

Projekt 2012-5

HB Giersberg, Energienutzung Quellzulauf

Abschlussbericht



Ansprechpartner:

Klaus Rhode

Erstellungsdatum:

02. Dezember 2017

Inhalt

1	<i>Projektüberblick</i>	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Wissenschaftliche und technische Ziele	3
1.3	Herausforderungen // Chancen und Risiken des Vorhabens	4
2	<i>Projektbeschreibung</i>	5
2.1	Projektablauf	5
2.2	Zeitplanung	8
2.3	Technische Umsetzung	9
2.3.1	Technische Daten	9
2.3.2	Anlagenbau	10
2.4	Ökologischer Nutzen	11
2.4.1	Einsparung an Primärenergie	11
2.4.2	Reduktion der CO ₂ -Emission	12
2.5	Betrachtung der Wirtschaftlichkeit	12
3	<i>Wirkung der Umsetzung</i>	12
3.1	Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb	12
3.2	Übertragbarkeit der Projektergebnisse	13
4	<i>Zusammenfassung/Fazit</i>	13
5	<i>Anlage: Projekterkenntnisse</i>	14

1 Projektüberblick

1.1 Ausgangslage

Die Energie- und Wasserversorgung Kirchzarten GmbH (EWK GmbH) versorgt die Gemeinde Kirchzarten und die Ortsteile Zarten, Neuhäuser und Burg mit Trinkwasser. Die versorgte Einwohnerzahl beträgt etwa 10.000 Menschen. Die EWK GmbH ist fortlaufend mit der Optimierung des Energiebedarfs für die Wasserversorgung beschäftigt. Als Ansatzpunkt wurde die Nutzung des energetischen Potentials des Roh- bzw. Trinkwassers als regenerative Energiequelle mittels einer Wasserkraftanlage diskutiert.

Zur Trinkwasserversorgung in Kirchzarten wird überwiegend Quellwasser aus eigenen Quellgebieten des Zastler Tals im Schwarzwald (Kleislewaldquellen und Thaddäusquellen) genutzt. In Ausnahmefällen kann zudem eigenes Grundwasser sowie Fremdwasser des Wasserversorgungsverbandes Himmelreich (Quellwasser aus dem HB Burghöfen), der Wasserversorgung Oberried (HB Vörlinsbach) und der Gemeinde Stegen verwendet werden. Das Quellwasser wird zum Hochbehälter Giersberg geleitet und dort zu Trinkwasser aufbereitet. Danach erfolgt die bedarfsgerechte Verteilung im Trinkwassernetz.

Die Überprüfung möglicher Standorte für eine Wasserkraftanlage innerhalb der Wasserversorgung Kirchzarten ergab, dass unter dem Aspekt der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Quellauflauf vom Quellsammelschacht Winterhalterhof zum Hochbehälter Giersberg das größte energetische Potential zur Nutzung der Wasserkraft bietet. Der große Vorteil bei diesem Standort besteht unter anderem darin, dass die Wasserkraftanlage ohne weitere Eingriffe in das bestehende Gebäude und in die vorhandene Anlagentechnik integriert werden kann.

Als Druckdifferenz zur Energiegewinnung steht der geodätische Höhenunterschied zwischen dem Quellsammelschacht Winterhalterhof (ca. 525 müNN) und dem HB Giersberg (ca. 456,60 müNN) zur Verfügung. Das nutzbare Quellwasserdargebot beträgt ca. 260.000 bis 300.000 m³ pro Jahr bzw. im Mittel ca. 30 bis 34 m³ pro Stunde.

Dieses im Zulauf des Hochbehälters Giersberg vorhandene Energiepotential soll über eine Turbine und einen Generator zur Stromerzeugung genutzt werden. Hierzu kann im Zulauf zur Rohwasser-Mischkammer eine Wasserkraftanlage installiert werden.

1.2 Wissenschaftliche und technische Ziele

Mit dem Projekt sollte durch eine umweltfreundliche Produktion von elektrischer Energie durch Wasserkraft eine jährliche Erzeugung in Höhe von mind. 20.000 kWh pro Jahr erreicht werden, was einer jährlichen Einsparung von ca. 12 t CO₂ entspricht. Die Anlage sollte in die bestehende technische Ausrüstung im Rohrkeller des Hochbehälters Giersberg ohne nennenswerte Eingriffe und Erneuerungen integriert werden. Mit der Nutzung von Wasserkraft aus Roh- bzw. Trinkwasser sollten generell zusätzliche Eingriffe in die Natur vermieden und Rohstoffe geschont werden. Da das Rohwasser für die Trinkwasserversorgung ohnehin gefasst ist, sollte die bestehende Wasserführung durch die zusätzliche Anlage nicht beeinflusst werden. Die Einschränkungen, wie sie bei der Wasserkraftnutzung in oberirdischen

