

Bau des Pumpspeicherkraftwerks in Forbach / Schwarzwald. Ein Nachhaltigkeitsprojekt!

Guido A. Schmücker

Engineering Service Schmücker

Michelle Büber

EnBW Energie Baden-Württemberg Aktiengesellschaft

1 Einleitung

Für die angestrebte Energiewende stellt die Wasserkraft einen entscheidenden Faktor dar. Denn sie bietet als älteste erneuerbare und somit nachhaltige Energiequelle nicht nur die Möglichkeit den Strom klimaneutral zu produzieren. In Pumpspeicherkraftwerken können mittels der Wasserkraft auch große Energiemengen gespeichert und bei Bedarf innerhalb weniger Sekunden und exakt gesteuert in das Netz eingespeist werden. Pumpspeicherkraftwerke puffern nicht nur die naturbedingten Erzeugungsschwankungen von Windkraft und Photovoltaik ab, sondern helfen auch, das Stromnetz jederzeit im Gleichgewicht zu halten. Somit sind Pumpspeicherkraftwerke als derzeit einzig großtechnisch erprobte und verfügbare Stromspeicher in der Lage Strom bedarfsgerecht und flexibel zur Verfügung zu stellen. Für ein Gelingen der Energiewende sind Pumpspeicherkraftwerke somit unverzichtbar.

In Forbach hat die nachhaltige Energieerzeugung durch Wasserkraft mit dem Rudolf-Fettweis-Werk (RFW) eine lange Tradition. Dabei weist der Standort die Besonderheit auf, dass er als Lauf-, Speicher- und Pumpspeicherkraftwerk bezeichnet werden kann. Dies ist auf die Standortfaktoren zurückzuführen, die sich durch große Höhenunterschiede, ein optimales Wasserangebot und topografisch ideale Bedingungen für Speicherbecken auszeichnen.

Insgesamt besteht das RFW aus vier Einzelkraftwerken. Diese wurden in zwei Bauabschnitten errichtet. Der erste Bauabschnitt von 1914 bis 1918 umfasst den Bau des Murgwerks und des Niederdruckwerks.

Das Murgwerk wird gebildet aus dem Sammelbecken Kirschbaumwasen, dem 5.613 m langen Murgstollen und zwei 437 m und 450 m langen oberirdischen Druckrohren vom Wasserschloss I zum Turbinenhaus in Forbach. Die hier installierten fünf Francis-Turbinen weisen eine maximale Gesamtleistung von nahezu 22 MW auf.

Mittels zweier Kaplan-Rohrturbinen, die über eine Maximalleistung von 2,4 MW verfügen, wird im Niederdruckwerk die Stauhöhe des Ausgleichsbeckens Forbach zur Energiegewinnung genutzt. Dieses Becken, das sich unterhalb des im Talgrund der Murg gelegenen Turbinenhauses der beiden Hauptwerke befindet, dient auch zur Regelung der Wasserführung der Murg und als Unterbecken des Pumpspeicherkwerkes.

In dem von 1921 bis 1926 währenden zweiten Bauabschnitt wurden das Raumünzachwerk (1921 - 1923) und das Schwarzenbachwerk (1922 - 1926) errichtet.

Das Raumünzachwerk ist mit einer Francis-Spiralturbine mit einer Maximalleistung von 0,55 MW ausgestattet. Deren Wasserversorgung erfolgt über den 1.200 m langen Hangstollen aus dem Sammelbecken Erbersbronn und eine 125 m lange Druckrohrleitung. Das Wasser wird anschließend über die Raumünzachfassung dem Murgstollen zugeführt.

Für das Schwarzenbachwerk bildet der Schwarzenbach-Stausee das Oberbecken. Hier wird das Wasser gestaut, das über den fast 5.000 m langen Raumünzachstollen zugeführt wird und aus den benachbarten, hoch gelegenen Seitentälern der Raumünzach stammt.

Das Wasser des Stausees gelangt durch den circa 1.642 m langen Schwarzenbachstollen zum Wasserschloss II. Von dort fällt es durch ein oberirdisch verlaufendes, 881 m langes Druckrohr zum Turbinenhaus. Die Wasserfallhöhe beträgt 357 m. Die beiden Pelton-turbinen haben eine Maximalleistung von 46 MW. Bei Stromüberschuss besteht die Möglichkeit, Wasser aus dem flussaufwärts an der Murg gelegenen Sammelbecken Kirschbaumwasen in das höher gelegene Speicherbecken zu pumpen, zwecks Deckung des Strombedarfs bei Spitzenlast.

