeit erzielt werden kann.

Fallhöhe (vgl. Stauziel)

Wasserspiegelunterschied zwischen Staubecken (Speicher) und (druckfreiem) Rückgabepunkt – dies kann, muss aber nicht die Turbine sein. Einheit: 1 m (Meter). Die erzielbare Leistung ist direkt und linear proportional zur Fallhöhe, d.h. bei doppelter Fallhöhe doppelte Leistung (siehe Wasserkraftleistung).

Fließgeschwindigkeit

Geschwindigkeit einer gedachten kleinen Volumseinheit in einer Flüssigkeit. Einheit: 1 m/s. Unmittelbarer Zusammenhang mit der Wassermenge. In einem Gewässer oder künstlichen Kanal oder Rohr treten in einem Querschnitt unterschiedliche Geschwindigkeiten auf – meistens in der Mitte des Querschnitts am schnellsten („Stromstrich“), am Rand am langsamsten. In den meisten natürlichen Gewässern treten Verwirbelungen (Turbulenzen) auf, sodass die Fließgeschwindigkeit sich kleinräumig und kurzzeitig stark ändern können (auch gegenläufige Bewegung – „Kehrwasser“). Siehe auch Prallhang. Die mittlere Fließgeschwindigkeit wächst etwa mit der Wurzel des Gefälles (d.h. doppelt so schnell bei vierfachem Gefälle, dreimal so schnell bei neunfachem Gefälle usw.). Die Fließgeschwindigkeit steht in Zusammenhang mit der Schleppspannung.

Gefälle

Neigung einer Linie, bezogen auf die Waagrechte. Wird meistens in Prozent (%) oder Promille (‰) angegeben, d.h. um wie viele m liegt ein 100 m bzw. 1.000 m entfernter Punkt auf der Linie niedriger. Das Gefälle eines Fließgewässers hat unmittelbare Auswirkung auf dessen mittlere Fließgeschwindigkeit und damit auf dessen Schleppspannung.

Kraftwerkskette

Gesamtheit von Wasserkraftwerken, die entlang eines Fließgewässers aufgereiht ist. Um das Abflusslinienpotenzial optimal auszunutzen (höchster Nutzungsgrad), wird die Talsperre des oberstromigen Kraftwerks an der Stauwurzel des unterstromigen Kraftwerks angeordnet. Dadurch

geht ein Stauraum in den nächsten über, es verbleibt keine freie Fließstrecke. Zu den gewässerökologischen Konsequenzen siehe Staubecken.

P-Zahl

Post – Zahl z.B. "PL-001103": Postzahl 1103 im Bezirk St.Pölten-Land. Die Postzahl eines Wasserrechtes ist die "Inventarnummer" des Rechtes, mit deren Kenntnis die Urkunden der Anlage in der Urkundensammlung des jeweiligen Verwaltungsbezirks aufgefunden werden können. Die Zählung erfolgt für jeden Bezirk getrennt.

Regelarbeitsvermögen

abgekürzt RAV (auch Jahresarbeitsvermögen): auf ein Jahr summierte installierte Leistung (theoretisch: $W \text{ (kWh/a)} = P \text{ (kW)} \cdot 8760 \text{ h/a}$) abzüglich Eigenbedarf sowie Ausfälle durch Revisionsarbeiten, Abschaltung bei Hochwasser, Eisgang usw. Der Nutzungsgrad (in Prozent) gibt den Anteil des Regularbeitsvermögens am theoretischen Arbeitsvermögen unter Volllast an (nicht verwechseln mit Nutzungsgrad je Fließgewässer!). Beide Kennwerte sind nur bei Laufkraftwerken unter Berücksichtigung der Jahresganglinie des Fließgewässers plausibel anzugeben (häufig beträgt der Nutzungsgrad aber ca. 50% bis 60%), während bei Speicherkraftwerken die Betriebsdauer je nach Spitzenlastverlauf und Marktsituation sehr unterschiedlich ausfallen kann. Zudem ist bei Pumpspeicherkraftwerken ein hoher Eigenbedarf durch das Zurückpumpen von Wasser in den Speicher mittels Grundlaststrom einzurechnen, der bei kleinen Einzugsgebieten die gewonnene Strommenge bei weitem übersteigen kann! Durchschnittlich beträgt der Nutzungsgrad von Pumpspeicherkraftwerken ohne Berücksichtigung des Pumpstroms ca. 15% (große Anlagen) bis 30% (kleine Anlagen) (grobe Richtwerte) – bei kleinen Einzugsgebieten ist sogar wegen der Verluste beim Pumpen und bei der Stromumsetzung mit „negativen“ Nutzungsgraden zu rechnen!

Wbuch-ID

Eindeutige Identifikationsnummer der Anlage in der Datenbank. Diese wird benötigt, wenn über den Wasserbuchauszug hinausgehende Daten zur Anlage übermittelt werden sollen.