

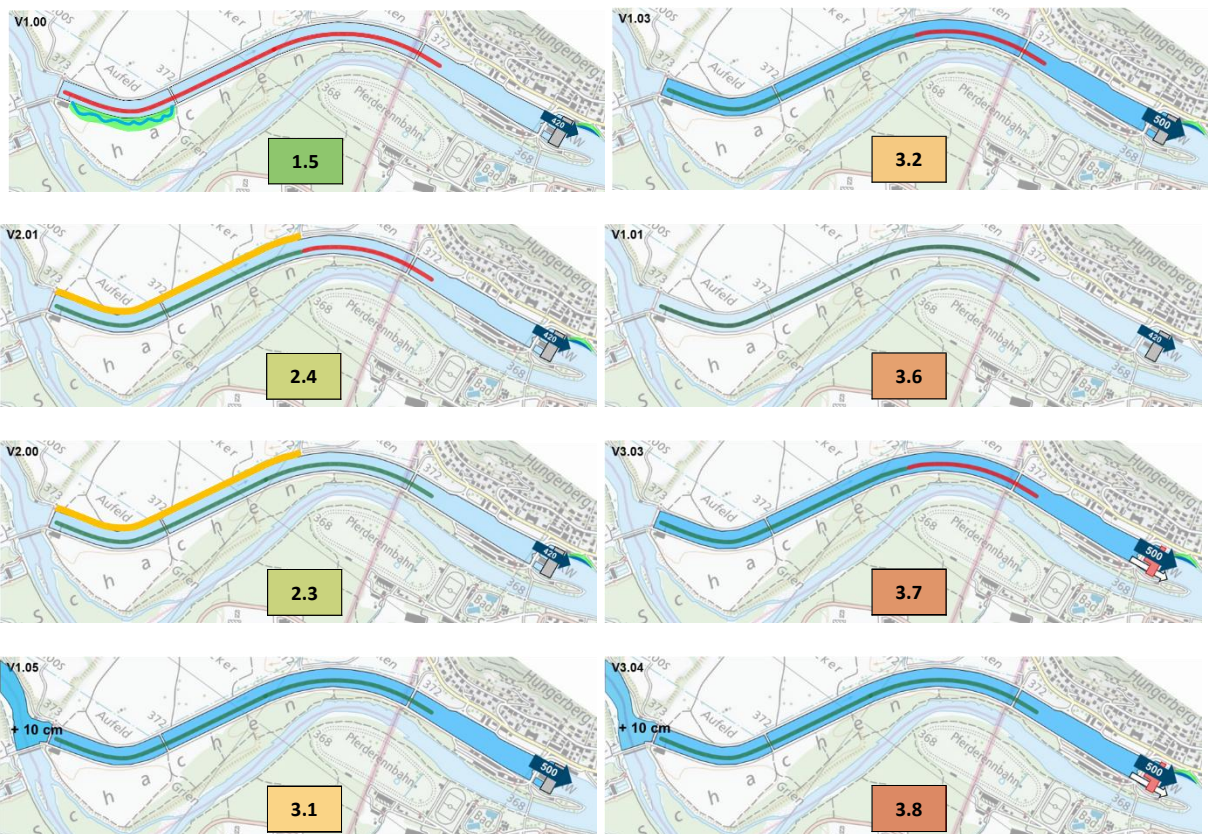
Optimierung Kraftwerk Aarau

Bau- und Auflageprojekt Neues Flusskraftwerk Aarau

Beilage zur UVB Hauptuntersuchung

Grundlagen für die Interessenabwägung

5.10 Synthesebericht Variantenbeurteilung



*Ergänzung vom 15. Juni 2026
zum Gesuch vom 6. April 2021*

Impressum

Auftraggeber

Eniwa Kraftwerk AG
Industriestrasse 25
5033 Buchs

Auftragnehmer

IG KW Aarau
c/o IUB Engineering AG
Belpstrasse 48
3011 Bern

Autoren

IG KW Aarau

IUB Engineering AG
Belpstrasse 40
3014 Bern

Dr. Peter Billeter
Corinne Astori

IM Maggia Engineering AG
Via St. Franscini 5
6601 Locarno

Urs Müller
Dr. Matteo Federspiel

Umwelt

Sigmaplan AG
Thunstrasse 91
3006 Bern

Thomas Wagner
Heiko Zeh Weissmann

Σ SIGMAPLAN Raum Umwelt Verkehr Geoinformatik

Thunstrasse 91, 3006 Bern Telefon 031 356 65 65 www.sigmaplan.ch

Titelfotos: Schemaskizzen der vertieften untersuchten Varianten mit Ergebnis Gesamtbeurteilung

Version	Datum	Kommentar
1.0	03.10.2025	TW, HZ, Entwurf
2.0	14.11.2025	TW, HZ
3.0	15.06.2026	TW, HZ, Ergänzungen 2026

Synthesebericht Variantenbeurteilung

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Gesamtpalette Kraftwerksvarianten	2
1.3	Triage Kraftwerksvarianten	8
2	Weiterverfolgte Varianten.....	10
3	Methodik Variantenbeurteilung	15
4	Beurteilung aus Umweltsicht.....	16
4.1	Kriterien	16
4.2	Indikatoren.....	16
4.3	Gewichtung	19
4.4	Ergebnisse Umweltbewertung	20
5	Wirtschaftliche Beurteilung	22
5.1	Energieproduktion	22
5.2	Kosten	24
5.3	Wirtschaftlichkeit	25
6	Gesamtbeurteilung weiterverfolgte Varianten.....	27
6.1	Gewichtung Hauptkriterien	27
6.2	Ergebnis Variantenbeurteilung.....	28
6.3	Sensitivität	30
6.4	Schlussfolgerungen.....	33
Anhang		35
Anhang 1	Resultate 5-stufige Skalierung Umweltindikatoren und Beurteilung ISOS (Hauptkriterium)	35