Gewässern entstehen, sollten durch das Projekt umgangen bzw. nicht tangiert werden. Diese Themen sind insbesondere eine Mindestwasserführung, der Schutz von Fischpopulationen sowie Konflikt mit anderen Bewirtschaftungszielen. Durch die Sauberkeit des Rohwassers, da hier ausschließlich mikrobiologische Auffälligkeiten und Trübstoffe auftreten können, sollte zudem die Lebensdauer der Wasserkraftanlage im Vergleich zu Flusswasserkraftwerken bedeutend erhöht und mit weniger Wartungsaufwand betrieben werden können.

1.3 Herausforderungen // Chancen und Risiken des Vorhabens

Bisher war die Wirtschaftlichkeit von kleinen Wasserkraftanlagen in der Trinkwassergewinnung kaum nachweisbar. Selbst mit der Einspeisevergütung gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) konnten in der Regel keine wirtschaftlich interessanten Amortisationszeiten berechnet werden. Mit dem Projekt sollte eine wirtschaftliche Kleinwasserkraftanlage entwickelt und in die bestehende Trinkwasserinfrastruktur zur Energiegewinnung implementiert werden ohne die besonderen Hygieneanforderungen zu verletzen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Pelton turbine		Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Pumpe als Turbine	
Jahresenergieverbrauch HB Giersberg	27.018,00 kWh/a	Jahresenergieverbrauch HB Giersberg	27.018,00 kWh/a
Grundverbrauch	16.275,52 kWh/a	Grundverbrauch	16.130,87 kWh/a
Strompreis Eigenverbrauch	14,00 €ct/kWh	Strompreis Eigenverbrauch	14,00 €ct/kWh
Erlös Eigenverbrauch	2.278,57 €/a	Erlös Eigenverbrauch	2.258,32 €/a
Überschussstrom	6.525,07 kWh/a	Überschussstrom	3.161,93 kWh/a
Förderung EEG	12,70 €ct/kWh	Förderung EEG	12,70 €ct/kWh
Erlös EEG	828,68 €/a	Erlös EEG	401,57 €/a
Anschaffungskosten Turbine	67.100,00 €	Anschaffungskosten PAT	74.200,00 €
Amortisationszeit	21,59	Amortisationszeit	27,90

Abbildung 1: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zwischen ‚Pelton turbine‘ und ‚Pumpe als Turbine‘

Zu Projektbeginn wurden zwei technische Varianten zur Nutzung der Wasserkraft in Betracht gezogen, die Pelton-Turbine sowie die Kreiselpumpe im Turbinenbetrieb (Reversepumpe). Aufgrund der Schwankungen in der Quellschüttung wurde der Einsatz einer Pelton-Turbine favorisiert, da sich diese im Vergleich durch eine weitaus höhere und konstantere Energieausbeute auch bei unterschiedlichen Zulaufmengen auszeichnet. Im Rahmen des Projekts sollte die technisch optimale Lösung gefunden werden.

Variante 2: Pelton turbine

Die Pelton turbine bietet den Vorteil einer reinen Wasserkraftturbine mit verbesserten Wirkungsgraden gegenüber der Variante 1 und einer guten Regelbarkeit. Bisher waren solche Anlagen jedoch sehr teuer in der Anschaffung. Nach intensiver Marktsondierung und Recherche konnte ein österreichischer Hersteller gefunden werden, welcher innovative Kleinturbinen wirtschaftlich herstellen kann. Die einfache und doch effektive Konstruktion dieser Maschine schlägt sich in der Gesamtwirtschaftlichkeit dieser Variante deutlich nieder.

