ARGE KRAFTWERKE
UNTERES TRAISENTAL

ENDBERICHT

Leistungsanalyse der Kleinwasserkraftwerke in der Klima- und Energiemodellregion Unteres Traisental

Teil 2: Rechter Werksbach



ARGE Kraftwerke Unteres Traisental

Februar 2014

---

energy changes

klima+ energie fonds

Klima- und Energie-Modellregionen
heute aktiv, morgen autark

IMPRESSUM

Auftraggeber:	ARGE Kraftwerke Unteres Traisental Prandtauerring 1 3130 Herzogenburg Herr Ing. Franz Permoser
Auftragnehmer:	Energy Changes Energy Changes AT GmbH 4810 Gmunden, Weyerstraße 21 FN 378802m, Handelsgericht Wels Ingenieurbüro für Energiewirtschaft und Meteorologie Gmunden –Traismauer – Wien
Datum:	Februar 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 7
2.1 Ausgangslage 7
2.2 Projektablauf 7
2.3 Auftragsfragen 7
2.4 Eckdaten des rechten Werkskanals 8
2.5 Die Altmannsdorfer Wehr 9
2.6 Methode 9
2.6.1 Recherche der Kraftwerksdaten 9
2.6.2 Recherche Kanal 10
2.6.3 Ertragspotentiale/ Auswirkungen einer Änderung der Dotation 10
2.6.4 Durchflussmessung und Dotationsversuch 10
2.6.5 Nivellierung der Kraftwerke 10
2.7 Übersichtsplan Kraftwerke 11
2.8 Kraftwerksliste am rechten Werkskanal 12
3 Durchflussmessungen am ReCHTen Werksbach 14
3.1 Wasserführung im rechten Werksbach 14
3.1.1 Anmerkungen Messung I 15
3.1.2 Anmerkungen Messung II 17
3.2 Fallhöhen 19
3.3 Leistung der Kraftwerke 21
3.4 Dotation und Schluckvermögen 24
4 Auswertung der Messung 28
4.1 Energieertrag theoretisch im Regeljahr 28
4.2 Gesamtwirkungsgrad der Kraftwerke 29
4.3 Die Fließstrecke 30
4.3.1 Übersicht Fließstrecke, Gefälle, Fallhöhe 31
4.3.2 Kraftwerke mit kürzester Fließstrecke zum Oberlieger 32
4.3.3 Kraftwerke mit geringster Höhendifferenz zum Oberlieger 32
4.3.4 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle 33
4.3.5 Gefahrenstellenliste rechter Kanal 34
4.4 Überlegungen zur Sanierung der Kraftwerke 37
4.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung 38

4.6 Kostenabschätzung der Kanalsanierung 39
5 Empfohlene MaSSnahmen 40
5.1 Weitere Messungen am Kanal 40
5.2 Prüfung der Wasserrechte 41
5.3 Neubau/ Anpassung der Wehranlage 41
5.4 Revitalisierungsoffensive 42
6 Potential der Revitalisierung 43
7 Conclusio 45
8 Verzeichnisse 51
8.1 Tabellenverzeichnis 51
8.2 Abbildungsverzeichnis 51
9 Glossar 52
10 Anhang 54

1 ZUSAMMENFASSUNG / CONCLUSIO

Die aktuelle Konsenswassermenge für das Ausleitungsbauwerk am Altmannsdorfer Wehr sind 10 m^3/s, wobei ein Aufteilungsbauwerk das Wasser gleichmäßig auf rechten Werksbach und Luggauer Kanal aufteilt.

Durch den freiwilligen Verzicht auf 250 l/s je Kanal 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 von 250 l/s der rechte Werksbach oftmals mit 5 m^3/s dotiert werden.

Die Messung der Überdotation konnte klar beweisen, dass es unter Normalbedingungen möglich ist 6,39 m^3/s im rechten Werksbach der Traisen abzuführen. Es zeigte sich weiter, dass die kurzfristige Erhöhung der Dotation an der Altmannsdorfer Wehr auf 6,3 m^3/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 m^3/s auf 6,5 m^3/s geben könnte.

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 aus.
3. Eine höhere Dotation führt zu keiner signifikanten Verschlechterung der Gesamtenergieproduktion, zumal diese eher nur bei stark sanierungsbedürftigen Kraftwerken vorkommt.
4. Im Bereich der Wasserburger Au kommt es vermehrt zu Zu- und Abflüssen, welche sich nur schwer definieren lassen.
5. Das Ausleitungsbauwerk in Altmannsdorf ist derzeit so dimensioniert, dass bei Wasserspiegellagen unterhalb von 13 m^3/s in der Traisen[1] keine 10 m^3/s entnommen werden können.
6. Die Messung zeigt, dass es durch Mehrdotation zu kaum einer Staubeeinflussung durch den Unterlieger kommt. Deutlich öfters kommt es zu Beeinflussungen des Überwassers aus dem eigenen Kraftwerk.
7. 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.

[1] Pegelmessung Windpassing

Diese Fragen lauten unter anderem:

1. Leistung der Kraftwerke zwischen 4,5 m^3/s bzw. 5 m^3/s
2. Welche Risiken birgt eine Mehrdotation von 6,5 m^3/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 einer gesamten freiwilligen Restwasserabgabe von insgesamt 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 der beiden Werksbäche. Ausgehend von einer solchen Reduktion gilt es zu untersuchen ob anstelle einer statischen Dotation an der Wehranlage (begrenzt auf 10 m^3/s) eine dynamische Dotation, in Abhängigkeit des Dargebots an Wasser in der Traisen, mit einem Ziel, dass zumindest im rechten Werksbach ein Q von bis zu 6,5m^3/s einen Ausgleich für das verlorene Wasser schaffen könnte.

2.2 Projektablauf

Die Werksbäche der Traisen links und rechtsseitig werden derzeit mit 5m^3/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 Staubeeinflussung?
Kostenschätzung durch eine Dauerhafte Mehrdotation?
Ist die Mehrdotation nach offensichtlichen Kriterien (Sicherheit, Kosten, Nutzen, juristisch) sinnvoll?

2.4 Eckdaten des rechten Werkskanals

Der rechte Werkskanal wird über das Ausleitungsbauwerk Altmannsdorfer Wehr oberhalb von St. Pölten dotiert. Das Wasser für die Dotierung des rechten Werksbaches kommt aus der Traisen.

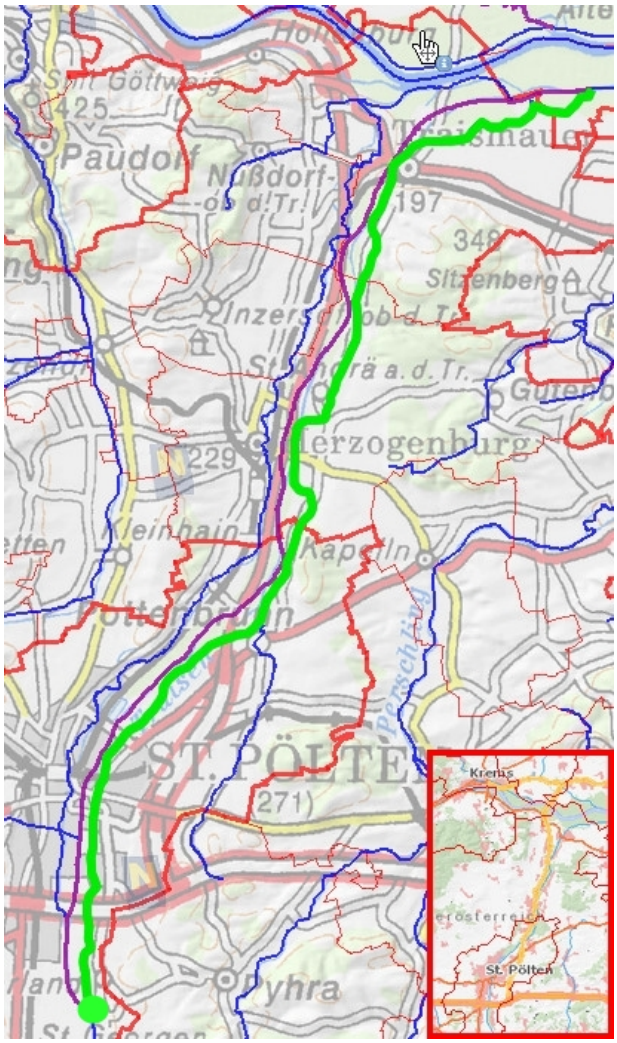


Abbildung 1 Rechter Werkskanal an der Traisen

Besonders erwähnenswert ist, dass am Altmannsdorfer Wehr bis zu 10 m^3 ausgeleitet werden. Durch ein Trennungsbauwerk teilt sich das Wasser gleichmäßig auf den rechten Werksbach und den Luggauer-Kanal. Dieser mündet schon vor der Spratzener Wehr zurück in die Traisen und führt somit eigentlich die Dotation des linken Werksbaches.

Eckdaten im Überblick:

- Länge des rechten Werksbaches: .....29,2 km
- Durchschnittliches Gefälle: .....0,93 ‰
- Anzahl der Kraftwerke inkl. Luggau: 21
- Gesamte Fallhöhe am Bach ohne Luggau[2] laut Wasserbuch: .....85,67 m
- Gesamte Engpassleistung: .....3,51 MW
- Durchschnittliches Regelarbeitsvermögen pro Jahr: .....20.456 MWh
- Durchschnittliche Volllaststunden am rechten Werksbach:.....5.800 h

2.5 Die Altmannsdorfer Wehr

Die Altmannsdorfer Wehr ist seit den 1920er-Jahren nahezu unverändert. Jetzt sind einige Sanierungen dringend erforderlich. Zudem steht die Errichtung einer Fischaufstiegshilfe aufgrund der Wasserrahmenrichtlinie bevor. Die dringendste Sanierung an der Wehranlage ist die Errichtung einer Stahlbetonvorsatzschale vor der bestehenden Wehrmauer, da Mauerausbrüche jederzeit passieren können. Zudem ist im Unterwasserbereich der Kolk zu schützen. Eine Stauzielerhöhung ist an der Wehranlage nicht vorgesehen.

Die Errichtung der Fischaufstiegshilfe soll entlang des Einlaufbauwerks und dieses unterführen. Der Einstieg in die Fischaufstiegshilfe ist im Bereich des Wehrkolks. Die Auslegung der Fischaufstiegshilfe erfolgt nach Leitfaden der Landesregierung und lässt den Aufstieg eines Huchens mit 80 Länge cm zu.

Die Untersuchungen am Ausleitungsbauwerk zeigten, dass dieses für die aktuellen Anforderungen zu seicht bzw. zu schmal ist. Dies sollte mit der Errichtung der FAH korrigiert werden.

- Kostenschätzung der Erweiterung des Einlaufbauwerkes: 100.000 €
- Kostenschätzung der Sanierung der Wehranlage: 650.000 €
- Kostenschätzung der Errichtung der Fischaufstiegshilfe: 590.000 €

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 Wasserbuchseinträge und eigene Umfragen mittels Fragebogen ergänzt. In der Vorortbesichtigung wurden diese Daten mit den Typenschildern der Maschinen abgeglichen.

[2] Fallhöhe in Luggau 10,08 m laut Wasserbuch

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 Bedingen 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 ermittelt. 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. Für eine Konsenserhöhung könnte es durchaus Sinn machen, den Versuch zu wiederholen und über einen längeren Zeitraum ablaufen zu lassen.

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 von der Wehranlage bachabwärts. 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	l	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 Brunnader	PL0163						
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 Klauser, 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 rechten Werkskanal

Die Kraftwerksliste enthält auch das einzige am Luggauerkanal befindliche Kraftwerk Luggau.