Sowohl die fünf Turbinen des Murgwerks als auch die zwei des Schwarzenbachwerks sind zusammen im Turbinenhaus Forbach untergebracht. Insgesamt produzieren sie mit einer Gesamtleistung von circa 68 MW etwa 105 Millionen kWh regenerativen Strom pro Jahr. Schätzungsweise 30.000 Haushalte können mittels dieser Strommenge mit CO₂-neutralem Strom versorgt werden.

Die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) veröffentlichte im Jahr 2010 eine Projektstudie zum Ausbau des RFW. Hier wurden die Pläne für ein neues Oberbecken im Gipfelbereich des Seekopfs wie auch für einen Kavernenspeicher im Bereich Forbach als neue Unterstufe vorgestellt. Denn bisher floss das Wasser aus Schwarzenbach- und Murgtalsperre nach dem Passieren der Turbinenräder erst in ein Ausgleichsbecken und dann in die Murg. Nun soll eine zusätzliche, untertägige Unterstufe errichtet werden. Diese soll die Funktion eines indirekten Stromspeichers übernehmen. Durch die untertägige Anordnung der Bauwerke reduziert sich der Flächenverbrauch auf ein Minimum. Somit beschränkt sich die Nachhaltigkeit nicht nur auf die reine Stromerzeugung sondern auch auf den übertägigen Platzbedarf der erforderlichen Infrastruktur.

Der Genehmigungsantrag zur Errichtung einer neuen Unterstufe inklusive des Kavernenwasserspeichers und der Kraftwerkskaverne wurde im Januar 2018 beim Regierungspräsidium Karlsruhe als zuständiger Genehmigungsbehörde eingereicht. Die Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses für die neue Unterstufe erfolgte am 1. März 2023. Die Baumaßnahme startete offiziell am 27. Juni 2024, Vorarbeiten

schon früher. Die Inbetriebnahme ist für den Herbst 2027 vorgesehen. Die Gesamtkosten belaufen sich nach heutigem Stand auf rund 280 Millionen Euro. Die Planungen zum Oberbecken ruhen zurzeit, können aber jederzeit wieder aufgenommen werden. Unabhängig von der Realisierung der Oberstufe werden jedoch die Fähigkeiten des RFW, als Pumpspeicherkraftwerk zu arbeiten, durch den neuen Speicher gesteigert.

2 Ausbau des Pumpspeicherkraftwerks Forbach

Mit dem geplanten Ausbau des Pumpspeicherkraftwerks Forbach sollen das bestehende Schwarzenbachwerk durch ein vollwertiges Pumpspeicherwerk und das bestehende Murgwerk durch ein neues Wasserkraftwerk ersetzt werden. Die geplanten Werke werden zur Gänze in Kavernen-Bauweise erstellt. Dementsprechend werden alle Anlagenbestandteile (Kavernenteil Schwarzenbachwerk, Kavernenteil Murgwerk, und Kavernenteil Transformatoren jeweils inklusive der zum Betrieb notwendigen Nebeneinrichtungen) untertage in der neuen Kraftwerkskaverne angeordnet. Die Dimensionen der Kraftwerkskaverne veranschaulicht Abbildung 1. Diese zeigt die Vortriebsarbeiten in der gut 20 m breiten Kalotte der Kraftwerkskaverne von der aus diese weiter in die Tiefe aufgefahren wird.



Abbildung 1: Vortriebsarbeiten in Kalotte der Kraftwerkskaverne [Kirchhofer, Engineering Service Schmücker]

Die Planungen der neuen Unterstufe folgen dabei im Sinne der Nachhaltigkeit dem Grundsatz, dass bestehende Anlagen weiter zu nutzen sind. Infolgedessen können sowohl die Schwarzenbachtalsperre in ihrer Funktion als Oberbecken als auch das Sammelbecken Kirschbaumwasen in das neue Anlagenkonzept integriert werden, ohne dass hierfür bauliche und betriebliche Änderungen vorzunehmen sind.