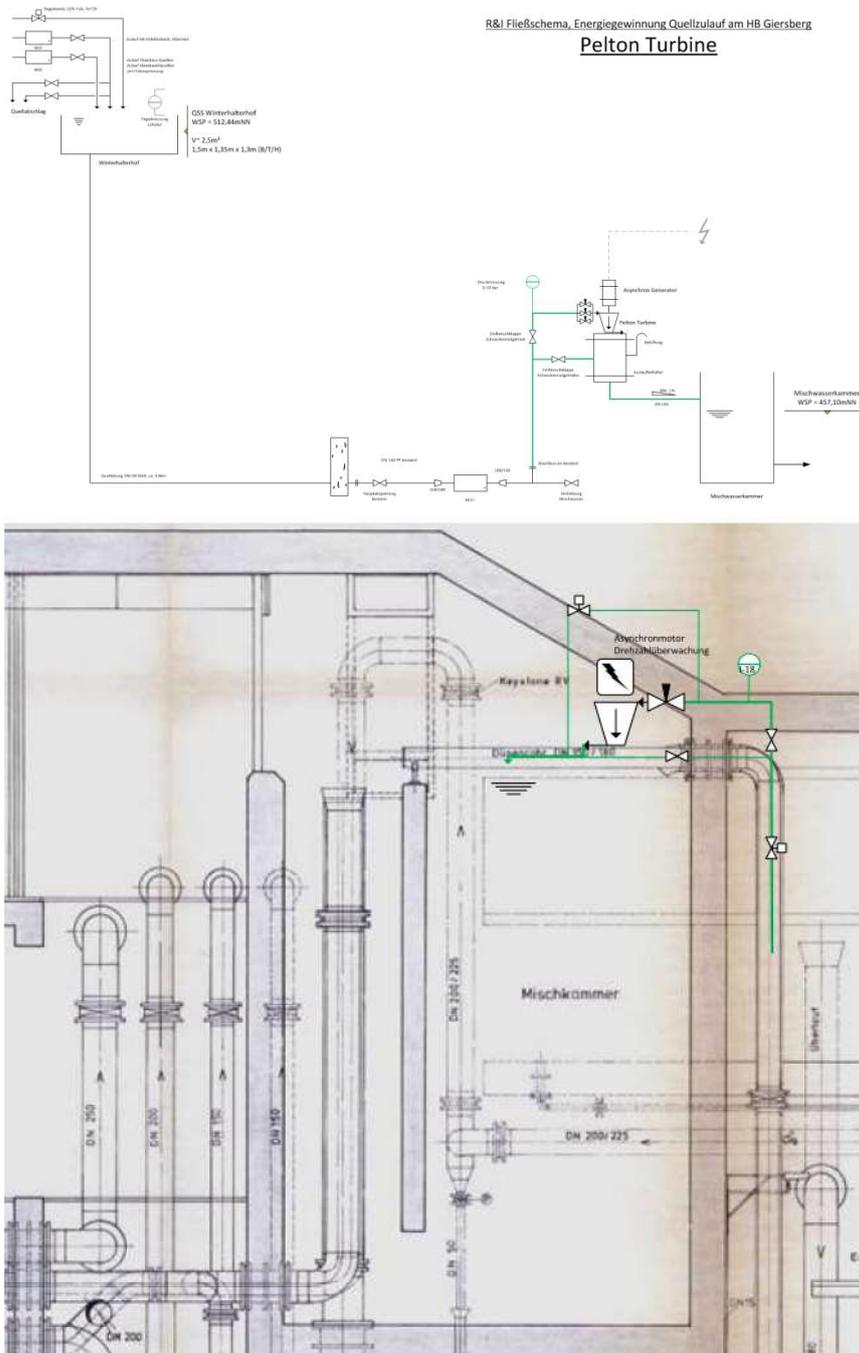


Abbildung 3: Schematische Zeichnungen zur Variante ‚Pelton turbine‘

Aus der Variantenbetrachtung und einer Pro-Contra-Diskussion wurde die Entscheidung getroffen, dass aus technischen sowie wirtschaftlichen Aspekten die Pelton-turbine auf Grund ihrer günstigeren Gesamtanschaffung, des besseren Wirkungsgrades und der guten Regelbarkeit zu bevorzugen ist.

In einem ersten Schritt wurden sämtliche Anlagenkomponenten festgelegt und dimensioniert. Auf Grundlage dieser Arbeiten wurde die Entwurfsplanung fertiggestellt und mit der planerischen Einbindung der Turbine in den bestehenden Hochbehälter Giersberg begonnen. In Abstimmung mit der MSR-Technik wurde ein Leistungsverzeichnis erstellt, welches beschränkt mit vier Bietern ausgeschrieben wurde. Die Submission fand am 26.06.2013 statt. Den Zuschlag erhielt die Firma Meitec am 02.07.2013.

badenova AG & Co. KG
Tullastraße 61
79108 Freiburg im Breisgau



Projekt: GFW-1P-RHST-1305 ewk Kirchzarten, Turbine HB Giersberg
LV: 1 Turbine HB Giersberg
***** Preisspiegel: Alle Positionsarten *****