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Überblick Projektentwicklung Kraftwerkserneuerung (Quelle: Fachbericht Kraftwerksvarianten).	2
Tab. 2	Zusammenfassung der für die Interessenabwägung geprüften Variantenpalette (Fachbericht KW-Varianten: Tab. 3).	4
Tab. 3	5-stufige Skalierung Umweltindikatoren und Hauptkriterium ISOS.	18
Tab. 4	Gewichtung der Indikatoren	19
Tab. 5	Beurteilung Umwelt Kraftwerk-Varianten ohne ISOS	20
Tab. 6	Beurteilung Energieproduktion Kraftwerk-Varianten.	23
Tab. 7	Beurteilung Gesamtkosten Kraftwerk-Varianten auf der Preisbasis 2024.	24
Tab. 8	Beurteilung Wirtschaftlichkeit (Gestehungskosten) der untersuchten Kraftwerk-Varianten, unterschieden nach effektiven Gestehungskosten (obere Tab.) und Gestehungskosten mit Investitionsbeiträgen (untere Tab.).	26
Tab. 9	Gesamtbeurteilung Kraftwerk Varianten mit Subventionen und Investitionsbeiträgen.	28
Tab. 10	Gesamtbeurteilung Kraftwerk Varianten ohne Subventionen und Investitionsbeiträgen.	29
Tab. 11	Vergleich der Rangfolge für eine unterschiedliche Gewichtung der Hauptkriterien (blau markiert). Spalten Rangierung links mit Gewichtung gemäss vorliegender Variantenbeurteilung und rechte Spalten mit einer tieferen Gewichtung der Wirtschaftlichkeit und Erhöhungen bei ISOS/Ortsbild und Mehrproduktion.	30
Tab. 12	Vergleich der Gestehungskosten mit und ohne Investitionsbeiträge und Subventionen. Spalten links mit Investitionsbeiträgen und Spalten ohne Unterstützungen durch Dritte	31
Tab. 13	Bewertungsrangliste der weiter verfolgten Kraftwerksvarianten unter Berücksichtigung der Zusicherung von Subventionen und Investitionsbeiträgen.	33

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Der vorliegende Synthesebericht erläutert das Vorgehen zur Beurteilung der in der Vergangenheit bereits überprüften Kraftwerksvarianten und beschreibt die für die Umweltbeurteilung verwendeten Kriterien, Indikatoren sowie deren Gewichtungen. Die Ergebnisse der Umweltbewertungen werden zusammen mit den Bewertungen der Wirtschaftlichkeit und Energieproduktion dargestellt und beurteilt. In der Gesamtbeurteilung wird anhand des Bewertungsschlüssels über alle Varianten dargelegt, aus welchen Gründen die Bestvariante im Rahmen des Optimierungsprojektes 2021 gewählt wurde, welches ab 6. April 2021 in den Kantonen Aargau und Solothurn öffentlich auflag.

Urteil Verwaltungsgericht Kanton Aargau

Im Oktober 2024 hat das Verwaltungsgericht des Kantons Aargau den Entscheid des Regierungsrates zur Konzessionsanpassung und zur Genehmigung des Projekts «Optimierung Kraftwerk Aarau» zur erneuten Prüfung an den Regierungsrat zurückgewiesen. Das Verwaltungsgericht hält in seinem Urteil vom 08.10.2024 bzw. in seinen Erwägungen (II. 5.) u.a. Folgendes fest:

«Zusammenfassend ergibt sich, dass die Bewilligung des Projekts 2013 nicht nichtig ist (Erw. 1) und dass vom ISOS-Eintrag nicht nur die Kraftwerksanlage, sondern auch der Mitteldamm und die beiden voneinander getrennten Ausleitkanäle erfasst sind (Erw. 2). ... Zur Prüfung, ob das Interesse an der Realisierung des Projekts Optimierung überwiegt, hat eine **umfassende Interessenabwägung** stattzufinden (Erw. 3). ... Ausserdem wurde das Gebot der ganzheitlichen Betrachtung mit Blick auf das im UVB Projekt Optimierung nur teilweise berücksichtigte Unterwerk verletzt. Insofern wird die Beschwerdegegnerin den UVB zu ergänzen haben (Erw. 4). ...»

Bei einer (umfassenden) Interessenabwägung bildet die **Prüfung von Alternativen und Varianten einen wichtigen Bestandteil der Interessenabwägung**¹.

Eniwa AG hat sich am 20. November 2024 entschieden, den Zwischenentscheid des Verwaltungsgerichts zum Optimierungsprojekt 2021 nicht weiterzuziehen und die nachträglich geforderten Unterlagen zu den Varianten sowie zu den anderen Erwägungen nachzuliefern. Gestützt auf das Urteil des Verwaltungsgerichts werden bisherige Varianten dargestellt und gestützt auf Vorschläge der Einsprecher auch neue Varianten für das KW Aarau geprüft.

Einordnung Fachbericht Kraftwerksvarianten

Das Projekt der Erneuerung des Kraftwerks Aarau hat eine lange Geschichte in mehreren Etappen, in den eine grosse Anzahl Varianten entwickelt und geprüft worden ist. Diese wurden mit den Kantonen und Begleitgruppe diskutiert. Im Fachbericht Kraftwerksvarianten wurden die Massnahmen zur Produktionssteigerung erläutert und bewertet sowie die technischen Möglichkeiten zur Umsetzung dieser Massnahmen aufgezeigt. Dabei muss aufgrund der heute handelsüblichen, grösseren, effizienteren und fischfreundlichen Rohrturbinen ein neues Zentralendesign konstruiert werden (längere Zentrale, geringe Bauhöhe), was den vollständigen Abriss der bestehenden Zentrale zur Folge hat.

¹ Stohner, Nils (2017): Tagung vom 30. November 2017: Interessenabwägung im Umweltrecht: Bundesgerichtliche Rechtsprechung.

Ausgehend von einer umfangreichen Variantenpalette wurden die Varianten konsolidiert und die weiterverfolgten Varianten bezüglich der Energieproduktion, Kosten, Wirtschaftlichkeit und Umweltauswirkungen inkl. Fischgängigkeit und Hochwassersicherheit (nochmals) beurteilt. Diese Varianten stellen Alternativen zum Projekt 2021 dar. Die gemäss Verwaltungsgericht relevanten Unterschiede bezüglich dem Umgang mit dem Mitteldamm und den Ausleitkanälen bzw. der Erhalt der Silhouette des alten Schalturms wurden im Variantenstudium berücksichtigt.