Das EVN-Kraftwerk Luggau hat insofern eine Sonderstellung, als dass es alleine am Luggauerkanal liegt und rund die Hälfte der Wasserdotation aus der Wehranlage kurz vor Spratzern wieder in die Traisen rückführt.

Für die Zukunft sollte hier gewährleistet werden, dass das entsprechende Wasser, welches später den linken Werksbach dotiert, auch im Luggauer Kanal zur Verfügung steht.

Tabelle 2 Wasserkraftwerke am rechten Werkskanal

Nr.	P-Zahl	Wbuch-ID	Name laut Wasserbuch	Kraftwerksbezeichnung lt. Statuten
1	P0017	177809	WKA evn naturkraft, Theresienhof	KW Theresienhof
2	P0040	177827	WKA evn naturkraft, Luggau	KW Luggau
3	P0197	177897	WKA evn naturkraft KG Brunn 197 P	KW Brunn
4	P0198	177898	WKA evn naturkraft, Aufeld KG Harland 198 P	KW Aufeld/ EVN
6	P0028	177818	WKA evn naturkraft KG Stattersdorf	KW Stattersdorf/ EVN
7	P0019	177810	WKA Matthäus Salzers Söhne Papierfabrik GmbH 19 P	KW Salzer, obere Anlage
8	P0009	177805	WKA Matthäus Salzers Söhne Papierfabrik GmbH 9 P	KW Salzer, untere Anlage
10	P0008	177804	WKA Kittel Elisabeth, Zwetzbachermühle	KW Zwetzbachermühle /Kittel
11	P1059	1000125317	WKA Koprax Ing. Alfred und Karin 1059 P	KW Koprax, ehm. Elbemühle
12	P0013	177807	WKA Skarpil Hans Günter	KW Skarpil, Aignermühle
20	P0292	177954	WKA evn naturkraft	KW Ratzersdorf/ EVN
21	P0288	177952	WKA Bamberger Josef Feldmühle Ratzersdorf	KW Ratzersdorf/ Bamberger/Feldmühle
23	P0278	177942	WKA Kirchner Karl- Heinz	KW Kirchner
25	P0665	178214	WKA Seilern Leopold KG Wasserburg 665 P	KW Seilern
29	PL0112	178304	WKA Paillasse Mangement GmbH Kittel	KW Kittelmühle
30	PL0013	178256	WKA Mantler Josef KG Ossarn 13 PL	KW Mantlermühle
34	PL0151	178324	WKA Kaba GmbH 151 PL	KW Fa. Georg Fischer
43	PL0541	178470	WKA evn naturkraft, Kraftwerk Oberndorf 541 PL	KW Oberndorf
45	PL0074	178289	WKA Martin Miller AG	KW Miller - Stahlwerk, Waltlesberger Ablass
47	PL0068	178287	WKA Martin Miller AG, Marktmühle 68 PL	KW Miller-E-Werk/ Schmid- Schmidsfeld
50	PL0387	178435	WKA evn naturkraft, Stollhofen 387 PL	KW Stollhofen/ EVN

3 DURCHFLUSSMESSUNGEN AM RECHTEN WERKSBACH

Es wurde im Zuge der Studie an 2 Messtagen eine große Anzahl an Messungen durchgeführt. Gemeinsam mit den Experten von Blattfisch haben rund 10 Personen, sowohl Wassermenge, wie auch Wasserspiegellagen, Turbinenleistung, Laufrad- 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. Wobei die 1. Messung sehr knapp an der Konsens-Wassermenge von 5 m^3 war.

3.1 Wasserführung im rechten Werksbach

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

	Messung I		**Messung II**	
Datum der Messung	15.05.2013		20.06.2013	
Pegel an der Wehranlage Altmannsdorf	Pegel 80cm, SMS 81cm, QTraisen ~15,25 m³/s		Pegel 86cm, Luggau teilw. abgesperrt, QTraisen ~15,55 m³/s	
Messstelle	Gemessener Abfluss [m³/s]	Geschätzter Abfluss [m³/s]	Gemessener Abfluss [m³/s]	Geschätzter Abfluss [m³/s]
Werksbach: Rechter Werksbach	**5,249**		**6,336**	
Linker Teil - Luggauer Kanal (Rückfluss in die Traisen)	4,985			
Zulauf Harlander Bach	0,050			- 0,060
Harlander Ablass		- 0,010 bis - 0,020		- 0,005
Zulauf Bach Harland		0,003		0,005
Ablass Osarner / Feldmühle		- 0,050		- 0,005 bis - 0,010
Werksbach: Fa. Schania	**5,2** (evtl. leichte		**6,53**	

	Unterschätzung durch schräge Anordnung)			
Zulauf von den Teichen		0,060		0,065
Saubach	0,139			0,240
Werksbach: Wasserburg	**5,6 bis 5,7**		**-**	
Wasserburger Ablass		- 0,005		- 0,005
Werksbach: Unterhalb Kittelmühle			**6,8**	
Ossarner Windener Ablass		- 0,020 bis - 0,030		- 0,030 bis - 0,040
EVN Ablass 542		- 0,020		- 0,020 bis - 0,025
EVN Ablass 543		0		- 0,040 bis - 0,050
Brunnader Oberndorf		0,030 bis 0,040		0,040 bis 0,050
Stollhofener Ablass	- 0,717		- 0,758	
Werksbach: Messung OW KW Stollhofen	**5,022**		**5,368**	

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

3.1.1 Anmerkungen Messung I

Die Werte weisen insgesamt eine hohe Plausibilität auf. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass auch die Messungen einer gewissen Ungenauigkeit unterliegen, die vor allem durch die Gerinnegeometrie und die Turbulenz bestimmt wird. Die höchsten Unsicherheiten treten bei den Messungen im Bereich Wasserburg und eingeschränkt auch bei der Messung in der Nähe der Fa. Schania auf (rot in der Tabelle markiert).

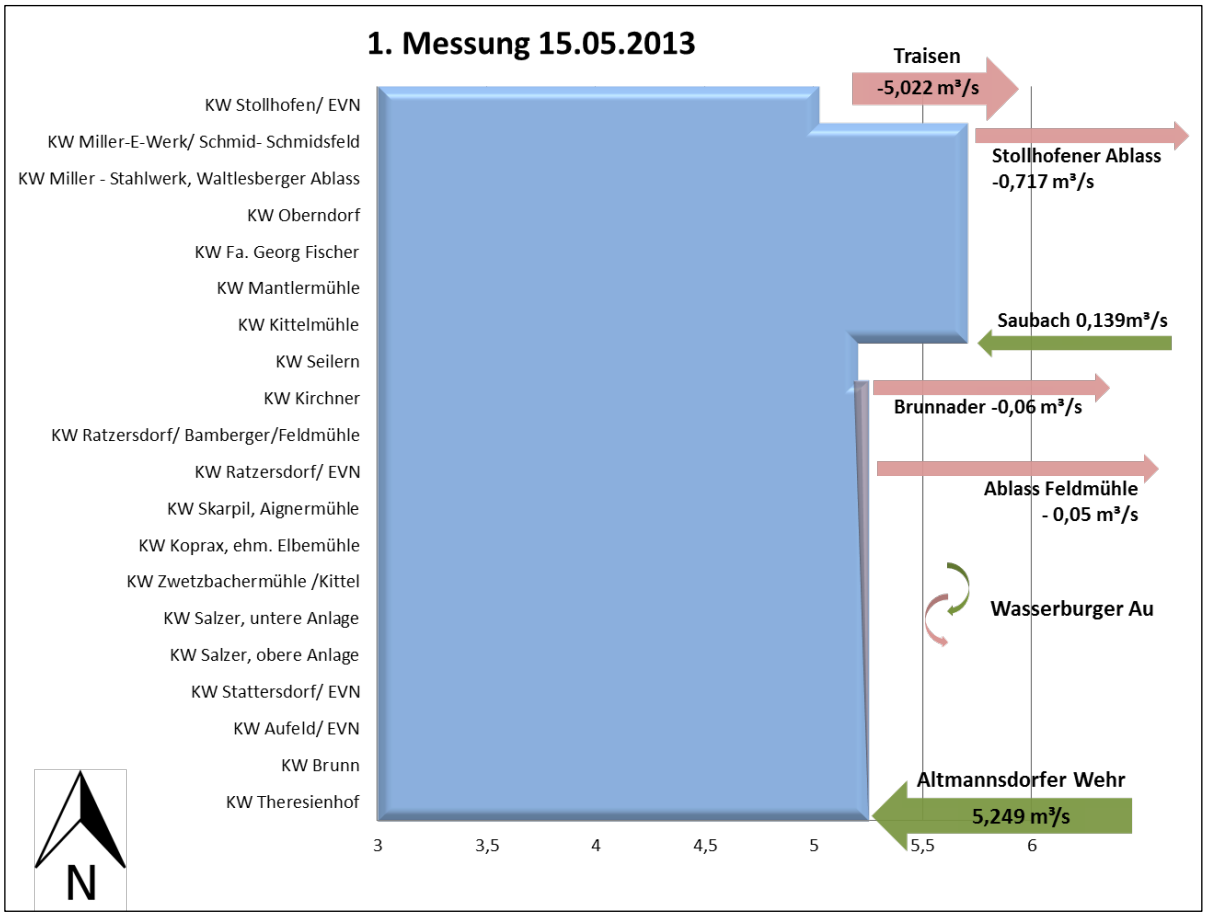


Abbildung 2 Abflussdiagramm Messung 1 | 15.05.2013

Die Abbildung mit dem Abflussdiagramm zeigt den jeweiligen Wert, der dem einzelnen Kraftwerk am Tag der Messung zuzuordnen ist. Auffälligkeiten sind sicherlich die Wasserveränderungen im Bereich der Wasserburger Au.

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

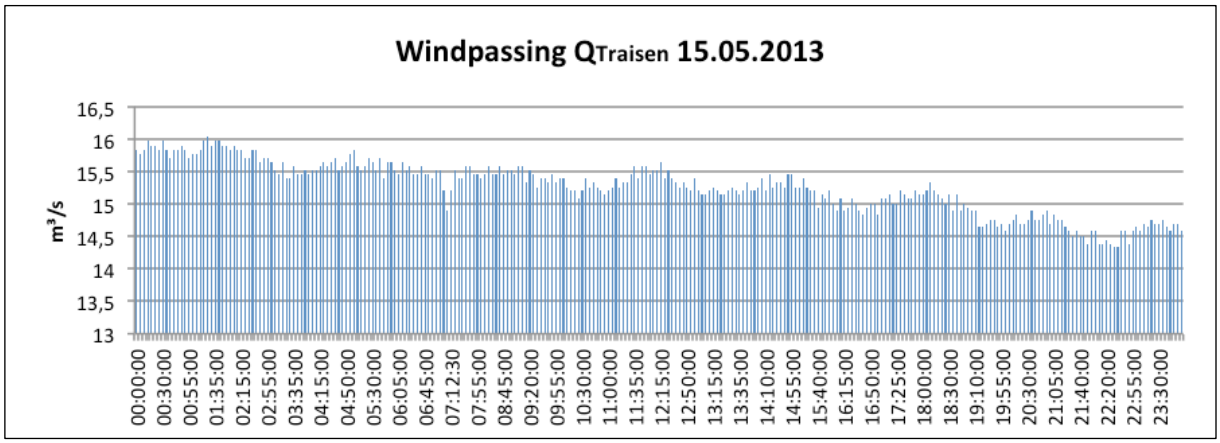


Abbildung 3 Abflusskennlinie 15.05.2013

3.1.2 Anmerkungen Messung II

Überraschend ist jedoch die Diskrepanz zwischen dem Wert unterhalb der Kittelmühle und jenem von oberhalb des Kraftwerks Stollhofen. Die Werte des Stollhofener Ablasses sind jedenfalls als exakt zu bezeichnen, da beide Messungen bei optimalen Gerinne- und Fließgeschwindigkeits-bedingungen durchgeführt wurden. Der Wert bei der Kittelmühle ist mit leichten Unsicherheiten zu bewerten, da an der Sohle große Turbulenzen zu verzeichnen waren. Die Größenordnung dürfte aber im Bereich von 100 l/s jedenfalls stimmen.