Für das neue Schwarzenbachwerk wird das bestehende Ausgleichsbecken mit einem Nutzvolumen von um die 204.000 m³ um einen Kavernenwasserspeicher ergänzt. Dieser wird eine Länge von 946 m und einen Querschnitt von bis zu 71,72 m² aufweisen. Daher wird sich das Speichervolumen des Kraftwerks um nahezu 200.000 m³ erhöhen. Die neue Unterstufe aus Kavernenspeicher und Ausgleichsbecken wird damit über eine Speicherkapazität verfügen, die sieben Stunden Turbinenbetrieb am Stück ermöglicht.

Weitere wichtige Vorhabenbestandteile sind die zugehörigen Stollen. Neben dem oben aufgeführten Hauptstollen Kavernenwasserspeicher umfasst das Stollensystem sechs Nebestollen zur Wasserspeicherung (dieses erstmals zur Schonung überirdischer Naturbereiche), Energieableitungstollen, Spülstollen, Hilfsstollen, Zufahrts- und Zugangstollen sowie den für die Bauarbeiten erforderlichen Schutterstollen. Die Länge des Stollensystems wird circa 5.200 m betragen.

An den vorhandenen Wasserschlossern werden zwei neue Druckschächte angebunden, welche die vorhandenen Oberwasserstollen mit der neuen Kraftwerkskaverne verbinden. Diese Schächte mit einer Teufe von circa 510 m sollen im Raise-Boring-Verfahren abgeteuft werden.

Es ist geplant, das Schwarzenbachwerk als Pumpspeicherwerk mit einer Pump-
turbinen-Leistung von bis 50 MW und das Murgwerk als Laufwasserkraftwerk mit einer Turbinenleistung von rund 18 MW auszustatten.

Das neue Schwarzenbachwerk soll zukünftig als Stromspeicher im Tageszyklus dienen. Mit überschüssiger Energie, das heißt, wenn die Stromproduktion, auch aus erneuerbaren Energien, den aktuellen Bedarf übersteigt, wird im Pumpbetrieb die Schwarzenbachtalsperre aus dem Ausgleichsbecken und dem Kavernenwasserspeicher befüllt und somit elektrische Energie in potentielle Energie umgewandelt. Bestehen Erzeugungsdefizite, zum Beispiel in Spitzenlastzeiten, wird im Turbinenbetrieb die gespeicherte potentielle Energie wieder in elektrische Energie umgewandelt, die dann dem bestehenden Stromnetz zugeführt wird. Der Gesamtwirkungsgrad des Pumpspeicherwerks beträgt circa 75 %. In Abbildung 2 ist die Funktionsweise des geplanten Pumpspeicherkraftwerks schematisch dargestellt.

Das neue Murgwerk wird weiterhin die Abflüsse der Murg zur Erzeugung erneuerbarer Energie nutzen. Durch den Neubau der Anlagen wird die Effizienz erhöht. Diese Effizienzgewinne können die aus der Umsetzung der WRRL-Maßnahmen resultierenden Erzeugungsverluste (Mindestwasserabgabe, Fischauf-/abstiegsanlagen) teilweise kompensieren.

Naturräumlich betrachtet liegt der Bauwerksbereich im Nordschwarzwald. Dessen Mittelgebirgslandschaft wird geprägt durch die Hänge des Buntsandsteins und Zechsteins sowie des unterlagernden Forbach-Granits.