1.2 Gesamtpalette Kraftwerksvarianten

Projektentwicklung

Das Projekt der Erneuerung des Kraftwerks Aarau hat eine lange Geschichte in mehreren Etappen, in welcher eine grosse Anzahl Varianten entwickelt, geprüft und verworfen worden sind.

Bei einem Flusskraftwerk ohne Speicherbetrieb wie beim vorliegenden KW Aarau sind die Möglichkeiten zur Leistungs- und Produktionserhöhung begrenzt. Für die konzessionierte Flussstrecke sind das Bruttogefälle zwischen dem Unter- und Oberwasserkanal bestimmt und der für die Produktion nutzbare Ausbaudurchfluss bereits festgelegt. Die Optimierung beschränkt sich deshalb grundsätzlich auf die Erhöhung der Bruttofallhöhe, die Minimierung der Fliessverluste (Erhöhung Nettofallhöhe, Minimierung Reibungsverluste), Erhöhung Ausbaudurchfluss und Wirkungsgradverbesserung der Turbinen (vgl. Ausführungen Fachbericht KW-Varianten, Kap. 4). In diesem Sinn wurde über die lange Projektierungsdauer in Etappen eine sehr breite Palette von Varianten in unterschiedlichen Bearbeitungstiefen untersucht (Tab. 1).

Tab. 1 Überblick Projektentwicklung Kraftwerkserneuerung (Quelle: Fachbericht Kraftwerksvarianten).

Periode	abgegebene Unterlagen	Geprüfte Varianten
Variantenstudien (1992 – 1999):	Erneuerung KW Aarau, Variantenstudium, IUB, Technischer Bericht 1993, Kostenschätzung 1995	Prüfung von 7 Hauptvarianten.
Vorprojekt (2007 – 2009):	Dossier Vorprojekt Erneuerung Kraftwerk Aarau vom 7. Januar 2009	Zusätzliche Prüfung von 4 Varianten im Kanalbereich mit Kanalverbreiterungen gegen Süden, Festlegung einer Bestvariante. Bestvariante Kanalverbreiterung I gegen Süden, Umbau Zentralen 1 und 2, Hochwasserschutz und Aufwertungen.
Bauprojekt 2013 (2011 – 2013):	Konzessions- und Bauprojekt «Erneuerung KW Aarau», Gesuch vom 23.10.2013	Vertiefung Bestvariante aus Vorprojekt mit Rückbau oberer Mitteldamm (ca. 800 m, Neubau Zentrale 2, Retrofit Zentrale 1, Hochwasserschutz bei der Zentrale, Aufwertungen Ökologie und Naherholung.
Neues Bauprojekt 2021 (2016 – 2021):	Bau- und Auflageprojekt «Neues Flusskraftwerk Aarau», Gesuch vom 06.04.2021	Optimiertes Kraftwerkprojekt mit einem neuen Flusskraftwerk, vollständigem Rückbau Mitteldamm, weitere Aufwertungen Ökologie und Naherholung.

Das Variantenstudium bis und mit Vorprojekt (Bearbeitungsphasen 1992 - 1998 und 2007 – 2010) wurde in einer Beilage zum Technischen Bericht der ersten Vorprüfungsfassung des Bauprojekts vom 31.01.2010 zusammengestellt. Dabei handelt es sich um einen aktualisierten Auszug aus dem Technischen Bericht des 2009 erstmalig eingereichten Vorprojekts. In der folgenden Überarbeitung des Bauprojekts, die in Zusammenarbeit mit der Begleitgruppe der beiden Kantone bis

zur Einreichung des Auflageprojekts vom 23.10.2013 vorgenommen worden ist, wurde noch auf die Beilage eines separaten Berichts zur Variantenentwicklung verzichtet.

Variantenübersicht

In einer ersten Phase wurde die Variantenpalette breit geöffnet und es sind auch Varianten eingeflossen, welche bereits früher verworfen wurden.

Die früher betrachteten **Varianten** mit einer **Kanalverbreiterung nach Süden** ins Grien als mögliche Untervarianten der Variantengruppe 2 (vgl. Tab. 2) wurden aus verschiedenen Gründen fallengelassen.

Die Kanalverbreiterung von über 30 m nach Süden würde teils im Auengebiet von nationaler Bedeutung «Objekt 413 Wöschau» liegen und u.a. die dortigen Grundwasserverhältnisse stark beeinflussen. Der mittlere Grundwasserspiegel liegt beim Oberwasserkanal tiefer als die Kanalsole, weshalb die Kanalverbreiterung gegen Süden folgende Auswirkungen auf das Grundwasser haben würde:

- Durch die Baggerungen wird die bestehende Kanalsole verbreitert, was zumindest vorübergehend die Durchlässigkeit erhöht und zu einer verstärkten Infiltration von Flusswasser ins Grundwasser führen wird. Dadurch wird das Risiko für potenzielle Grundwasserverunreinigungen erhöht.
- Durch die Vergrößerung der Querschnittsfläche des Oberwasserkanals wird die Kontaktfläche zum Schotter, über welches Flusswasser ins Grundwasser infiltriert, vergrößert, was zu einer dauerhaften Zunahme der Infiltration führen würde.
- Dies würde zu einer tendenziellen Anhebung des Grundwasserspiegels und einer Veränderung der Grundwasserströmungen führen.
- Der zum Abbau der im Wasser enthaltenen organischen Substanzen wichtige bioaktive Filtersaum wird durch die Bauarbeiten zerstört.

Die Anhebung des Grundwasserspiegels würde sich weitgehend auf das Gebiet Grien beschränken, betrifft in untergeordnetem Umfang aber auch das Gebiet Gillacker mit dem Grundwasserpumpwerk der Gemeinde Erlinsbach. Eine mögliche qualitative Beeinflussung des Grundwassers bei dieser Trinkwasserfassung kann nicht ausgeschlossen werden. Auch aufgrund des längerfristig möglichen Ausbaus der Nutzung des Grundwassers in diesem Gebiet sind Eingriffe in den Untergrund vorsorglich zu minimieren.