Währung: EUR

	Mittelpreis	B-Nr.: 1	B-Nr.: 3	B-Nr.: 2	B-Nr.: 4
1	Turbine HB Giersberg				
1.	Hydraulische Ausrüstung				
Summe o. WP		19.233,98	14.610,75	41.584,00	0,00
Summe WP		0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	25.142,91	19.233,98	14.610,75	41.584,00	*N
Prozent/Rang	172,1	131,6/ 2	100,0/ 1	284,6/ 3	/-
				Ausreißer	
2.	Gesamtsystem MSR				
Summe o. WP		13.427,77	27.270,59	27.679,33	0,00
Summe WP		0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	22.792,56	13.427,77	27.270,59	27.679,33	*N
Prozent/Rang	169,7	100,0/ 1	203,1/ 2	206,1/ 3	/-
			Ausreißer	Ausreißer	
1	Turbine HB Giersberg				
Summe o. WP		32.661,75	41.881,34	69.263,33	0,00
Summe WP		0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	47.935,47	32.661,75	41.881,34	69.263,33	*N
MwSt in %	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
MwSt-Betrag	9.107,74	6.205,73	7.957,45	13.160,03	0,00*N
Bruttosumme	57.043,21	38.867,48	49.838,79	82.423,36	0,00*N
Prozent/Rang	146,8	100,0/ 1	128,2/ 2	212,1/ 3	/-
				Ausreißer	

Abbildung 4: Kurzwertung der abgegebenen Angebote

Im Zuge der Projektbearbeitung ergaben sich große zeitliche Verschiebungen, da der ausgewählte Turbinenhersteller erhebliche Probleme mit der Lieferung der Turbine hatte. Dies lag zunächst darin begründet, dass der benötigte Generator mit Sonderwicklung als Zulieferteil nicht verfügbar war. Bis zur Lieferung der Turbine ergab sich darin begründet eine Verschiebung des Ausführungsbeginns, die im Verlauf des Projekts nicht mehr zeitlich aufgeholt werden konnte.

Nach der Lieferung der Turbine und der erfolgten Inbetriebnahme ergaben sich weitere Probleme. Es zeigte sich, dass die Turbine die geforderte Wassermenge nicht verarbeiten konnte. Ab einer Wassermenge von etwa 8 Liter pro Sekunde trat Wasser aus dem Turbinengehäuse aus.

Zunächst wurden eine größere Turbine und ein größerer Generator eingebaut, was jedoch ebenfalls nicht den gewünschten Erfolg brachte. Bei der Inbetriebnahme konnte die anstehende hydraulische Leistung von der Turbine wieder nicht verarbeitet werden.

Die notwendige Soll-Drehzahl konnte nicht erreicht werden und es wurde festgestellt, dass die Anlage kaum über der Synchrondrehzahl liegt. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wurde auf circa 20 Prozent beziffert, wobei der Soll-Wirkungsgrad der Anlage bei circa 71 Prozent liegt. Aus diesem Grund wurde die Turbine zu einer Leistungsoptimierung zurück an den Turbinenhersteller gesendet, was einen weiteren zeitlichen Projektverzug mit sich brachte. Seitens des Turbinenherstellers wurde die Turbine mit einer größeren Auslaufglocke sowie einem größeren Generator ausgestattet.

Als Lösungsvorschlag des Turbinenherstellers sollte der schnell drehende Generator (4 Pole, 1500 U/min) durch einen langsam drehenden Generator (6 Pole, 100 U/min) getauscht werden. Mit diesem Effekt sollte die gewünschte überfrequente Drehzahl erreicht und der geforderte Wirkungsgrad erzielt werden. Der ursprüngliche Liefertermin für die neuausgestattete Turbine verzögerte sich wieder um vier Monate, so dass erst im August 2015 die Inbetriebnahme der zweiten Turbine erfolgen konnte. Die beschriebenen Probleme konnten im Laufe des Probetriebs von September 2015 bis Dezember 2015 gelöst werden, wobei zwischenzeitlich nochmals Probleme mit der Abdichtung der Steuerventile auftraten. Am 16.12.2015 wurde die Bauausführung abgenommen. Die Turbine war nun in der Lage das gesamte zur Verfügung stehende Wasserdargebot zu bewirtschaften. Ein Wirkungsgrad von ca. 68 % mit einer Leistung von 2,35 kW konnte erzielt werden. Die Vorgaben der Ausschreibung konnten knapp erreicht werden.

Zur weiteren Überprüfung der Leistungsfähigkeit der Turbine wurde entschieden, dass eine Betriebsdatenüberwachung über ein volles Betriebsjahr durchgeführt werden soll. Mit dieser Maßnahme sollte gewährleistet werden, dass auch große Schüttungsmengen erfasst und der Nachweis über die Betriebstauglichkeit der Anlage im gesamten Leistungsspektrum geführt werden kann. Die eingehende Betriebsdatenüberwachung wurde bis zum April 2017 fortgeführt, wobei der Nachweis zur Betriebstauglichkeit der Anlage erbracht werden konnte. Bei allerdings geringen Quellschüttungen (8 l/s).