Die folgende Abbildung zeigt wieder die jeweilige dem Kraftwerk zugeordnete Dotation. Auch hier gibt es wieder gewisse Unsicherheiten in der Wasserburger Au, welche aber am Messtag eher zu Zuläufen geführt haben. Die Mengen sind aber am Messtag als unkritisch zu betrachten.

Deutlich erheblicher ist der Verlust am Tag der Messung zwischen Kittelmühle und Stollhofen. Der hier dargestellte Verlust dürfte aber lediglich darauf zurückzuführen sein, dass zum Zeitpunkt der Flügelmessung schon weniger Wassermenge im Bach war. Zum Zeitpunkt der Kraftwerksmessungen kann mit dem Q von 6,8 m^3 bis zum Stollhofner Ablass gerechnet werden. Bei höheren Abflüssen rinnt im Bereich Georg Fischer das Wasser über den Damm.

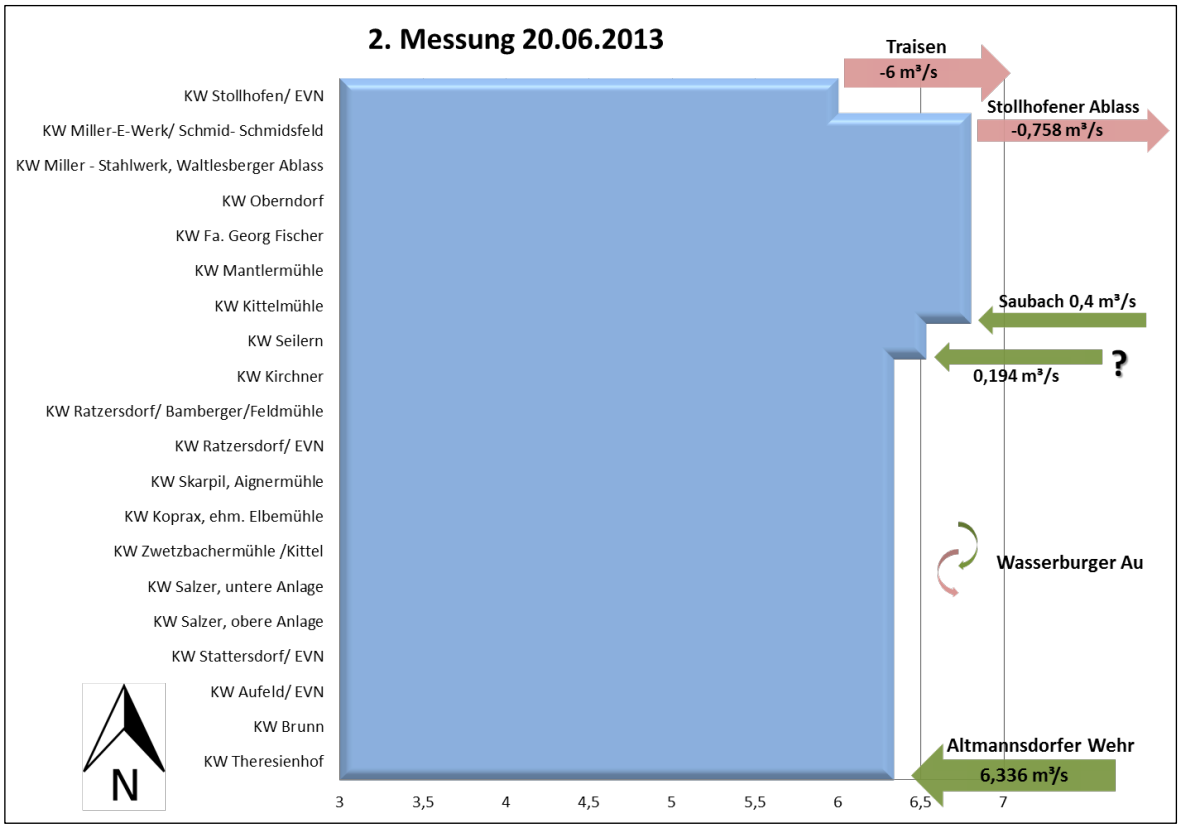


Abbildung 4 Abflussdiagramm Messung 2 | 19.06.2013

Der Pegel Windpassing zeigt, dass genügend Wasser in der Traisen war, um die Messung durchzuführen. Aufgrund der bestehenden Schwierigkeiten Wassermengen in dieser Größenordnung in Altmannsdorf bei Pegellagen von 15 m^3 in der Traisen überhaupt in den Kanal einzuziehen, musste in den Luggauer Kanal weniger Wasser abgegeben werden. Die 2. Messung an diesem Kraftwerk ist daher entfallen.

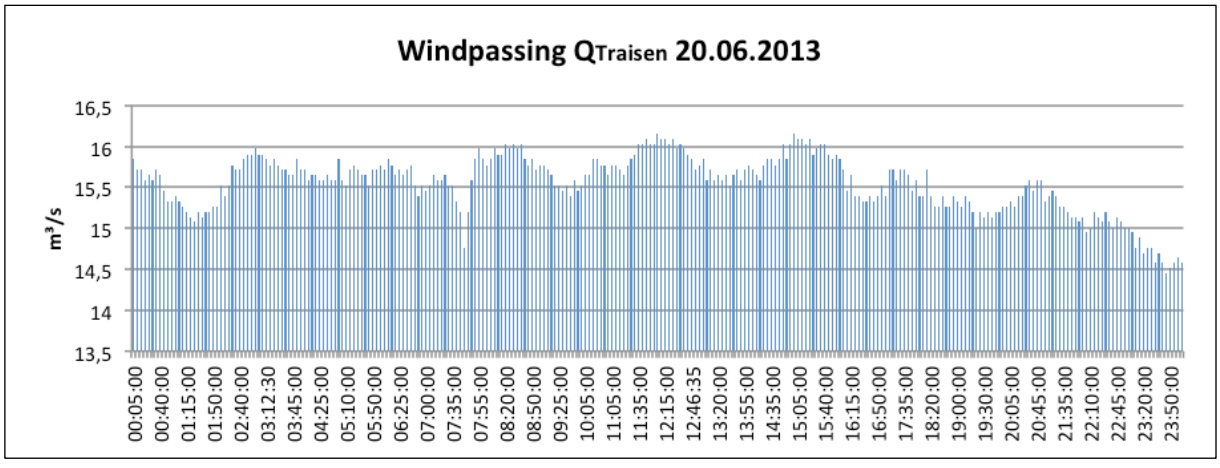


Abbildung 5 Abflusskennlinie 20.06.2013

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 das Entlastungsgerinne bzw. 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 Staubeeinflussung durch den Unterlieger festgestellt.

In den folgenden Überlegungen ist bei der Aufsummierung das Kraftwerk Luggau nicht enthalten, da es keine 2. Messung gibt. Eine Berücksichtigung von Luggau würde das Ergebnis verfälschen.

Überraschenderweise ist der Unterschied der Summe aller Fallhöhen zwischen dem Wasserbuch und der 1. Messung als signifikant zu bezeichnen. Inwieweit die geringe Abweichung vom geplanten Regelarbeitsbetrieb dies verursacht, ist mit den bisherigen Untersuchungen nicht auszusagen. Die Veränderung beträgt jedenfalls über den gesamten Werksbach rund 3,8% bzw. einen Fallhöhenverlust von rund 3,23 m bei der ersten Messung. Dies ist die Summe aller Kraftwerke M rechten Werksbach der Traisen (ausgenommen wurde Luggau).

Von der 1. Messung zur 2. Messung ergibt sich dann ein eher geringer Fallhöhenverlust der Gesamtfallhöhe von – 41 cm.

Die Flügelmessungen ergaben eine Variation der Wassermenge am jeweiligen Messtag. Daraus lässt sich in keinem Falle auf die Ergebnisse der Fallhöhen der Kraftwerke an den einzelnen Tagen schließen. So gibt es sowohl vor der Wasserburger Au, wie auch danach Kraftwerke mit höheren und niedrigeren Werten.

Jedenfalls ist eine eindeutige Aussage wie folgt zu treffen: Die Summe aller Fallhöhen ist bei einer Wassermenge zwischen 5,3 und 5,5 m^3 um knapp 4% geringer, als im Wasserbuch angegeben. Bis zu einer Wassermenge zwischen 5,3 und 6,3 m^3 (und höher) gibt es kaum noch signifikante Veränderungen. Dies kann als eindeutiger Trend festgestellt werden.

Tabelle 4 Fallhöhen im Vergleich: Wasserbuch, Erstaufnahme, 1. Messung am 15.05., 2. Messung am 20.06.

Nr.	P-Zahl	Name	Fallhöhen [cm]					
			Fallhöhe lt. Wasserbuch	1. Messung am 15.05.	2. Messung am 20.06.	Δ WB – 1. Messung	Δ WB– 2. Messung	Veränderung zw. 1.M & 2.M in %
1	P0017	WKA EVN Theresienhof	615,5	608	620	-1%	1%	2%
2	P0040	WKA EVN Luggau	1.008,1	983,3	**	-2%	**	**
3	P0197	WKA EVN Brunn	270	225	213	-17%	-21%	-4%
4	P0198	WKA EVN Aufeld	348,1	316,5	316,5	-9%	-9%	0%
6	P0028	WKA EVN Stattersdorf	450	413	406	-8%	-10%	-2%
7	P0019	WKA Salzer I	298	203	205	-32%	-31%	1%
8	P0009	WKA Salzer II	195,5	198	196	1%	0%	-1%
10	P0008	WKA Kittel - Zwetzbachermühle	156	133	133,5	-15%	-14%	0%
11	P1059	WKA Koprax	240	258	241	8%	0%	-7%
12	P0013	WKA Skarpil	140	147	145	5%	4%	-1%
20	P0292	WKA EVN Ratzersdorf	808,5	777	767	-4%	-5%	-1%
21	P0288	WKA Feldmühle	480	476	474	-1%	-1%	0%
23	P0278	WKA Kirchner	320	286	281	-11%	-12%	-2%
25	P0665	WKA Seilern	500	471	472	-6%	-6%	0%
29	PL0112	WKA Kittelmühle	260	282	276	8%	6%	-2%
30	PL0013	WKA Mantler	230	213,5	208	-7%	-10%	-2%
34	PL0151	WKA Kaba	290	315	312	9%	8%	-1%
43	PL0541	WKA EVN Oberndorf	2.023	2.076	2.085	3%	3%	0%
45	PL0074	WKA Martin Miller I	208	197	194,5	-5%	-6%	-1%
47	PL0068	WKA Martin Miller II Marktmühle	284	264	272	-7%	-4%	3%
50	PL0387	WKA EVN Stollhofen	450	385	385	-14%	-14%	0%
		Veränderung in %				**-3,8 %**	**-4,3 %**	
		Summe in cm	**8.567**	**8.244**	**8.203**	**-323**	**-364**	

Anmerkungen zur Tabelle: *… Keine Fallhöhe angegeben; ** … nicht in Betrieb/ keine Termin; *** … bauliche Situation Gebäude; **** … außer Betrieb

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. Wobei die 1. Messung sehr knapp an der Konsens-Wassermenge von 5 m^3 war.

In der folgenden Tabelle ist der Wert abgebildet, der am Messtag in Altmannsdorf gemessen wurde. Weiters finden sich in den nächsten Spalten, die dem Messtag zugewiesene Wassermenge Q im jeweiligen Abschnitt des Werksbaches gemäß „Tabelle 3 Zusammenfassung der Abflussmessungen und -abschätzungen am rechten Traisen-Werksbach“.