Die südliche Kanalverbreiterung hätte aufgrund der baulichen Eingriffe in das kantonale Naturrest Grien zu erheblichen Auswirkungen geführt, namentlich eine Verletzung der Schutzziele mit einer zwingenden Anpassung (Reduktion) der Reservatsgrösse. Auch das Prinzip der Planbeständigkeit spricht gegen eine erneute Anpassung des kantonalen Nutzungsplans zum Schutz des Naturrest Grien, welches bereits seit 1951 unter Schutz steht und vor und nach einem intensiven Mitwirkungsprozess im Jahr 2019 an die heutigen Erfordernisse angepasst wurde (RRB 2019/1042). Eine Verbreiterung des Kanals nach Süden würde erneute Anpassungen am Reservatsperimeter und an den Schutzbestimmungen des Schutzgebiets zur Folge haben und wäre mit hohen Hürden verbunden.

Die Kanalverbreiterung gegen Süden hätte zudem einen erheblichen Rodungseingriff in den geschützten Auenwald zur Folge (Konflikte mit Walderhaltung und Auenschutz «Objekt 413 Wöschau») und die bestehende Kanalstrasse müsste innerhalb des Naturrest Grien neu angelegt werden mit einer weiteren Reduktion der Reservatsfläche.

Weil es ökologisch bessere und weniger konfliktträchtige Alternativen gibt, hätte die Standortgebundenheit aus den dargelegten Gründen nicht nachgewiesen werden können. Deshalb wurde die Kanalverbreiterung nach Süden schon in einem frühen Zeitpunkt nicht mehr weiterverfolgt.

Die folgenden Variantengruppen wurden für die vom Verwaltungsgericht des Kantons Aargau geforderte Beurteilung untersucht und in einem ersten Schritt summarisch geprüft:

Tab. 2 Zusammenfassung der für die Interessenabwägung geprüften Variantenpalette (Fachbericht KW-Varianten: Tab. 3).

Gruppe	Eigenschaften	Variationen
1	Zentrale gemäss Projekt 2021 (Deckelkraftwerk), Kanalbreite aussen wie heute	• Mit, ohne oder mit teilweisem Mitteldamm • Stauziel 370.60 m ü.M. oder erhöht • Ausbaudurchflüsse wie Projekt 2021 oder erhöht
2	Zentrale gemäss Projekt 2021 (Deckelkraftwerk), Kanalverbreiterung gegen Norden im Bereich K2'600 bis K1'600	• Mit und ohne Mitteldamm im Abschnitt K1'600 bis K1'000 • Stauziel 370.60 m ü.M. oder erhöht
3	Zentralenprojekt 2013 sowie neue Projekt der Zentrale mit Erhalt Gestaltung Aussen-hülle / Ortsbild	• Mit oder mit teilweisem Mitteldamm • Stauziel 370.60 m ü.M. oder erhöht • Ausbaudurchflüsse wie Projekt 2021 oder erhöht
4	Retrofit der heutigen Zentralen 1 und 2 bzw. der heutigen Maschinen, mit Hochwasser- und Schwallentlastung oberstrom KW-Brücke in den Altlauf	• Mit oder mit teilweisem Mitteldamm
5	Variante «Inseli»: Neu Zentrale oberstrom KW-Brücke direkt in den Altlauf, mit 2 oder 3 grossen horizontalachsigen Kaplanturbinen. Hochwasser- und Schwallentlastung und der Hülle der heutigen Zentrale 2, Zentrale 1 erhalten aber Kanal verfüllen	• Mit, ohne oder mit teilweisem Mitteldamm • Stauziel 370.60 m ü.M. oder erhöht • Ausbaudurchflüsse wie Projekt 2021 oder erhöht
6	Erhalt der Gebäude der heutigen KW-Zentrale oberhalb Terrain, Bau einer neuen Zentrale wie Projekt 2021 (Deckelkraftwerk) ca. 200 m oberstrom und Neubau des Unterwasserkanals mit Mündung in den Altlauf zwischen neuer und alter Zentrale	• Ohne Mitteldamm • Stauziel 370.60 m ü.M. oder erhöht

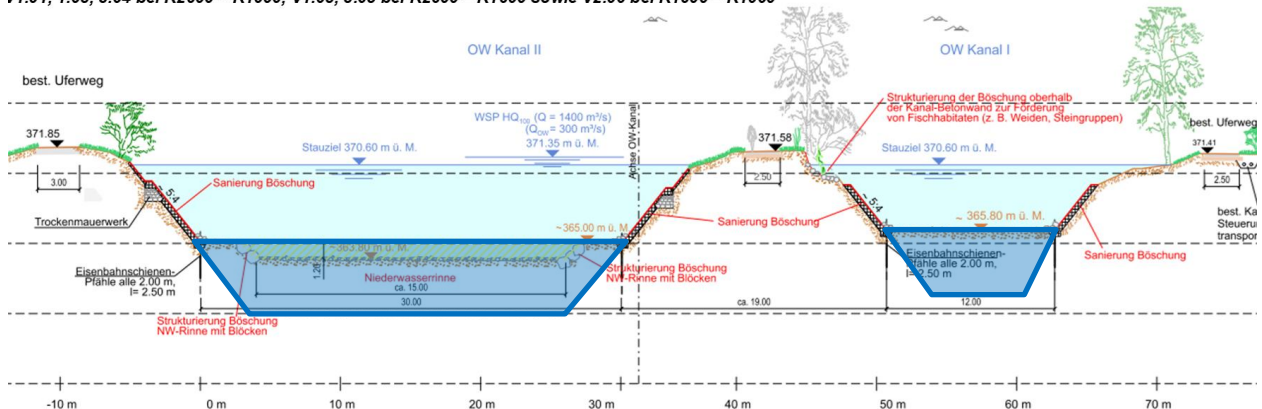
Variantengruppe 1 - 3: Projekt 2021 mit Variationen

Die Anlagenteile der Variantengruppen 1 bis 3 entsprechen im Wesentlichen dem Bauprojekt 2021 oder wurden als Grundlage für die Interessenabwägung berücksichtigt. Bezüglich Mitteldamm wurden jeweils Variationen mit, ohne oder teilweisem Mitteldamm betrachtet. Die näher abgeklärten Varianten ohne Mitteldamm umfassen den im Projekt 2013 bereits bewilligten Rückbau von 760 m im obersten Kanalabschnitt sowie den weiteren Rückbau um rund 850 m im unteren Abschnitt (Projekt 2021).