2.2 Zeitplanung

Durch die großen Probleme mit dem Turbinenhersteller und den besonderen Spezifikationen, die an den Hersteller gestellt wurden, ergaben sich große zeitliche Verschiebungen. Diese waren am Ende so gravierend, dass der ursprünglich geplante Zeitraum nicht eingehalten werden konnte. Mit der anschließenden Betriebsdatenerfassung über einen längeren Betrachtungszeitraum wurde eine Laufzeitverlängerung des Innovationsfonds-Projektes nötig, die beantragt und bewilligt wurde. Das Projekt wurde dann im Juni 2017 abgeschlossen.

2.3 Technische Umsetzung

2.3.1 Technische Daten

Die tatsächliche Leistung der eingesetzten Pelton-turbine wurde gegenüber den erwarteten Werten nicht erreicht. In der Abbildung 5 ist die erreichte Leistung in Abhängigkeit von der Wassermenge dargestellt. Die blaue Linie zeigt die tatsächlich erreichten Werte der Turbine nach den Optimierungs- und Anpassungsschleifen. Die weiteren Kurven zeigen die Ergebnisse aus den vorhergehenden Versuchen und die ursprünglich erwarteten Werte.

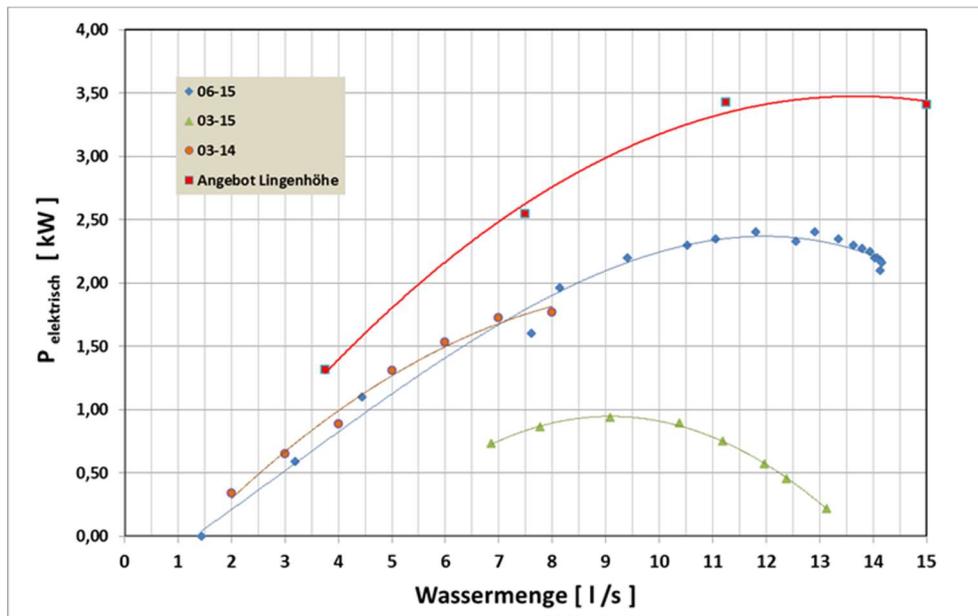


Abbildung 5: Auswertungsergebnisse zur Leistung der Turbine

Bei den Auswertungen wurde ein steigender Druckverlust mit zunehmender Wassermenge festgestellt, wobei die blaue Kurve den erreichten Zustand und die weiteren Kurven die vorhergehenden Versuche abbilden. Die Vorgaben der Ausschreibung konnten erreicht werden, die Herstellerangaben erwiesen sich in der Praxis unrealistisch.