Tabelle 5 Wassermenge Abschnitt

Wasser im Abschnitt	Q	∆ Q	Q in [m³/s]		
	[m³/s]	[%]	Werksbach Wasserburg	Brücke unterhalb Kittel	OW Stollhofen
Wasserbuch	5	100%			
Messung 1	5,249	105%	5,6 – 5,7		5,02
Messung 2	6,336	127%		6,8	6,0[3]

[3] Der bei der Flügelmessung festgestellte Wert von 5,368 m^3 wurde zu einem Zeitpunkt gemessen, an dem er keinen Einfluss auf die Leistungsergebnisse der Kraftwerke hat. Deshalb wird mit einem Wert von 6 m^3 gerechnet.

Tabelle 6 Leistung in Abhängigkeit zur Dotation am rechten Werksbach

Kraftwerk	Wasser-buch	Δ Wasserbuch - 1. Messung		M1	Δ 1. Messung - 2. Messung		M 2	Standort-potential	Δ 1. Messung - Potential	
	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	P [kW]	ΔP [kW]	[%]
WKA EVN Theresienhof	230	13	6%	243	13	5%	256	242	1	1%
WKA EVN Luggau	420	-55	-13%	365	0	0%	0	396	-31	-8%
WKA EVN Brunn	100	-26	-26%	74	-12	-16%	62	106	-32	-30%
WKA EVN Aufeld	105	-3	-3%	102	-4	-4%	98	137	-35	-25%
WKA EVN Stattersdorf	170	-38	-22%	132	-8	-6%	124	177	-45	-25%
WKA Salzer I	126	-26	-21%	100	0	0%	100	117	-17	-14%
WKA Salzer II	64,72	-4,72	-7%	60	-5	-8%	55	77	-17	-22%
WKA Kittel - Zwetzbachermühle	65,46	-20,16	-31%	45,3	2,2	5%	47,5	61	-16	-26%
WKA Koprax	99	-4	-4%	95	-3	-3%	92	94	1	1%
WKA Skarpil	40	-2	-5%	38	-2	-5%	36	55	-17	-31%
WKA EVN Ratzersdorf	325	-20	-6%	305	43	14%	348	317	-12	-4%
WKA Feldmühle	150	-0,6	0%	149,4	-5,4	-4%	144	188	-39	-21%
WKA Kirchner	128	-25	-20%	103	2	2%	105	126	-23	-18%
WKA Seilern	214	1	0%	215	10	5%	225	196	19	10%
WKA Kittelmühle	151,3	-34,3	-23%	117	11	9%	128	102	15	15%
WKA Mantler	119,88	-42,88	-36%	77	-3	-4%	74	90	-13	-15%
WKA Kaba	105	-5	-5%	100	-3	-3%	97	114	-14	-12%
WKA EVN Oberndorf	980	-65	-7%	915	68	7%	983	794	121	15%
WKA Martin Miller I	100	-40	-40%	60	7	12%	67	82	-22	-26%
WKA Martin Miller II Marktmühle	90	-3	-3%	87	-1	-1%	86	111	-24	-22%
WKA EVN Stollhofen	189	-53	-28%	136	0	0%	136	177	-41	-23%
SUMME Altmannsdorf	3.972	- 454	-11%	3.519						
Sume Altmannsdorf ohne Luggau	3.552			3.154	109,8	3%[4]	3.264			

[4] Für die Leistungsberechnung der 2. Messung wird das Kraftwerk Luggau herausgenommen. Somit gilt als Vergleichswert aus der ersten Messung (gerechnet ohne Luggau) 3.154 kW

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
delta M1 – Pot … Differenz zwischen Messung 1 und dem theoretischen Standortpotential
Standortpotential … P=Q x h x g [kW]
SUMME Bereinigt …Bei unvollständigen Messreihen wurde dieses in der Gesamtbilanz nicht betrachtet.
** … nicht in Betrieb/ kein Termin

Bei der Messung 1 wurde durch die Kraftwerke am rechten Werksbach eine um 11% geringere Summe der Engpassleistung als im Wasserbuch angegeben gemessen. Im Vergleich der Messung 1 zu Messung 2 konnte jedoch eine Leistungssteigerung gemessen werden. Diese Steigerung von 3% liegt aber im niedrigen Bereich.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass bei einer Dotation von 5,3 m^3 die Engpassleistungen aus dem Wasserbuch nicht zu erreichen sind. Während im vorherigen Kapitel festgestellt wurden, dass die gesamte Fallhöhe um rund 3,8% niedriger ist, macht sich dies bei der Leistung um deutliche 11 % bemerkbar. Die Streuung der Unterschiede ist enorm. Eindeutig ist aber, dass nur drei Kraftwerke die Leistung aus dem Wasserbuch erreichen oder übertreffen:

- WKA EVN Theresienhof
- WKA Seilern
- WKA Feldmühle

Einige Kraftwerke sind deutlich von den im Wasserbuch angegeben Leistungen entfernt.

Bei höherer Dotation (hier 6,3 m^3) zeigt sich in der 2. Messung eine Leistungssteigerung um knappe 3%. Wobei 8 der Kraftwerke eine Verbesserung der Leistung hatten und 11 eine Verschlechterung. Insgesamt gab es aber einen positiven Trend.

Von den 21 Kraftwerken sind lediglich 5 Kaplanturbinen. Der Rest sind – mit einer Ausnahme – ältere Francisturbinen, welche grundsätzlich im Bereich ihrer Auslegung am effektivsten sind und kaum flexibel auf unterschiedliche Wassermengen reagieren können. Von den 8 Kraftwerken, welche positiv auf die höhere Wassermenge reagiert haben, sind 4 Kaplanturbinen. Also 80% der im Werksbach befindlichen Kaplan-Turbinen haben eine Leistungssteigerung bei Mehrwasser. Von den Francisturbinen reagieren 25 % positiv auf die höhere Wassermenge.

Es kann festgestellt werden, dass bei 5,3 m^3 die im Wasserbuch angegebenen Leistungen nicht erreicht werden. Bei höherer Wassermenge von bis zu 6,3 m^3 kommt es zu einer Leistungssteigerung, die jedoch deutlich vorteilhafter für Kraftwerke mit Kaplanturbinen ausfällt.

3.4 Dotation und Schluckvermögen

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

Tabelle 7 Dotation und Schluckvermögen | Messung 1

1. Messung | 15.05.2013 Rechter Werksbach							
P-Zahl	**WKA Bezeichnung**	**Engpass-leistung [kW]**	**Gem. Leistung [kW]**	**Öffnung Leitapparat [%]**	**Fallhöhe Differenz [cm]**	**Messung 15.05.2013 [m^3/s]**	**Schluck-vermögen [m^3/s]**
P0017	WKA EVN Theresienhof	230	243	100%	-7,50	5,249	5,5
P0040	WKA EVN Lugau	420	365	73%	-25,10	4,985	5,5
P0197	WKA EVN Brunn	100	74	100%	-45,00	5,249	4,9
P0198	WKA EVN Aufeld	105	102	100%	-31,60	5,249	5
P0028	WKA EVN Stattersdorf	170	132	89%	-37,00	5,249	5
P0019	WKA Salzer I	126	100	100%	-95,00	5,249	4,5
P0009	WKA Salzer II	64,72	60	100%	2,50	5,249	5,25
P0008	WKA Kittel, Zwetzbachermühle	65,46	45,3	86%	-23,00	5,249	5,5
P1059	WKA Koprax	99	95	94%	18,00	5,249	5,5
P0013	WKA Skarpil	40	38	k.A.	7,00	5,249	5
P0292	WKA EVN Ratzersdorf	325	305	90%	-31,50	5,249	5,5
P0288	WKA Feldmühle	150	149,4	100%	-4,00	5,249	4,5
P0278	WKA Kirchner	128	103	80%	-34,00	5,249	5,5
P0665	WKA Seilern	214	215	93%	-29,00	5,2	5,2
PL0112	WKA Kittelmühle	85,1	117	k.A.	k.A.	5,7	7,55
PL0013	WKA Mantler	50,74	68	100%	-16,50	5,7	6,58
PL0151	WKA Kaba	105	100	100%	k.A.	5,7	5,25
PL0541	WKA EVN Oberndorf	980	915	94%	53,00	5,7	5,75
PL0074	WKA Martin Miller I	100	60	100%	-11,00	5,7	5,5
PL0068	Marktmühle	90	48	100%	-20,00	5,7	4
PL0387	WKA EVN Stollhofen	189	136	95%	-65,00	5,022	4,5

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 m^3/s beginnt.