Nicht weiterverfolgte Untervarianten mit grösseren Kanalabtiefungen Variantengruppen 1-3

Eine zusätzliche Abtiefung der Kanäle, um den Abbruch des Mitteldamms und auch eine Verbreiterung der Kanäle zu umgehen, wurde bereits in einem frühen Stadium abgeklärt. Damit die Produktionsziele (insbesondere Erhöhung Ausbaudurchfluss) erreicht werden können, müssten die Oberwasserkanäle um rund **4.5 bis 5 m** abgetieft werden. Solche Eintiefungen der Kanäle sind bautechnisch komplex und führen zu erheblichen Baukosten. Voraussetzung dafür sind u.a. steile und nicht allzu raue Böschungen, die allerdings ökologisch sehr nachteilig sind und als kaum bewilligungsfähig eingeschätzt werden. Im Fachbericht Kraftwerksvarianten wurden die Kosten

V1.01, 1.03, 3.04 bei K2600 – K1000, V1.03, 3.03 bei K2600 – K1600 sowie V2.00 bei K1600 – K1000



Aus Umweltsicht sind bei den Abtiefungen der Oberwasserkanäle insbesondere die **Auswirkungen auf das Grundwasser** und die **Wasserversorgung** im Raum Erlinsbach SO mit der Trinkwasserfassung Gillacker entscheidend. Gemäss den Vorgaben der Gewässerschutzgesetzgebung sind direkte Einbauten in das Grundwasser bzw. das Freilegen und Schaffen von direkten Verbindungen zum Grundwasser nur in Ausnahmefällen gestattet und möglichst minimal zu halten. Je stärker in den Grundwasserhaushalt eingegriffen wird, umso verletzlicher ist das Grundwasser infolge des direkteren Austauschs zwischen Aarewasser und Grundwasser.

- Die Abtiefungen der bestehenden Kanalsohle um zusätzliche 4.5 – 5 m hätten eine grundlegende Veränderung der regionalen Grundwassersituation zur Folge. Heute herrschen sogenannte perkulative Fliessverhältnisse vor. Der Grundwasserspiegel liegt unter der Kanalsohle. Durch eine nicht vollständig gesättigte Zone unterhalb der Kanäle liegt an der Kanalsohle ein permanenter Wasserdruck an, was zu einer starken Kolmatierung, d.h. «Selbstabdichtung» der Sohle führt. Neu würde die Kanalsohle unterhalb des Grundwasserspiegels und auch unterhalb der Sohle der alten Aare (Restwasserstrecke) liegen. Dadurch würde der Wasserdruck an der Kanalsohle reduziert und stärker durch den Pegel der Restwasserstrecke beeinflusst. So würde sich nur noch eine reduzierte Kolmatierung der Kanalsohlen bilden, was anstelle der Perkolation zu einer direkten hydraulischen Anbindung des Kanals ans Grundwasser führen würde. Dadurch wird das Risiko für potenzielle Grundwasserverunreinigungen erhöht.
- Zur langfristigen Sicherung des Grundwasserdargebots zur künftigen Trinkwasserversorgung im Kanton Solothurn wurden im Projekt «Sicherung Grundwasserdargebot für regionale Wasserversorgung» die regional wichtigen Standorte für die Trinkwasserbeschaffung festgelegt (Amt für Umwelt Kanton Solothurn, 2021). Aufgrund der günstigen hydrogeologischen Ausgangslage wurde im Gillacker im Gemeindegebiet von Erlinsbach SO zu diesem Zweck ein potenzielles Grundwasserschutzareal vorgeschlagen, welches allerdings noch nicht rechtskräftig ist. Trotzdem wären Eingriffe in den Untergrund in diesem Gebiet vorsorglich zu unterlassen bzw. zu minimieren.

Die den Variantengruppen 4 bis 6 zugrunde liegenden Anlagenkonzepte wurden teils bereits früher entwickelt und damals verworfen oder wurden teils spezifisch für den Aspekt ISOS-Erhalt entwickelt. Diese Varianten sind nachfolgend in den Grundzügen beschrieben.

Variantengruppe 4: Retrofit der heutigen Zentrale

Die Forderung eines integralen Erhalts der Bausubstanz kann wie folgt umgesetzt werden:

- Erhalt der Bausubstanz und Retrofit der bestehenden Maschinen (mindestens 9 der 11 Maschinen) in den bestehenden Maschinengruben.
- Erhalt der Bausubstanz über der Wasserlinie und Einbau neuer Maschinenblöcke mit neuen Turbinen.
- Die Erneuerung der Bauteile unter der Wasserlinie ist zwingend erforderlich, da der bestehende Beton und Stahlbeton nicht mehr bis 2093 durchhalten werden. Dieser müsste mit dem gleichzeitigen Ersatz der Turbinen ebenfalls umfassend erneuert werden.

Bei der Variante Retrofit haben die Hochwasser- und Schwallentlastung und die Massnahmen für den Fischabstieg im Riegel des Bestandsbaus keinen Platz und müssen deshalb über das Inseli in die Aare geführt werden. Bei dieser Lösung sind zudem der bestehende Fischpass bei der Zentrale 1 zu sanieren und es ist ein neuer Fischpass am linken Ufer zu erstellen. Die Variante Retrofit verlangt die Reduktion der Strömungsverluste im Oberwasserkanal (Rückbau Mitteldamm oder Kanalverbreiterung).