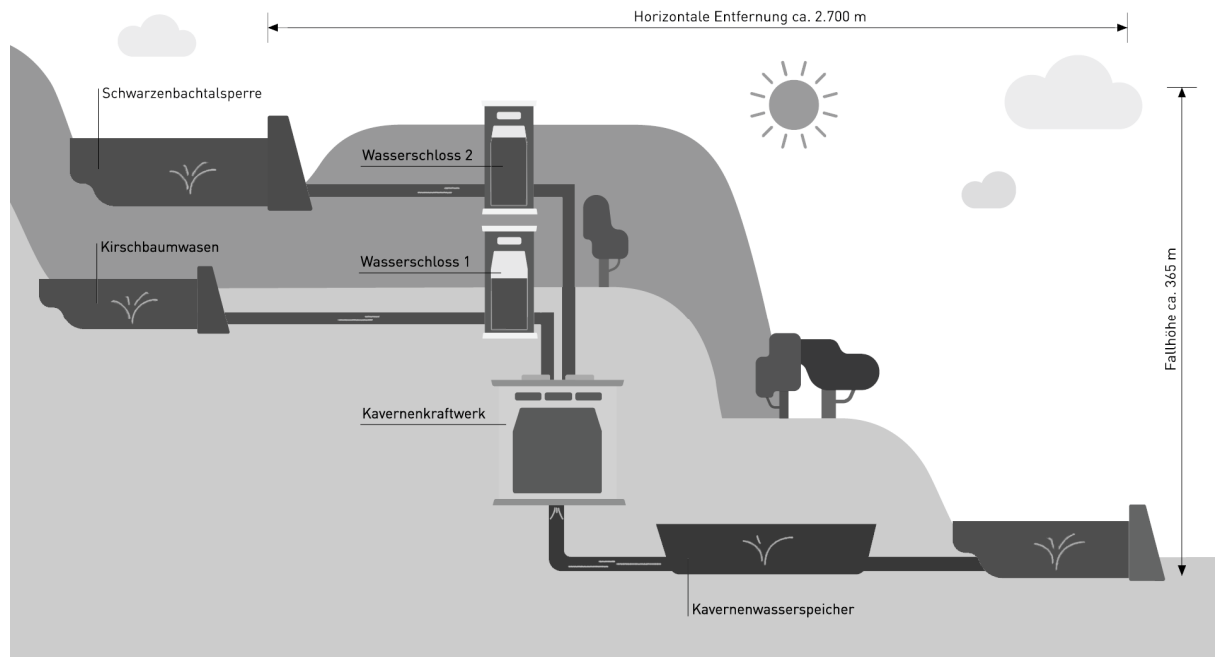


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Funktionsweise des geplanten Pumpspeicherkraftwerks [EnBW]

Im Bereich der geplanten Kavernen und Stollen stehen ausschließlich die Schichten des Forbach-Granits (GFO) und des Quartärs an. Der Forbach-Granit wird größtenteils von quartärem Hangschutt und Blockschuttdecken überlagert. Teilweise durchsetzen Aplit-Gänge den Forbach-Granit. Im Murgtal stehen über dem Forbach-Granit zudem die Schotterterrassen der Murg an. Die Granite weisen auch in tieferen Lagen (unter der Geländeoberfläche) des Gebirges Verwitterungen, sogenannte Vergrusungen, auf.

Aufgrund der anstehenden Geologie müssen die Kavernen wie auch die jeweiligen Stollen mittels Bohr- und Sprengarbeit aufgeföhren werden. Dabei sind auch hier Aspekte der Nachhaltigkeit zu betrachten. Die Sprengplanung hat sich nicht nur an einem effizienten Ressourceneinsatz zu orientieren, um beispielsweise durch eine Vergrößerung der Abschlagslängen unter Berücksichtigung der geologischen Bedingungen die Anzahl der Vortriebszyklen zu reduzieren. Gerade im Anfangsstadium der Vortriebsarbeiten und bei den hier vorliegenden geringen Abständen zur umliegenden Wohnbebauung gilt es auch den Immissionsschutz (Lärm, Erschütterungen) und damit die Auswirkungen auf die Anwohner der Baumaßnahme hinreichend zu betrachten. Ohne Unterstützung und Akzeptanz in der unmittelbaren Anrainerschaft ist ein solches Projekt nicht durchführbar.

Nach welchen Gesichtspunkten Bohr- und Sprengtechnik heute als nachhaltig eingestuft werden kann und welche Probleme es auch heute noch immer für eine Umsetzung – hier zum Beispiel für die von der EnBW für die Bauarbeiten beauftragte Firma Porr Tunnelbau – gibt, wird unter anderem im Vortrag ausführlich betrachtet.

Guido Alexander Schmücker
guido.schmuecker@es-schmuecker.eu

Engineering Service Schmücker
Kreuzgasse 1
7307 Jenins
Schweiz

Michelle Büber
m.bueber@enbw.com

EnBW Energie Baden-Württemberg Aktiengesellschaft
Durlacher Allee 93
76131 Karlsruhe