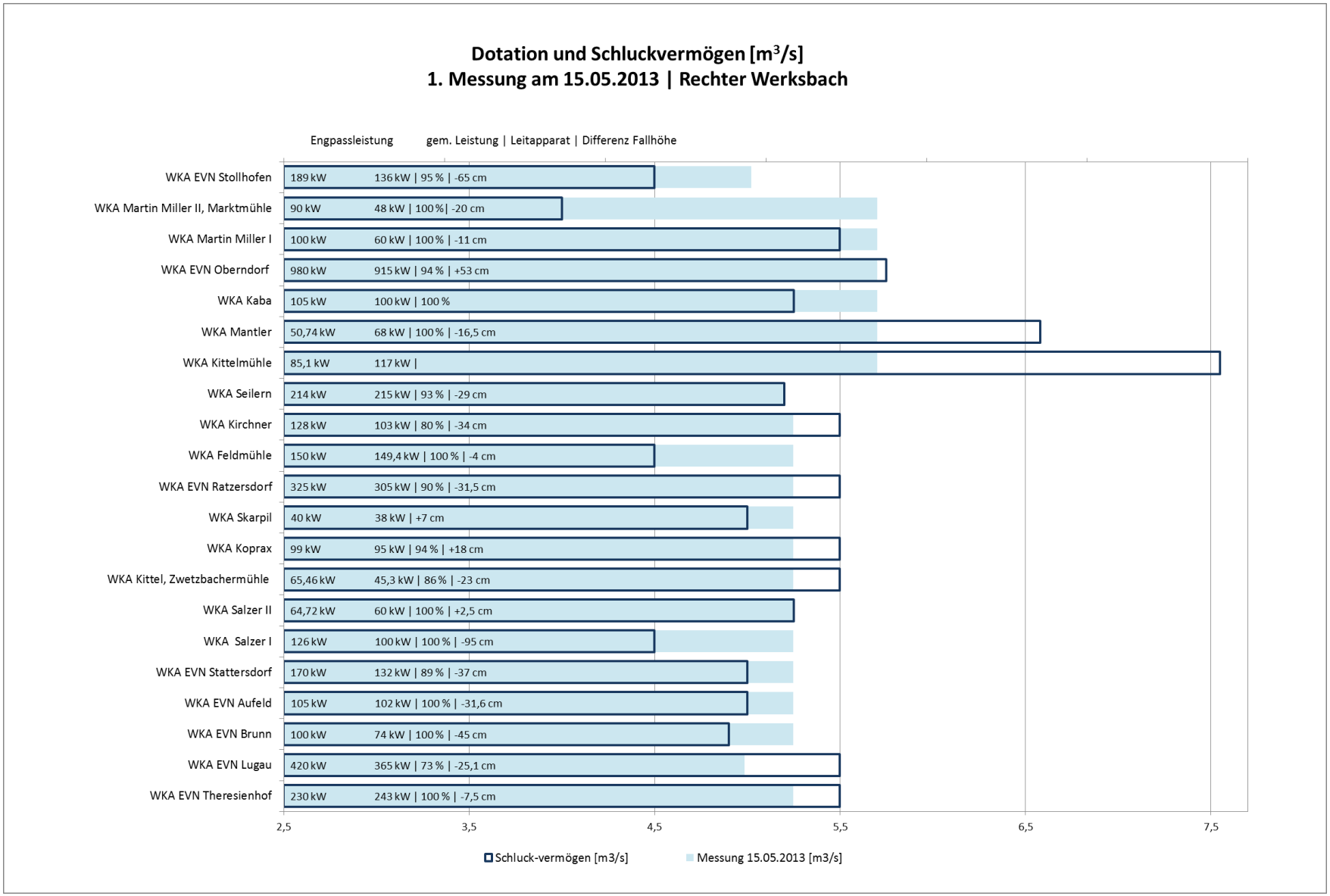
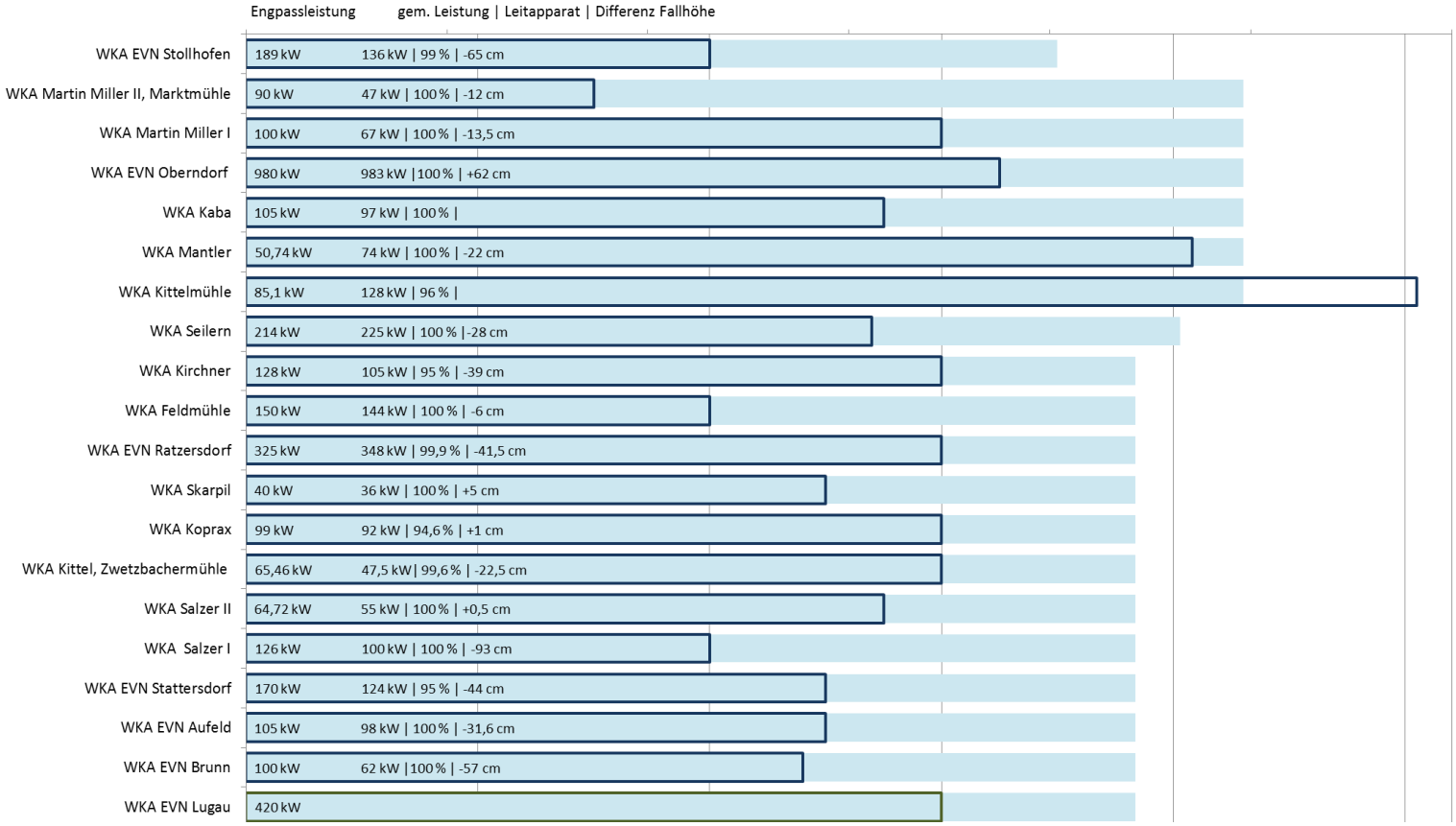


Abbildung 6 Dotation und Schluckvermögen | Messung 1

Dotation und Schluckvermögen [m³/s]
2. Messung am 20.06.2013 | Rechter Werksbach



4 AUSWERTUNG DER MESSUNG

4.1 Energieertrag theoretisch im Regeljahr

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

Tabelle 9 Summendarstellung der Auswertungen aus dem Dotationsversuch vs. Regelbetrieb

Rechter Werksbach	WB	Δ W-M1		Messung 1	Δ M1-M2		Messung 2	Standort-potential
	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	ΔP [kW]	[%]	P [kW]	P [kW]
SUMME	3.972	-454	-11%	3.519	110	3%	3.264	3757
SUMME bereinigt	3.552	-399	-11%	3.154	110	3%	3.264	3757

Werte ohne Luggau

Aufgrund der Interviews kann über den Status folgendes berichtet werden:

- Derzeitiges gesamte RAV am rechten Werksbach (o. Luggau) 20.4
- Derzeitiges gesamte Engpassleistung am Werksbach laut WB (o. Luggau)
- Derzeitiges gesamte RAV am rechten Werksbach (mit Luggau) 22.7
- Derzeitiges gesamte Engpassleistung am Werksbach laut WB (inkl. Luggau)

Der Energieertrag bei bestehender Technik wäre maximal, wie folgt:

- Potentielle Engpassleistung am Werksbach[5]:
- Theoretischer Energieertrag bei 6.000 Volllaststunden 23.8
- durchschnittliches Schluckvermögen am Werksbach
- Gesamte Fallhöhe am Werksbach (o. Luggau)
- Gesamte Fallhöhe am Werksbach (inkl. Luggau)

Das theoretische Potential ist sehr einfach gerechnet und bezieht sich auf die Technologie mit einer sehr guten Gesamtwirkungsgrad von 80% und einer optimalen zeigt, dass eine Steigerung von 5% realistisch ist.

Steigerung RAV bei bestehender Technologie in % = 23.820/22.756 = 105 %

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

[5] Gesamtwirkungsgrad von 80% inkl. Luggau

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

- Theoretischer Energieertrag bei 6.000 Volllaststunden 23.820 MWh/a
- Leistungssteigerung im Vergleich zum Status 5 %

Alle bisherigen Überlegungen gehen von einer statischen Dotation in der Höhe von 5,35 m^3/s aus, weil dies dem durchschnittlichen Schluckvermögen aller Kraftwerke am rechten 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 Leistung 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 10 Gesamtwirkungsgrade

	η bei Q1 [%]	η bei Q2 [%]	P bei Q1 [kW]	P bei Q2 [kW]
KW EVN Theresienhof	77,62%	66,43%	243	256
KW EVN Luggau	75,91%		365	
KW EVN Brunn	63,87%	46,83%	74	62
KW EVN Aufeld	62,59%	49,82%	102	98
KW EVN Stattersdorf	62,07%	49,14%	132	124
KW Salzer I	95,67%	78,48%	100	100
KW Salzer II	58,85%	45,15%	60	55
KW Kittel, Zwetzbachermühle	66,15%	57,24%	45,3	47,5
KW Koprax	71,51%	61,42%	95	92
KW Skarpil	50,20%	39,94%	38	36
KW EVN Ratzersdorf	76,23%	73,00%	305	348
KW Feldmühle	60,95%	48,88%	149,4	144
KW Kirchner	69,94%	60,12%	103	105
KW Seilern	89,48%	74,41%	215	225
KW Kittelmühle	74,20%	69,52%	117	128
KW Mantler	56,96%	53,33%	68	74
KW Kaba	56,77%	46,61%	100	97
KW EVN Oberndorf	78,82%	70,68%	915	983
KW Martin Millder I	54,47%	51,64%	60	67
KW Martin Miller II Marktmühle	32,52%	25,90%	48	47
KW EVN Stollhofen				

Je geringer der Wert, desto schlechter war die Leistung im Verhältnis zur Wassermenge und zur Fallhöhe der am Messtag erhobenen Werte. Wirkungsgrade von 80% können bei modernen Kraftwerken erzielbar sein. Werte, welche deutlich über 80 % gehen sind zu hinterfragen und dürften einen Dokumentationsfehler aufweisen.

Vergleicht man die Werte so, kommt man zum Ergebnis, dass die Leistungssteigerung nicht im selben Verhältnis mit einer Veränderung von Q bzw. FH waren. Es zeigt sich auch hier, dass Kaplanturbinen einen leichten Vorteil aufweisen.

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: 29,2 km
- Distanz zwischen WKA EVN Theresienhof und WKA EVN Stollhofen: 28,38 km

- Absolute Höhe des Oberwasserspiegels bei WKA EVN Theresienhof: 292,7 müA
- Absolute Höhe des Unterwasserspiegels bei WKA EVN Stollhofen: 187,6 müA
- Differenz zwischen WKA EVN Theresienhof und WKA EVN Stollhofen in m: 105,1 m
- Technische Fallhöhe aller Kraftwerke am Werksbach (o. Luggau) 82,44 m
- Fallhöhe der freien Fließstrecke: 22,71 m

- Durchschnittliches Gefälle zwischen Theresienhof und Stollhofen: 3,70 ‰
- Durchschnittliches Gefälle der freien Fließstrecke: 0,93 ‰

4.3.1 Übersicht Fließstrecke, Gefälle, Fallhöhe

Tabelle 11 Fließstrecke, Fallhöhe, Fließstrecke und Gefälle zwischen den Kraftwerken

P-Zahl	WB-ID	Name	ΔFließstrecke	ΔFallhöhe M1	Gefälle M1	ΔFallhöhe M2	Gefälle M2
			[km]	[m]	[‰]	[m]	[‰]
P0017	177809	WKA EVN Theresienhof					
			1,26	0,47	0,37	0,49	0,39
P0197	177897	WKA EVN Brunn					
			1,03	0,51	0,50	0,56	0,54
P0198	177898	WKA EVN Aufeld					
			1,06	0,88	0,83	0,95	0,90
P0028	177818	WKA EVN Stattersdorf					
			1,15	0,575	0,50	0,54	0,47
P0019	177810	WKA Salzer I					
			0,28	0,64	2,29	0,66	2,36
P0009	177805	WKA Salzer II					
			0,71	0,375	0,53	0,425	0,60
P0008	177804	WKA Kittel,					
			0,23	0,35	1,52	0,405	1,76
P1059	1000125 317	WKA Koprax					
			0,28	0,275	0,98	0,41	1,46
P0013	177807	WKA Skarpil					
			2,56	3,205	1,25	3,18	1,24
P0292	177954	WKA EVN Ratzersdorf					
			1,28	0,685	0,54	0,73	0,57
P0288	177952	WKA Feldmühle					
			1,96	3,29	1,68	3,28	1,67
P0278	177942	WKA Kirchner					
			1,38	2,07	1,50	2,07	1,50

P0665	178214	WKA Seilern					
			3,03	1,39	0,46	1,46	0,48
PL0112	178304	WKA Kittelmühle					
			0,495	0,15	0,30	0,21	0,42
PL0013	178256	WKA Mantler					
			1,095	1,93	1,76	1,99	1,82
PL0151	178324	WKA Kaba					
			7,107	2,79	0,39	2,70	0,38
PL0541	178470	WKA EVN Oberndorf					
			1,433	0,67	0,47	0,70	0,49
PL0074	178289	WKA Martin Miller I					
			0,24	0,13	0,56	0,16	0,69
PL0068	178287	WKA Martin Miller II					
			1,8	2,32	1,29	2,21	1,23
PL0387	178435	WKA EVN Stollhofen					

4.3.2 Kraftwerke mit kürzester Fließstrecke zum Oberlieger

Der Durchschnittswert für die Fließstrecke am rechten Werkskanal beträgt 1,49 km (Kraftwerk-Fließstrecke-Kraftwerk).