Variantengruppe 5: Variante «Inseli»

Die Idee einer Variante «Inseli» wurden bereits früh entwickelt und später (Überarbeitung Projekt 2013 und Vorbereitungsarbeiten Projekt 2021) nochmals aufgegriffen. Dabei wurden Anlagenkonzepte mit einem neuen Kraftwerk zwischen Oberwasserkanal und Altlauf und der Hochwasser- und Schwallentlastung am Standort der heutigen Zentrale 2 entwickelt. Grundsätzlich ist bei der Variante Inseli der Erhalt der über der Wasserlinie liegenden Bestandsbauten möglich.

Diese Lösung wurde bereits früher verworfen, da sie sich weder technisch und wirtschaftlich noch bezüglich Raum und Umwelt als Bestlösung erwiesen hat. Auch die Variante «Inseli» verlangt die Reduktion der Strömungsverluste im Oberwasserkanal (Rückbau Mitteldamm oder Kanalverbreiterung).

Variantengruppe 6. Neues Kraftwerk oberstrom

Das Konzept der Variantengruppe 6 besteht aus einer neuen Zentrale wie im Projekt 2021 (Deckelkraftwerk), die ca. 200 m oberstrom der heutigen Zentrale erstellt wird. Die Abströmung geschieht über einen neuen Unterwasserkanal mit Mündung in den Altlauf zwischen neuer und alter Zentrale. Die heutigen Bauten werden oberhalb der Wasserlinie ober- und unterwasserseitig erhalten und umgenutzt. Auch die Variante 6 verlangt die Reduktion der Strömungsverluste im Oberwasserkanal (Rückbau Mitteldamm oder Kanalverbreiterung).

Alternative Produktionsmöglichkeiten

Verschiedentlich wurde von den Beschwerdeführern angeführt, dass für die Erneuerung des KW Aarau auch Alternativen für den Ausbau der Stromproduktion geprüft werden sollen.

Möglichkeit Schachtkraftwerk

Das Schachtkraftwerk ist eine Entwicklung der TU München mit dem Ziel die Turbinen (Kaplan-Rohrturbinen, wie sie in grösserem Massstab auch bei den bisherigen Erneuerungsprojekten vorgesehen sind) direkt in eine Wehrschwelle einzubauen und dabei den Fischabstieg sowie die Hochwasserableitung sicherzustellen.

Im bisherigen Entwicklungsstand eignet sich der Typ Schachtkraftwerk für eher kleine Durchflüsse und Gefälle. Bisher wurde nebst der Versuchsanlage im Labor TU München soweit bekannt eine Pilotanlage an der Loisach mit einer Leistung von 420 kW bei einer Ausbauwassermenge von $2 \times 11 \text{ m}^3/\text{s}$ und einer Fallhöhe von 2.5 m gebaut.

Die Entwickler weisen auf die Möglichkeit einer Anordnung in Reihe nebeneinander hin (Multi-Schachtkraftwerk). Für die Erneuerung des KW Aarau wäre eine Multi-Schachtturbinen-Anlage mit über 20 Maschinenblöcken nötig. Nach heutigem Wissen und Entwicklungsstand zu Schachtkraftwerken kann eindeutig festgestellt werden, dass dieser Anlagentyp für den Standort Aarau mit den konzidierten Abflüssen und Fallhöhen ungeeignet ist. Ob Tauchturbinen für eine mittlere Nettofallhöhe von ca. 6.5 m überhaupt hergestellt werden können, ist fraglich. Weiter würde sich ein signifikanter Produktionsverlust gegenüber einer Lösung mit modernen, grossen, fischschonenden horizontalachsigen Kaplan-Turbinen ergeben. Zudem darf auch der Platzbedarf und der Unterhaltsaufwand für 20 Maschinen sowie die Gefahr von Sandablagerungen in den vielen Kraftwerkschächten nicht unterschätzt werden.

Alternative Energieproduktionen (Solar und Wind)

Mit der Erteilung und Annahme der Konzession für die Nutzung der Wasserkraft in der Pflichtstrecke ist die Eniwa auch die Verpflichtung eingegangen, eine wirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen, die den gesetzlichen Randbedingungen und Anforderungen von Raumplanung und Umweltschutz entspricht. Die Eniwa beteiligt sich bereits heute ausserhalb des Projektperimeters des KW Aarau umfangreich am Zubau neuer erneuerbarer Energieproduktion aus Sonne und Wind. Die Nutzung dieser Energiequellen geschieht unabhängig von der Umsetzung des Wassernutzungsrechts an der Aare. Die Solarstromproduktion im Versorgungsgebiet der Eniwa (20 Stromgemeinden) übersteigt bereits heute an einem schönen Sommerwochenende den Bedarf.

Der Bau einer grösseren PV-Anlage auf dem Mitteldamm würde gemäss Fachbericht KW-Varianten (Kap. 2.5.2) eine mittlere Jahresproduktion aus Photovoltaik von ca. 2.5 GWh ergeben. Dies ist weniger als ein Achtel der Produktionssteigerung zwischen dem Zustand heute und dem Projekt 2021 und weniger als die Hälfte, die die Kanal Anpassung alleine bringt (Kap. 8, Tab. 7). Die mittlere Stundenproduktion der Anlage würde 285 kWh und die Produktion zu Spitzenstunden maximal 2'655 kWh betragen. Die Gestehungskosten würden sich auf rund 10 Rp/kWh belaufen. Ob eine PV-Anlage auf dem Mitteldamm mit dem ISOS-Schutz vereinbar ist und die verschiedenen Nutzergruppen ihren Gefallen an den unzähligen Solarpanels haben werden, ist auch fraglich.

Die Qualität und Wertigkeit von über Tagen bis Wochen stationärer Bandenergie aus Wasserkraft ist eine ganz andere als die volatile und nur mit Batteriespeichern steuerbare Energieproduktion aus Wind- und Sonnenkraft. Für die Netzstabilität ist die Bandenergieversorgung zentral und unabdingbar. Wenn mit Batterien ein Tage- und Wochenausgleich zur Sicherstellung von Bandenergie mit ähnlicher Wertigkeit und identische Stundenproduktion erreicht werden müsste, würden sich die Gestehungskosten verdreifachen. Die Solarstromproduktion ist im Vergleich zur Wasserkraftproduktion an diesem Standort gänzlich unwirtschaftlich und würde vor allem zu weiteren (unerwünschten) Sommerüberschüssen führen.