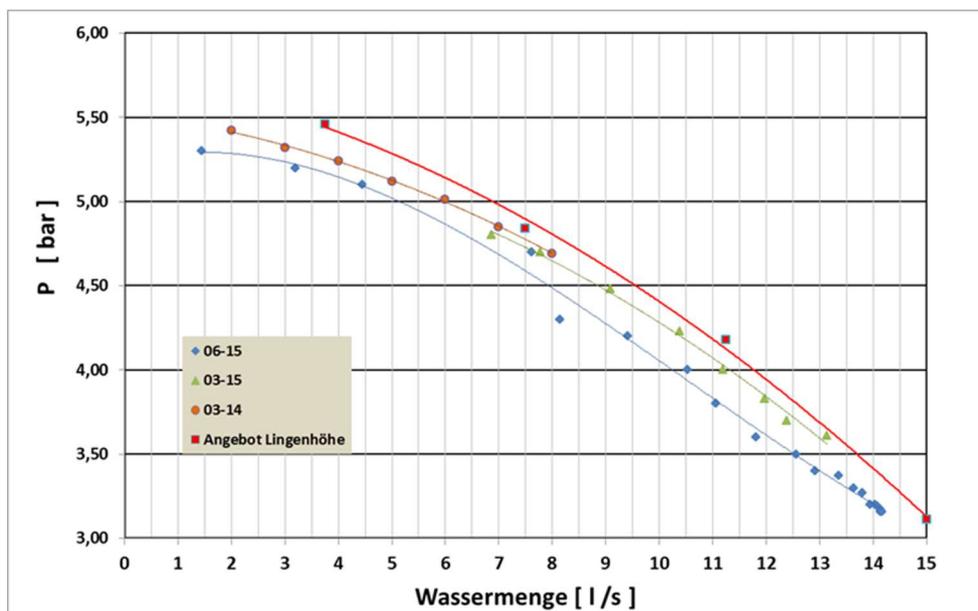


Abbildung 6: Druckverlust bei steigender Wassermenge

2.3.2 Anlagenbau

Der Anlagenbau wurde von der Firma Meitec durchgeführt, wobei die Turbine von einem österreichischen Turbinenhersteller zugeliefert wurde. Als Grundlage wurde das nachstehende Prozessbild aufgezeichnet, das im Verlauf des Projekts umgesetzt wurde.

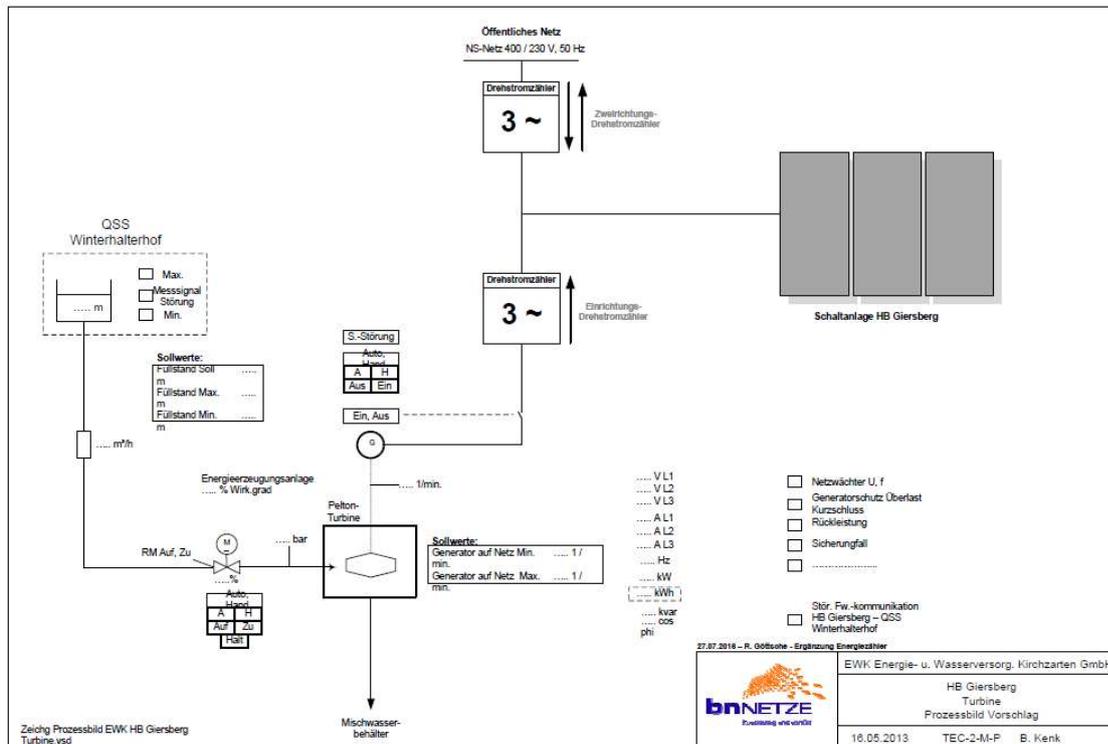


Abbildung 7: Prozessbild HB Giersberg - Turbine

Die nachfolgenden Bilder zeigen das erreichte bauliche Ergebnis. Die Anlage wurde in den bestehenden Hochbehälter Giersberg eingebaut, wobei darauf geachtet wurde möglichst wenig Fläche in Anspruch zu nehmen.