Tabelle 12 Kürzeste Fließstrecke vom Unterlieger zum Oberlieger

Oberlieger	Gefälle M1 [‰]	Δ Fließstrecke [km]	Unterlieger
WKA Kittel	1,52 ‰	230 m	WKA Koprax
WKA Martin Miller I	0,56 ‰	240 m	WKA Martin Miller II
WKA Salzer I	0,64 ‰	280 m	WKA Salzer II
WKA Koprax	0,98 ‰	280 m	WKA Skarpil
WKA Kittelmühle	0,30 ‰	495 m	WKA Mantler

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 keinen der Anlagen ist dies möglich.

4.3.3 Kraftwerke mit geringster Höhendifferenz zum Oberlieger

Der Durchschnittswert für die Fließstrecke am rechten Werkskanal beträgt 119 cm Höhendifferenz auf der Fließstrecke zwischen zwei Kraftwerken.

Bei Fallhöhenunterschieden von weniger als 20 cm sind Beeinflussungen vorgegeben. Die Beeinflussung verstärkt sich mit der Nähe der beiden Kraftwerke zueinander.

Tabelle 13 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberlieger, Messung 1

Oberlieger	∆ Fallhöhe M1 [m]	Gefälle M1 [‰]	Unterlieger
WKA Martin Miller I	0,135 m	0,56 ‰	WKA Martin Miller II
WKA Kittelmühle	0,15 m	0,30 ‰	WKA Mantler
WKA Koprax	0,275 m	0,98 ‰	WKA Skarpil
WKA Kittel	0,35 m	1,52 ‰	WKA Koprax
WKA Salzer II	0,375 m	0,53 ‰	WKA Kittel

Tabelle 14 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberlieger, Messung 2

Oberlieger	∆ Fallhöhe M2 [m]	Gefälle M2 [‰]	Unterlieger
WKA Martin Miller I	0,165 m	0,69	WKA Martin Miller II
WKA Kittelmühle	0,21 m	0,42	WKA Mantler
WKA Kittel	0,405 m	1,76	WKA Koprax
WKA Koprax	0,41 m	1,46	WKA Skarpil
WKA Salzer II	0,425 m	0,60	WKA Kittel

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 an Gefälle auf der Fließstrecke beträgt 0,93 ‰. Der untere Grenzwert liegt bei ca. 0,3 ‰.

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

Tabelle 15 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 1

Oberlieger	∆Fallhöhe M1 [m]	Gefälle M1 [‰]	Unterlieger
WKA Kittelmühle	0,15 m	0,30 ‰	WKA Mantler
WKA EVN Theresienhof	0,47 m	0,37 ‰	WKA EVN Brunn
WKA Kaba	2,79 m	0,39 ‰	WKA EVN Oberndorf
WKA Seilern	1,385 m	0,46 ‰	WKA Kittelmühle
WKA Oberndorf	0,67 m	0,47 ‰	WKA Martin Miller I

Tabelle 16 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 2

Name	dFallhöhe M2 [m]	Gefälle M2 [‰]	Unterlieger
WKA Kaba	2,7 m	0,38 ‰	WKA EVN Oberndorf
WKA EVN Theresienhof	0,49 m	0,39 ‰	WKA EVN Brunn
WKA Kittelmühle	0,21 m	0,42 ‰	WKA Mantler
WKA EVN Stattersdorf	0,54 m	0,47 ‰	WKA Salzer I
WKA Seilern	1,46 m	0,48 ‰	WKA Kittelmühle

4.3.5 Gefahrenstellenliste rechter 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 die Uferböschungen, Baumaßnahmen, Sedimentierung. Auch Tiere wie der Biber stellen ein Gefahrenpotential für den freien Abfluß dar. Wir unterscheiden Stellen entlang der Fließstrecke und innerhalb der Kraftwerke.

Bei der Fließstrecke zeigen sich einerseits neuralgische Punkte

a) bei festem Uferverbau durch
   - zu geringes Freiboard:
     - Werksgelände Martin Miller
     - Werksgelände Salzer
     - Stadtstrecke Herzogenburg
     - Stadtstrecke St. Pölten
   - zu tiefliegende Brücken
     - in St. Pölten
     - in Herzogenburg
     - in Traismauer

b) bei natürlichem Ufer entlang von Dämmen oder Spundungen:
   - durch Biber
   - Holz und Wurzelbildung
   - Natürliche Durchsickerung und Erd- und Grundbruch

c) bei Auslässen, z. B. Wasserburger Au

Innerhalb der Kraftwerke sind es vorallem:

a) zu geringes Schluckvermögen der Turbinen
b) zu kleine Grundschütz
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 Oberflächenwässer. Durch eine höhere Wasserspiegellage kann es in Ausnahmefälle leichter zu Verklausungen an neuralgischen Punkten kommen. Dies ist zu vermeiden. Rot markierte Bereiche wurden als besonders aufmerksamkeitserregend eingestuft.

Tabelle 17 Gefahrenstellen OW und UW

P-Zahl	Name	Probleme OW	Probleme UW
P0017	WKA EVN Energie-Theresienhof	Nein	Überleitung in Luggau, Grundschütz muss eingestellt werden.
P0019	WKA Salzer I	Lilienhof, Kurve im Kraftwerksbereich, Richtung Stattersdorf 500m	Keine, aber Rückstau dadurch Leistungsverluste innerhalb der Salzer Werke
P0009	WKA Salzer II	Alles innerhalb der Fabrik	Ja, ca. 300m unterhalb, ab Bundesstraße SPÖ/Zentrale bis Kittel, Freiboard sehr gering, dort derzeit Felder
P0288	WKA Feldmühle	Okay	Nein, Freiboard zu gering, schlechte Uferbefestigung, Gefahrenraum=Augebiet
P0278	WKA Kirchner	vom Krafthaus ca. 150m flussaufwärts, Betonwände okay, danach ca. 50m Holzwände (Piloten), Bach zu schmal, Wasseraustritt	Rückstau ca. 25cm durch Gewölbebrücke, ca. 100m nach Krafthaus
PL0013	WKA Mantler	Nein, aber mögl. Ausrinnen in den Kanal bei Brücke im OW, ca. 250m	Engstelle im UW ehem. Kraftwerk Karl-Grundmannstr.
PL0151	WKA Kaba	Es liegt ein Werksfenster ca. 10cm oberhalb WSP	k.A Werkskanal verläuft auf im UW unter der Kaba+Eisenguss, Abmessungen unbekannt
PL0541	WKA EVN Oberndorf	Ja, weiter oben, bei Überführung, Gerinne ist zu klein teilw. Bei 5m³/s nur noch 10cm Platz	Nein
PL0387	WKA EVN Stollhofen	Nein	in der Au unterhalb, Probleme mit Siphon

Für die Problemstellen wurden durch Beobachtungen bei der Besichtigung und in enger Zusammenarbeit mit den Kraftwerksbetreibern erhoben. Rot markierte Bereiche wurden als besonders aufmerksamkeitserregend eingestuft.

Kraftwerke mit Umbau-Bedarf am rechten Kanal

P-Zahl	Name	6,5m³/s möglich
P0040	WKA EVN Luggau	Problem mit Entlastung, Regelung umstellen
P0198	WKA EVN Brunn	Ja, anpassen der Regelung notwendig (Schütz), bei Stromaus-Zahnstangenantrieb
P0028	WKA EVN Stattersdorf	Ja, Umbau: Antrieb/Regelung für Entlastungsorgane, Turbine am Maximum
P0292	WKA EVN Ratzersdorf	Ja, Umbau notwendig, Regelung
P0288	WKA Feldmühle	Problem, da hydraulisch Schütz/Klappe eng! Wirtschaftlich negativ, Rückstau
P0278	WKA Kirchner	Durchgang durch Turbine 5,5m³/s
PL0013	WKA Mantler	Ja, aber Staumaß wird nicht eingehalten, daher wirt. negativ, Rückstau durch ehem. Bauwerk im OW
PL0151	WKA Kaba	Nein, da Freiboard klein, bauliche Maßnahme notwendig
PL0541	WKA EVN Oberndorf	Ja, Umbau im OW dringend notwendig
PL0074	WKA Martin Miller I	Nein, Die Entlastung ist nicht gegeben, Gegengewicht kl. zu klein dim., bei Schnellschluss, Überschwemmung im OW
PL0387	WKA EVN Stollhofen	Ja, bei Umbau

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

- Im Bereich Stadt Stattersdorf, Ratzersdorf durch geringes Freiboard und knappe Brücken
- Fließstrecke Luggau, Freiboard an natürlicher Kanalböschung
- Werksgelände Salzer
- Werksgelände Martin Miller
- PL 0013, Mantler, OW Brücke, Freiboard bei Bootsausstieg
- Engstelle bei PL0013, ehem. KW UW 300m Mantler in Karl-Grundmannstraße

Zudem kommt es in folgenden Bereichen zu Wasserverlusten:

- Wasserburger Au

Die Gefahrenliste 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.

Zur Absicherung der Gefahrenstellen soll in vorgelagerten Ablässen einen 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 ein 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 regieren 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 18 Kosten Generalsanierung mit RAV neu

	Engpass leistung	Typ	Bau-jahr	hyd. Poten.	Kosten der General-sanierung	RAV - alt	%	RAV-neu
WKA XY	230	Francis	1910	242	726.000	1.400.000	30%	1.820.000
WKA XY	420	Francis	1910	396	1.188.000	2.300.000	30%	2.990.000
WKA XY	100	Francis	1905	106	318.000	480.000	30%	624.000
WKA XY	105	Francis	1907	137	411.000	700.000	30%	910.000
WKA XY	170	Francis	1914	177	531.000	900.000	30%	1.170.000
WKA XY	126	Francis	1937	117	351.000	669.679	30%	870.583
WKA XY	64,72	Francis	1919	77	231.000	314.000	30%	408.200
WKA XY	65,46	Francis	1925	61	183.000	340.773	30%	443.005

WKA XY	99	Francis	2012	94		580.000		580.000
WKA XY	40	Francis	X	55	165.000	291.700	30%	379.210
WKA XY	325	Kaplan	2007	317		2.100.000		2.100.000
WKA XY	150	Francis	1908	188	564.000	1.056.890	30%	1.373.957
WKA XY	128	Kaplan	1966	126	189.000	5.746.403	20%	6.895.684
WKA XY	214	Kaplan	1983	196	294.000	1.451.300	10%	1.596.430
WKA XY	151,3	Francis	1958	102	306.000	700.000	30%	910.000
WKA XY	119,88	Kaplan	1961	90	135.000	500.000	10%	550.000
WKA XY	105	Francis	1929	114	342.000	778.589	30%	1.012.166
WKA XY	980	Kaplan	1986	794	1.191.000	580.000	10%	638.000
WKA XY	100	Francis	X	82	246.000	520.000	30%	676.000
WKA XY	90	Francis	1994	111	333.000	468.000	30%	608.400
WKA XY	189	Francis	1921	177	531.000	860.000	30%	1.118.000
					Summe	**23 GWh**		**28,4 GWh**

Die Schätzung geht von Kosten im Ausmaß von insgesamt knapp 10 Mio. € für die Sanierung der maschinenbaulichen Teile 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 er 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 sich 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 21 Kraftwerke: ca. 10 Mio. €
- Bisherige Einnahmen: 23.000 MWh*36 €/MWh[6] 828.000 €

[6] Aufgrund der Varianz in der Einspeisung wurde die Annahme 100% Einspeisung gewählt.