Falls kein Klimaschutz erfolgt bzw. sich nicht umsetzen lässt, kann gemäss den hydrologischen Szenarien Hydro-CH2018 des National Centre for Climate Services (NCCS) bei der Messstation Aare – Murgental bis Ende des Jahrhunderts (2070–2099) im Vergleich zur Referenzperiode (1981–2010) eine mittlere Zunahme des Winterabflusses von 20 bis 40% erwartet werden. Das hat zur Folge, dass die Stromproduktion des KW Aarau in der nachfragestarken Winterperiode

deutlich zunehmen wird und so einen wesentlichen Beitrag zur Behebung der Winterstromlücke leisten wird.

In einer Studie der Schweizerischen Energiestiftung (Florian Brunner: «Strommix» 2020) von 2021 wurden die Klima- und Umweltbelastungen für verschiedene Energiequellen analysiert und in sogenannten Umweltbelastungspunkten (UBP) abgeschätzt. Die UBP berücksichtigen die gesamte Umweltbelastung der Stromproduktion, von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Entsorgung der Abfälle inklusive Treibhausgasemissionen, weitere Schadstoff-Emissionen (wie Schwermetalle, Nitrat oder Phosphor), radioaktive Abfälle, Sonderabfälle, Wasser- und Landverbrauch und weitere Belastungen. Beim Vergleich der UBP schneidet die Wasserkraft mit 45 UBP pro kWh am besten ab, gefolgt von der Windenergie mit 76 UBP pro kWh, Photovoltaik mit 100 UBP pro kWh, Biomasse mit 308 UBP pro kWh und der Atomstromproduktion mit 466 UBP pro kWh. Die Photovoltaik wird künftig aufgrund neuer Technologien und verbessertem Recycling zu einer geringeren Umweltbelastung führen, wobei die Bestplatzierung der Wasserkraft weiterhin bestehen bleiben wird.

Verwerfen von Varianten ohne detaillierte Prüfung

Über die richtige Standortwahl im Sinne der Raumplanungsgesetzgebung ist im Rahmen einer Interessenabwägung zu entscheiden. Anlässlich dieser Abwägung sind die berührten Interessen zu ermitteln, zu beurteilen und möglichst zu berücksichtigen (Art. 3 Abs. 1 der Raumplanungsverordnung). Im Rahmen dieser Interessenabwägung ist zu prüfen, ob andere, ernsthaft in Betracht zu ziehenden Varianten in Frage kämen. **Dabei können Varianten, die gewichtige Nachteile oder keine wesentlichen Vorteile aufweisen, bereits nach einer summarischen Prüfung ausgeschieden werden** (BGE 139 II 499 E. 7.3.1 mit Hinweisen; Urteil BGer 1C_55.0/2012, 1C_551/2012 vom 9. Dezember 2014, E. 6.2).

1.3 Triage Kraftwerksvarianten

In zwei Workshops mit Eniwa und den Fachplanern wurde die breite Variantenpalette mit insgesamt rund 20 Varianten unter Berücksichtigung der folgenden Anforderungen konsolidiert:

- Produktionssteigerung um mehr als 20%
- Erhalt ISOS-Werte der Gesamtanlage und dabei v.a. der Zentrale und des Mitteldamms mit den beiden Ausleitkanälen
- Erhalt Bewilligungsfähigkeit aus umweltrechtlicher und raumplanerischer Sicht
- Kosten und Wirtschaftlichkeit der Anlage

Gestützt auf die Kriterien wurden die Variantengruppen 4, 5 und 6 nach einer ersten summarischen Prüfung aus folgenden Gründen verworfen:

Verworfen Variantengruppe 4: Retrofit der heutigen Zentrale (Kap. 3.2.1 Fachbericht Kraftwerksvarianten)

Im Rahmen dieser Erstbeurteilung wurden die Retrofit-Varianten mit dem Erhalt des Mitteldamms, Sanierungen und Erneuerung innerhalb der bestehenden Gebäudehüllen und Hochwasserentlastung über das Inseli verworfen, da keine Produktionssteigerung resultieren wird und die Sicherstellung des Hochwasserschutzes und der Fischgängigkeit nicht gewährleistet werden kann. Ein Retrofit im Sinne eines Erhalts der heutigen Zentralen 1 und 2 mit dem Einbau neuer und grösserer Turbinen ist nicht möglich, weil grössere Maschinen grössere Einbautiefen erfor-

dern (unterhalb der heutigen Gebäudetiefe) und der Erhalt der heutigen Bausubstanz durch Unterfangen der bestehenden Bestandesbauten technisch nur schwierig machbar ist und die Anlagekosten massiv verteuern.

Verworfenen Variantengruppe 5: Variante «Inseli» (Kap. 3.2.2 Fachbericht Kraftwerksvarianten)

Bei der Variante «Inseli» wird das Nutzwasser oberhalb der Kraftwerksbrücke in den Altlauf geleitet und dort mit dem Restwasserabfluss zusammengeführt. Damit verlängert sich die unterwasserseitige Fliessstrecke bis zur Konzessionsgrenze oberhalb der neuen Kettenbrücke, während sich die oberwasserseitige Fliessstrecke leicht verkürzt. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Variante «Inseli» zur Verhinderung der Strömungsverluste erhebliche Vertiefungen und Verbreiterung der Aare zur Folge haben wird, welche aus ökologischen und städtebaulichen Gründen als nicht bewilligungsfähig erachtet werden und von den Planern verworfen wurden. Weiter wären aufgrund der Prallhangsituation zusätzlich umfangreiche Uferschutzmassnahmen beim Schwimmbad Aarau erforderlich.

Verworfenen Variantengruppe 6. Neues Kraftwerk oberstrom (Kap. 3.2.3 Fachbericht Kraftwerksvarianten)

Verworfen wurde ebenso die Variante mit einer neuen Zentrale im Oberwasserkanal oberhalb der bestehenden Anlagen. Gründe für das Verwerfen sind die hohen Kosten (zusätzlich Bau neuer Unterwasserkanal durch das bestehende Kraftwerk hindurch und massive Terrainanpassungen oberwasserseitig mit Auswirkungen auf das Ortsbild), die ungewisse Nachnutzung (Sanierung, Unterhalt) der alten Zentrale sowie die erforderlichen Anpassungen für den Hochwasserschutz der Stadt Aarau (fraglich Bewilligungsfähigkeit).