Abbildung 8: Bilder von der fertig aufgebauten Anlage im Hochbehälter Giersberg

Die Turbine zeichnet sich durch speziell geformte ‚Schaufeln‘ aus. Die nachfolgenden Abbildungen veranschaulichen die Geometrie und die Funktion durch Ansichten aus verschiedenen Perspektiven.



Abbildung 9: verschiedene Perspektiven zu Geometrie der ‚Schaufeln‘

2.4 Ökologischer Nutzen

2.4.1 Einsparung an Primärenergie

Durch den kontinuierlichen Betrieb der UV-Desinfektionsanlagen kann auch der gesamte erzeugte Strom für den Betrieb der UV-Anlage verwendet werden. Für den Beobachtungszeitraum von Juli 2017 bis einschließlich November 2017 konnte die gesamte erzeugte Energie von 5043 kWh für den Eigenverbrauch der Anlage verwendet werden. Es war möglich 55 % der benötigten Energie zu erzeugen. Im November 2017 standen zum ersten Mal seit August 2016 wieder durchschnittlich 8 l/s Quellschüttung zur Verfügung, was zu einer Eigenenergieerzeugungsquote von 75 % führte. Von 1211 kWh wurden lediglich 125

kWh ins Netz eingespeist. Sollte noch mehr Quellwasser zur Verfügung stehen wird sich der Anteil der Eigennutzung bis auf 80 % steigern lassen, darüber hinaus wird wegen des diskontinuierlichen Betriebes von Spülpumpen etc. ein Speichermedium erforderlich, um den Anteil über 80 % steigen zu können. Da aber nicht zu erwarten ist, dass zukünftig mehr Quellwasser zur Verfügung stehen wird, werden diese Investitionen keinen Wirtschaftlichkeitsnachweis haben.

2.4.2 Reduktion der CO₂-Emission

Da nahezu jede erzeugte kWh-Strom für den Betrieb der eigenen Anlagen verwendet wurde, konnten im Betrachtungszeitraum für 5043 kWh jede Emission vermieden werden. Dies entspricht ca. 3 Tonnen CO₂. Eine Hochrechnung auf das Jahr wird eine Einsparung von ca. 8 Tonne CO₂ bringen gegenüber 12 t CO₂ Prognose, was auf die geringe Quellschüttung zurückzuführen ist.

2.5 Betrachtung der Wirtschaftlichkeit

Die Grundvoraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage ist durch den kontinuierlichen Eigenverbrauch (ca. 16.000 kWh/a) vorhanden. Damit ist sichergestellt, dass jede kWh-Strom, die nicht eingekauft werden muss, den vollen Ertrag bringt. Natürlich muss im Vorfeld genau untersucht werden, ob eine Amortisation der Investitionen in einem realistischen Zeitraum erreicht werden kann.

Bei der Anlage im HB Giersberg wurde die Anlage durch den geringen Anschaffungswert und den gestiegenen Strompreis mit einer Amortisationszeit von 17 Jahren berechnet (2700,-€/a Ertrag; 500,-€/a Unterhalt). Dies ist ein Zeitraum, der unter günstigen Bedingungen erreicht werden kann. Gegenwärtig besteht nur ein geringes Wasserdargebot (ca. 2/3 vom Durchschnitt), weshalb die Produktion deutlich geringer ist als erwartet. Die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb sind grundsätzlich optimal durch den hohen Eigenverbrauch, sollte jedoch das Wasserdargebot weiter sinken, oder ungeplante Kosten durch Reparaturen an der Anlage auftreten, können die Kosten schnell über den Stromeinkaufspreis steigen. Grundsätzlich bleibt die CO₂-Einsparung für jede kWh-Strom, das regenerativ erzeugt wurde.

3 Wirkung der Umsetzung

3.1 Auswirkungen auf den zukünftigen Betrieb

Die in Abbildung 6 aufgezeigten Druckverluste müssen für den Betrieb der Anlage berücksichtigt werden. Ansonsten sind keine Auswirkungen auf den Betrieb des Hochbehälters Giersberg und der neuen Anlage zum Projektabschluss bekannt, was auch ein erklärtes Projektziel war. Mit einem raumsparenden Konzept konnte in die bereits bestehende Trinkwasserversorgungsinfrastruktur eine

Energiegewinnung durch eine Kleinwasserkraftanlage integriert werden, die zukünftig nicht nur den Eigenenergieverbrauch des Hochbehälters sondern eine zusätzliche Menge an elektrischer Energie erzeugen kann.