- Zukünftig inkl. ÖMAG (Mischform): 28.400*70 €/MWh 1.988.000 €

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 29,2 km lang, inklusive dem Kraftwerk Luggau handelt es sich um 21 Kraftwerke. Jeder Betreiber hat lt. Statuten die Uferhaltung (Räumung und Instandhaltung) für eine vereinbarte Strecke in Eigenverantwortung zu betreuen. Es verbleiben 29,2 km – 6,3 km = 22,9 km Kanal. Bei 9 Kraftwerken wurde im Ober-, bzw. Unterwasser ein Sanierungsbedarf festgestellt, mit einer durchschnittlichen Kanallänge je Kraftwerk von 1,1 km ergibt sich so eine mittlere Kanallänge mit betroffenen Stellen von 9,8 km. 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. 2 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. 1000 m beidseitig; 200 €/m^2 800.000 €
- Unverbaute Strecke ca. 1000 m beidseitig; 100 €/m^2 400.000 €

Die Berechnung der zu sanierenden Kanallänge beruht auf Annahmen, es handelt sich dabei um eine Grobabschätzung. Nicht näher betrachtet und kalkuliert sind Sperrbauwerke wie Brücken oder diverse Leitungen. Sind Änderungen an solchen Bauwerken notwendig sind erhebliche Mehrkosten zu veranschlagen.

Aus unserer Sicht ist keine einzige Stelle identifiziert worden, bei der eine Uferbefestigung sofort notwendig wäre.

5 EMPFOHLENE MASSNAHMEN

Folgende Maßnahmen werden für die weitere Vorgehensweise empfohlen:

1. Weitere Messungen am Kanal
2. Sanierung der Wehranlage & des Einlaufbauwerks in Altmannsdorf, sowie Errichtung der Fischaufstiegshilfe
3. Prüfung der Wasserrechte am Kanal
4. Revitalisierungsoffensive der Kraftwerke

5.1 Weitere Messungen am Kanal

Am rechten Kanal wurde im Vergleich zum linken Kanal bei der Messung 1 am Einlaufbauwerk ein vergleichsweise normales Q von 5,249 m³/s gemessen. Diese Wassermenge liegt nahe dem im Wasserbuch als Normalwasser angegebene Wassermenge. Eine nachträgliche dritte Messung mit Q=5m³/s als dritten Messpunkt wird hier nicht empfohlen, obgleich jede Über- oder Unterdotierung Einfluss auf die Ergebnisse der Leistungs- und Fallhöhenmessung hat. Der Unterschied von den Wasserbuchwerten zu den gemessenen Leistungen bei Messung 1 liegt bei -11% und stellt somit keine beträchtliche Reduktion ausgelöst durch eine etwaige Überdotation dar. Es sei angemerkt das es sich bei dieser Untersuchung nicht um eine Detailanalyse handelt, Gründe für die Leistungsreduktion können nur generell dargestellt werden. Die Reduktion ist bei einer Vielzahl der Kraftwerke durch die bauliche Situation, Verklausungen der Turbine oder des Rechens durch Treibgut verursacht. Fallhöhenverlust sind durch Anlandungen (Sand und Schotter) im Ober- bzw. Unterwasserbereich oder bauliche Maßnahmen welche zu verjüngenden der Kanalbreite (Brücken und Durchleitungen) und damit zu einem Rückstau führen verursacht.

Auf Basis dieser Erkenntnis werden folgenden Messungen empfohlen:

- Messung bei 3,5 m³/s: Als Feststellung, ob die Kraftwerke noch ordnungsgemäß betrieben werden können
- Messung bei 4,5 m³/s bzw. bei 5 m³/s und weitere Messungen zur Suche nach der maximalen Leistungsfähigkeit

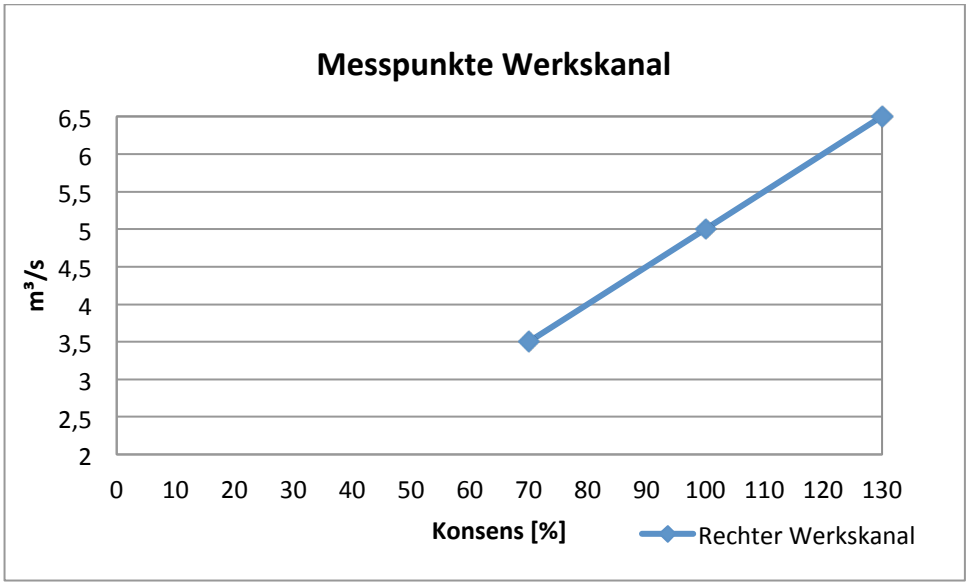


Abbildung 8 Messpunkte bei unterschiedlichem Wasserdargebot

5.2 Prüfung der Wasserrechte

Für die Konsensverhandlungen gehören alle 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 Altmannsdorf soll für den Zweck der dynamischen Dotierung umgebaut werden. Einerseits um die Restwasserabgabe zu ermöglichen (Fischaufstieg) und andererseits um eine dynamische Dotation im Kanal zu ermöglichen.
Die Altmannsdorfer Wehr ist seit den 1920er-Jahren nahezu unverändert. Jetzt sind einige Sanierungen dringend erforderlich. Zudem steht die Errichtung einer Fischaufstiegshilfe aufgrund der Wasserrahmenrichtlinie bevor. Die dringendste Sanierung an der Wehranlage ist die Errichtung einer Stahlbetonvorsatzschale vor der bestehenden Wehrmauer, da Mauerausbrüche jederzeit passieren können. Zudem ist im Unterwasserbereich der Kolk zu schützen. Eine Stauzielerhöhung ist an der Wehranlage nicht vorgesehen.

Die Errichtung der Fischaufstiegshilfe soll entlang des Einlaufbauwerks und dieses unterführen. Der Einstieg in die Fischaufstiegshilfe ist im Bereich des Wehrkolks. Die Auslegung der Fischaufstiegshilfe erfolgt nach Leitfaden der Landesregierung und lässt den Aufstieg eines Huchens mit 80 Länge cm zu.

Die Untersuchungen am Ausleitungsbauwerk zeigten, dass dieses für die aktuellen Anforderungen zu seicht bzw. zu schmal ist. Dies sollte mit der Errichtung der FAH korrigiert werden.

- Kostenschätzung der Erweiterung des Einlaufbauwerkes: 100.000 €
- Kostenschätzung der Sanierung der Wehranlage: 650.000 €
- Kostenschätzung der Errichtung der Fischaufstiegshilfe: 590.000 €

5.4 Revitalisierungsoffensive

Der theoretische Ertrag auf Basis der Wasserbuchdaten versus dem tatsächlichen Ertrag liefert ein deutliches Bild, einige WKA's laufen weit unterem ihrem Potential. Eine Revitalisierungsoffensive soll dazu dienen diese Potentiale zu heben. Wohlgemerkt wird einigen Betreibern das noch vorhandene Potential bereits bekannt sein, dieses aber auf Grund der fehlenden Wirtschaftlichkeit aber nicht realisieren.

6 POTENTIAL DER REVITALISIERUNG

Tabelle 19 Revitalisierungspotential

Nr.	Kraftwerk	W.buch	Messung 1	M2	Standort-potential [7]	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]
30	WKA Mantler	119,88	77	74	119	-42	-35%	500.000	175.849
45	WKA Martin Miller I	100	60	67	90	-30	-33%	540.000	179.122
10	WKA Kittel, Zwetzbachermühle	65,46	45,3	47,5	67	-22	-33%	340.773	111.519
12	WKA Skarpil	40	38	36	55	-17	-31%	291.700	89.927
3	WKA EVN Brunn	100	74	62	104	-30	-29%	480.000	137.899
8	WKA Salzer II	64,72	60	55	81	-21	-26%	314.000	80.108
23	WKA Kirchner	128	103	105	138	-35	-25%	574.640	146.130
4	WKA EVN Brunn	105	102	98	137	-35	-25%	700.000	177.285
6	WKA EVN Stattersdorf	170	132	124	177	-45	-25%	900.000	227.217
29	WKA Kittelmühle	151,3	117	128	154	-37	-24%	633.000	152.260
47	WKA Martin Miller II, Marktmühle	90	87	86	111	-24	-22%	486.000	106.591
34	WKA Kaba	105	100	97	119	-19	-16%	778.589	126.973
2	WKA EVN Luggau	420	365	0	435	-70	-16%	2.300.000	370.719
50	WKA EVN Stollhofen	189	136	136	159	-23	-14%	860.000	124.041
20	WKA EVN Ratzersdorf	325	305	348	349	-44	-13%	2.100.000	264.656
21	WKA Feldmühle	150	149,4	144	170	-20	-12%	1.056.890	125.423
1	WKA EVN Theresienhof	230	243	256	266	-23	-9%	1.400.000	119.485
11	WKA Koprax	99	95	92	104	-9	-8%	580.000	48.114
7	WKA Salzer I	126	100	100	105	-5	-5%	669.679	33.354
43	WKA EVN Oberndorf	980	915	983	913	2	0%	5.800.000	0
25	WKA Seilern	214	215	225	204	11	5%	1.451.300	0
								22,7 GWh	**2,8 GWh**

[7] P=(QT1+T2)*9,81*h*0,8

Für die Abschätzung des Revitalisierungspotentials wurden die gemessenen Leistungen den historischen Werten aus dem Wasserbuch gegenübergesetzt. 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.

In dem vorhergehenden Kapitel der Wirtschaftlichkeitsberechnung ergibt sich für den gesamten Kanal ein RAV revit. von 28,4 GWh, im Vergleich dazu liefert die Revitalisierungstabelle in Summe 25,5 GWh. Diese Differenz beruht auf der extremeren Annahme der Wirtschaftlichkeit, dass alle Maschinen auf Kaplan getauscht und dadurch die Volllaststunden erhöht werden können. Diese Maßnahmen heben das RAV Potential auf ca. 30% pro Kraftwerk.

7 CONCLUSIO

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

Ist eine Mehrdotation theoretisch sinnvoll?

Es zeigt sich, dass in Summe eine höhere Leistung bei 6,3 m^3 erreicht wird, als bei 5,3 m^3.

Zu einer exakteren Aussage wären zumindest noch Messungen bei folgenden Wassermengen im Werksbach notwendig:

- 3,5 m^3
- 4,75 m^3
- 5,50 m^3

Besonders wichtig erscheint hier trotzdem 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.

Der Versuch hat gezeigt, dass 80% aller eingebauten Kaplan-Turbinen positiv auf eine höhere Wassermenge reagieren. Lediglich 20% der Francis-Turbinen reagierten positiv auf eine höhere Dotation.

Ist eine Mehrdotation praktisch möglich?

Das Einlaufbauwerk an der Altmannsdorfer Wehr ist nicht in der Lage unter üblichen Umständen eine höhere Dotation in den Werksbach einzubringen. Dafür ist sie zu seicht und zu schmal. Es erscheint schon fraglich, ob der Regelbetrieb mit der derzeitigen Geometrie ganzjährig möglich ist.

Die Beobachtungen an der Fließstrecke zeigten, dass eine Dotation höher als der Konsens für die Ausleitung aus der Traisen von 5 m^3/s für den rechten Werksbach ohne Komplikationen hydraulisch über die gesamte Strecke abführbar ist. Dabei gibt es gewisse Unsicherheiten im Bereich der Wasserburger Au. Dort kommuniziert der Werksbach mit der Au und es lässt sich nur schwer nachvollziehen, ob es Wasserzugaben oder Wasserabgaben gibt.

Die Versuche an den Tagen der Flügelmessungen lassen jedenfalls den Schluss zu, dass eine Wasserführung von 6,5 m^3 im rechten Werksbach zumeist keine Risiken für Anrainer am Bach verursachen würde. Schon heute dürfte bei Starkregenereignissen oder durch andere Einleiter verursacht, eine höhere Dotation im Werksbach vorzufinden sein.

Sollte jedoch ein höherer Konsens an der Altmannsdorfer 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 21 Kraftwerke des Verbandes zeigt sich, dass rund die Hälfte der Betreiber eine kontinuierliche Wasserführung von 6,5 m^3 einerseits aus wirtschaftlicher Sicht kritisch sehen und andererseits Bedenken über die Fähigkeiten des Gerinnes haben.[8]

So wird bei 13 von 20 Kraftwerken eine Dotation von 6,5 m^3 als wirtschaftlich zumindest kritisch gesehen. Zu meist werden folgende Argumente angeführt:

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

Aus hydraulischer Sicht werden lediglich bei 8 Kraftwerken kritische Anmerkungen zu einer ständigen Dotation von 6,5 m^3 abgegeben. Allgemein gilt hier die Sorge dem zu geringen Freiboard an vielen Stellen. Die klaren NEIN haben als Argument einzelne Dämme bzw. Brücken.

Grundsätzlich kann festgehalten werden:

1. Hydraulische Bedenken gibt es wegen zu geringen Freiboard innerhalb von Werksgeländen und im Bereich der Ortsteile Stattersdorf bzw. Ratzersdorf.
2. Im Bereich der Wasserburger Au scheinen jedenfalls Maßnahmen zur Durchleitung notwendig.
3. Im Bereich von Herzogenburg geht man von erheblichen Umbaumaßnahmen aus.

Ist die Durchleitung von 6,5 m^3 im linken Werksbach hydraulisch möglich?

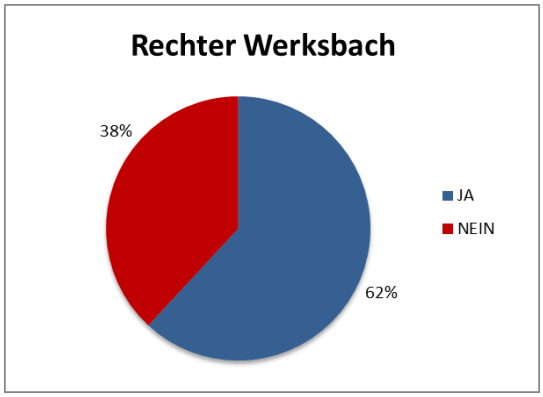


Abbildung 9 Befragung Durchleitung 6,5 m^3

[8] Quelle ASI-01

Etwaige Entlastungsgerinne müssen an neuralgischen Stellen die Wasserspitzen rechtzeitig und gefahrlos in die Traisen abgegeben können:

- Harlander Ablass
- Osarner Ablass
- Wasserburger Ablass
- Windener Ablass
- EVN-Ablass vor Stolleneinlauf KW Oberndorf
- Stollhofener Ablass

Hier wäre die Entlastung scheinen ausreichend vorhanden zu sein.

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 einerseits neuralgische Punkte

d) bei festem Uferverbau durch
   - zu geringes Freiboard:
     - Werksgelände Martin Miller
     - Werksgelände Salzer
     - Herzogenburg Ortsteil Ossarn
     - Stadtstrecke St. Pölten
   - zu tiefe Brücken
     - in St. Pölten
     - in Herzogenburg
     - in Traismauer

e) bei natürlichem Ufer entlang von Dämmen oder Spundungen:
   - durch Biber
   - Holz und Wurzelbildung
   - Natürliche Durchsickerung und Erd- und Grundbruch

f) bei Auslässen, z. B. Wasserburger Au

Innerhalb der Kraftwerke sind es vor allem:

f) zu geringes Schluckvermögen der Turbinen
g) zu kleine Grundschütz
h) allgemein alte Ausstattung, zum Teil ohne Alarmsystem
i) zu geringes Freiboard, bzw. zu hohes Stauziel
j) 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 das 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.

Es zeigt sich, dass die Kraftwerke eine deutlich kleinere Leistung haben, als im Wasserbuch angegeben. Dies merkt man schon bei einer Wassermenge von 5,3 m^3. Bei einer weiteren Steigerung der Wassermenge ergeben sich zwar höhere Produktionswerte, diese treffen aber hauptsächlich auf Kaplanturbinen zu.

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 mit steigender Dotation die Gesamtfallhöhe zurückgeht.

Insgesamt zeigt sich, dass bei einer Dotation von 6,3 m^3 deutlich weniger an Fallhöhe zur Verfügung steht als bei 5,0 m^3. Allerdings scheint zwischen 5,5 m^3 und 6,5 m^3 der Fallhöhenverlust vernachlässigbar zu sein.
Der Verlust an Fallhöhe dürfte in erster Linie mit einem Einstau des Unterwasser durch das eigene ungenutzte Wasser, welches im Unterwasserbereich nur schwer abfließen kann verursacht werden. Bei Einzelbetrachtungen sind das Schluckvermögen jeder Turbine, sowie die Geometrie des Kraftwerks und der Bezug zum Unterlieger ausschlaggebend.

Veränderungen von Wasserspiegellagen durch Staubeeinflussung?

Bei den beiden Messungen konnten keine direkten Staubeeinflussungen am rechten Werksbach festgestellt werden, welche ursächlich durch den Unterlieger verursacht wurden.
Als besonders kritisch gelten Kraftwerke, welche sehr nah aneinanderliegen. Hier kommt es im Betrieb oftmals zu Schwierigkeiten mit Schwall und Sunk.

Sehr typisch für die Situation mit Überwasser ist die Staubeeinflussung durch den eigenen Leerschuss.

Am gesamten Werksbach sind die baulichen Ausführungen der Entlastungsorgane 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 in rechten Werksbach der Traisen ein typischer Regelbetriebsfall ist. Die Messungen zeigen, dass durch viele Einflüsse ständig unterschiedliche Wassermenge im Kanal sind.

Die Messungen zeigen, dass eine Dotation zwischen 5,5 und 6,5 m^3 bei der bestehenden Technologie rund 8 % an Ertragseinbuße bedeuten könnte. Wie dies im Langzeitverhalten aussieht ist kaum prognostizierbar.

Ein signifikanter Mehrertrag würde sich nur durch Generalsanierung einer großen Anzahl von Kraftwerken 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 wird rund 10 bis 13 Jahre betragen. 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 rechten Werksbach der Traisen großteils älter sind und in ihrer Technologie (hauptsächlich Francis-Turbinen) zwischen 4 und 6 m^3 ausgelegt sind. Die Geometrie der Kraftwerke und Anlandungen im Unterwasser führen dazu, dass sich das Überwasser, welches über die Streichwehren geht, negativ auswirkt und den Unterwasserspiegel beeinflusst. Dies passiert deutlich öfter, als Staubeeinflussungen 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 besitzt.

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. Der Betrieb der einzelnen Kraftwerke ist auf eine Konsenswassermenge ausgelegt. Etwaiges zusätzliches Wasser ist gefahrlos durchzuleiten. Weitere Informationen finden Sie im Wasserrechtsgesetz 1959, §102[9].

Grundsätzlich ist folgendes zu sagen:
Die Kraftwerke haben einen hohen Sanierungsbedarf. Dynamische Dotation im Ausmaß zwischen 4,75 und 6,5 m^3 erscheint großteils nicht sinnvoll. Der Bereich der Variation kann auf 4,75 und 5,5 m^3 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 3,5 m^3, 4 m^3 und 5,5 m^3
2	Generalsanierung einzelner Kraftwerke
3	Bau der Fischaufstiegshilfe
4	Erweiterung des Einlaufbauwerks
5	Prüfung aller Wasserrechte am Kanal
6	Sanierung der Wehranlage

[9] 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 11
Tabelle 2 Wasserkraftwerke am rechten Werkskanal 13
Tabelle 3 Zusammenfassung der Abflussmessungen und -abschätzungen am rechten Traisen-Werksbach 14
Tabelle 4 Fallhöhen im Vergleich: Wasserbuch, Erstaufnahme, 1. Messung am 15.05., 2. Messung am 20.06. 20
Tabelle 5 Wassermenge Abschnitt 21
Tabelle 6 Leistung in Abhängigkeit zur Dotation am rechten Werksbach 22
Tabelle 7 Dotation und Schluckvermögen | Messung 1 24
Tabelle 8 Dotation und Schluckvermögen | Messung 2 26
Tabelle 9 Summendarstellung der Auswertungen aus dem Dotationsversuch vs. Regelbetrieb 28
Tabelle 10 Gesamtwirkungsgrade 30
Tabelle 11 Fließstrecke, Fallhöhe, Fließstrecke und Gefälle zwischen den Kraftwerken 31
Tabelle 12 Kürzeste Fließstrecke vom Unterlieger zum Oberlieger 32
Tabelle 13 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberlieger, Messung 1 33
Tabelle 14 Kraftwerke mit der geringsten Höhendifferenz zum Oberlieger, Messung 2 33
Tabelle 15 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 1 33
Tabelle 16 Kraftwerke mit dem geringsten Gefälle, Messung 2 34
Tabelle 17 Gefahrenstellen OW und UW 35
Tabelle 18 Kosten Generalsanierungmit RAV neu 37
Tabelle 19 Revitalisierungspotential 43

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Rechter Werkskanal an der Traisen 8
Abbildung 2 Abflussdiagramm Messung 1 | 15.05.2013 16
Abbildung 3 Abflusskennlinie 15.05.2013 17
Abbildung 4 Abflussdiagramm Messung 2 | 19.06.2013 18
Abbildung 5 Abflusskennlinie 20.06.2013 18
Abbildung 6 Dotation und Schluckvermögen | Messung 1 25
Abbildung 7 Dotation und Schluckvermögen | Messung 2 27
Abbildung 8 Messpunkte bei unterschiedlichem Wasserdargebot 41
Abbildung 9 Befragung Durchleitung 6,5 m^3 46

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
Kraftwerkskettewird 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 wird. 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 (kWh/a) = P (kW) 8760 h/a) abzüglich Eigenbedarf sowie Ausfälle durch Revisionsarbeiten, Abschaltung bei Hochwasser, Eisgang usw. Der Nutzungsgrad (in Prozent) gibt den Anteil des Regelarbeitsvermögens 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.

10 ANHANG

a. Fragebogen
b. Hydrologiebericht
c. Kraftwerksdatenblätter
d. Gefahrenliste
e. Hydraulische Entlastungsorgane
f. Übersicht Kanal
g. Messbericht der Flügelmessung
h. Kartenmaterial
i. Kontaktliste
j. Turbinendaten
k. Liste mit Messpunkten Linker Mühlbach, Rechter Mühlbach