3.2 Übertragbarkeit der Projektergebnisse

Die erzielten Projektergebnisse können für die Ausrüstung von weiteren, ähnlich strukturierten Hochbehältern genutzt werden. Auch wenn die Projektumsetzung durch große zeitliche Verzögerungen und der Behebung von Problemen geprägt war, konnte eine gute Lösung erzielt werden. Die angestrebten Projektergebnisse wurden fast vollständig erreicht, so dass auch die Übertragbarkeit der Anlage auf weitere Anwendungen in der Trinkwasserinfrastruktur möglich ist. Voraussetzung ist immer eine ausreichende Energieaufnahme in der Trinkwasseranlage, die die Energiegewinnungsmenge übersteigt oder zumindest gleichwertig ist. Grundsätzlich unterliegt die Übertragbarkeit allerdings immer den räumlichen, baulichen und steuerungstechnischen Voraussetzungen des jeweiligen Hochbehälters oder der Trinkwasserversorgungsanlage.

4 Zusammenfassung/Fazit

Von der Projektidee bis zur vollständigen Funktion der Anlagen und deren Abstimmung zum Wirkungsgrad war es ein deutlich längerer Weg als ursprünglich angedacht. Wichtig ist, die zu erwartende Energiebilanz erstellen zu können. Der Energiebedarf der Anlage sollte höher und möglichst kontinuierlich sein, als die zu gewinnende Energie. Weiterhin sollten Energiegewinnung und –abnahme in eine hohe Deckung (Gleichzeitigkeit) gebracht werden. Grundsätzlich können auch Energiespeicher in die Überlegung hineingenommen werden, allerdings muss die Wirtschaftlichkeit der Anlage immer noch gegeben sein. Amortisationszeiten unter 10 Jahre wären wünschenswert, steigt die Zeit jedoch über 15 Jahre sind die Zahlen kritisch zu hinterfragen. Bei Amortisationszeiten über 20 Jahre sollte von dem Projekt Abstand genommen werden, da nicht zu erwarten ist, dass Reparaturen und Erneuerungen solange auf sich warten lassen.

Im vorliegenden Fall kamen die Energieaufnahme durch eine UV-Desinfektionsanlage und die Möglichkeit der Energiegewinnung durch die Quellwasserschüttung zusammen, welches eine gute Grundvoraussetzung für eine wirtschaftliche Umsetzung der Projektidee darstellte.

Nach einem Jahr Laufzeit lässt sich heute der hohe Nutzen einer solchen direkten Kopplung von Energiegewinnung und Energieverbrauch als hoch effizient darstellen. Konnte doch auch in den Monaten mit geringer Quellwasserschüttung eine Eigenerzeugungsquote von 50 % erzielt werden. Im Messzeitraum wurden lediglich 125 kWh Strom ins Netz eingespeist, hingegen wurden 5043 kWh Strom erzeugt und vor Ort verbraucht. Aktuell liegt die CO₂-Emission im „Deutschen Strommix“ bei 599 g/kWh. Für den Messzeitraum von 161 Tagen in den Monaten Juli bis November 2017 konnten 3 Tonnen CO₂ eingespart werden. Hochgerechnet bedeutet dies eine jährliche Erzeugung von mindestens 14000 kWh Strom eine damit verbunden eine Einsparung von ca. 8,4 Tonnen CO₂ pro Jahr, selbst bei trockenen Jahren. Durch die trockenen Jahre 2016 und 2017 konnten die erwarteten

20.000 kWh Stromproduktion noch nicht erzielt werden, trotzdem konnte die Wirtschaftlichkeit der Anlage auch bei geringer Schüttung bereits nachgewiesen werden. Für das Jahr 2016 konnten ca.20.000 kWh Strom erzeugt werden. Durch fehlende Messungen zur Bilanzierung konnte nur die erzeugte Energie erfasst werden. Für das Jahr 2017 in dem die Quellschüttungen nur ca. 70 % der durchschnittlichen Werte ergeben, werden ca. 16.000 kWh Erzeugung erwartet.

5. Anlage: Projekterkenntnisse

Darstellung drei wesentlicher Erkenntnisse aus dem Projekt.

(Je Punkt maximal 300 Zeichen.)

1.	Kontinuierliche Stromgewinnung und –abnahme sind Grundvoraussetzung für die Wirtschaftlichkeit eine Anlage. Diskontinuierlicher Betrieb setzt Speicheranlagen voraus, die die Wirtschaftlichkeit einer Anlage deutlich verschlechtern.
2.	Betriebssichere Wasserkraftanlagen mit hohem Wirkungsgrad zu bekommen ist noch kein Standard.
3.	Klimaveränderungen stellen Wasserkraftanlagen besonders in Wassergewinnung aus Quellschüttungen für die zukünftige Nutzung in Frage, da die Wirtschaftlichkeit der Anlage bei geringer Quellwasserschüttung nicht mehr gegeben ist.