2 Weiterverfolgte Varianten

Weitere Konsolidierung der Gruppen 1 bis 3 (Kap. 3.2.4 u. Kap. 3 Fachbericht Kraftwerksvarianten)

Erste Berechnungen haben gezeigt, dass sich die Variation der produktionserhöhenden Auslegungsparameter Stauziel, Kanalquerschnitt (Strömungsverluste Oberwasserkanal), Ausbaudurchfluss auf eine begrenzte Kombination von Variationen reduzieren lässt. Es sind dies:

- Stauziel: wie konzediert 370.60 m ü.M. und 10 cm höher, 370.70 m ü.M.
- Ausbaudurchfluss: wie konzediert 420 m³/s und erhöht 500 m³/s
- Kanalquerschnitte:
 - Vollständiger Erhalt Mitteldamm
 - Teilerhalt Mitteldamm vom Einlauf bis zum Erzbach
 - Kein Mitteldamm (Projekt 2021)
 - Verbreiterung Oberwasserkanal gegen Norden vom Einlauf bis Erzbach

Aus der Kombination des Anlagenkonzeptes der Variantengruppen 1 bis 3 mit den Variationen von Stauziel, Kanalquerschnitt und Ausbaudurchfluss lassen sich zusätzlich zur Basisvariante 1.00 (Projekt 2021) weitere 6 Varianten entwickeln, die vertieft als Projekt ausgearbeitet worden sind. Diese weiterverfolgten und detailliert ausgearbeiteten Varianten sind untenstehend schematisch dargestellt und kurz beschrieben. Für diese Varianten wurden die relevanten bautechnischen Anlagenteile so ausgearbeitet, dass die Energieproduktion je Variante in mit dem Bauprojekt 2021 vergleichbarer Qualität berechnet und für jede Variante eine mit dem Kostenvoranschlag des Bauprojekt 2021 vergleichbare Schätzung der Anlagenkosten vorgenommen werden konnte. Details dazu sind dem Fachbericht Kraftwerksvarianten zu entnehmen.

Variante V1.00 Projekt 21 Original

Neue Zentrale ohne Mitteldamm, Höherstau und Ausbauwassermenge gemäss Konzession, zusätzliche Ersatzmassnahmen Seitengerinne Grien (U17) und Aufwertung Aareufer Unterwasser Zentrale (U18).



Produktion	124.2 GWh
Ausbauwassermenge	420 m ³ /s
Höherstau	+ 6 cm
Kosten	173.6 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (>20%)	8.6 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	JA

Variante V1.01 Projekt 21

Neue Zentrale mit Erhalt Mitteldamm, Höherstau und Ausbauwassermenge gemäss Konzession, ohne zusätzliche Ersatzmassnahmen.



Produktion	121.4 GWh
Ausbauwassermenge	420 m ³ /s
Höherstau	+ 6 cm
Kosten	172.7 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (<20%)	10.2 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	NEIN

Variante V1.03 Projekt 21+

Neue Zentrale mit Reduktion untere Hälfte Mitteldamm, Höherstau gemäss Konzession, Erhöhung Ausbauwassermenge, zusätzliche Ersatzmassnahme U18.



Produktion	124.3 GWh
Ausbauwassermenge	500 m ³ /s
Höherstau	+ 6 cm
Kosten	202.2 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (>20%)	10.0 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	JA

Variante V1.05 Projekt 21++

Neue Zentrale mit Erhalt Mitteldamm, Erhöhung Staukote und Erhöhung Ausbauwassermenge, ohne zusätzlichen Ersatzmassnahmen.



Produktion	125.9 GWh
Ausbauwassermenge	500 m³/s
Höherstau	+ 16 cm
Kosten	208.3 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (>20%)	9.8 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	JA

Variante V2.00 Projekt 21 Erweiterung Kanal Nord

Neue Zentrale mit Erhalt Mitteldamm, Kanalerweiterung Nord bis Erzbach, zusätzliche Ersatzmassnahme U18.



Produktion	123.8 GWh
Ausbauwassermenge	420 m³/s
Höherstau	+ 6 cm
Kosten	183.4 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (>20%)	8.9 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	JA

Variante V2.01 Projekt 21 Erweiterung Kanal Nord

Neue Zentrale mit Reduktion Mitteldamm, Kanalerweiterung Nord bis Erzbach, zusätzliche Ersatzmassnahme U18.



Produktion	124.3 GWh
Ausbauwassermenge	420 m³/s
Höherstau	+ 6 cm
Kosten	185.4 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (>20%)	9.0 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	JA

Variante V3.03 Zentrale 25

Reduktion Mitteldamm, Erhalt KW-Silhouette, Erhöhung Ausbauwassermenge, Hochwasserentlastung bei Zentrale 1, zusätzliche Ersatzmassnahme U18.



Produktion	124.3 GWh
Ausbauwassermenge	500 m³/s
Höherstau	+ 6 cm
Kosten	216.9 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (>20%)	10.4 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	JA

Variante V3.04 Zentrale 25

Erhalt Mitteldamm, Erhalt KW-Silhouette, Erhöhung Ausbauwassermenge und Höherstau, Hochwasserentlastung bei Zentrale 1, zusätzliche Ersatzmassnahme U18.



Produktion	125.9 GWh
Ausbauwassermenge	500 m ³ /s
Höherstau	+ 16 cm
Kosten	223.0 MCHF
Gestehungskosten mit Investitionsbeitrag (>20%)	10.5 Rp/kWh
Produktionssteigerung > 20%	JA

3 Methodik Variantenbeurteilung

Gemäss den Erwägungen des Verwaltungsgerichts sind der Mitteldamm und die beiden Ausleitkanäle als Bestandteile des im ISOS aufgeführten Elektrizitätswerks Aarau zu betrachten. Folglich wurde der Erhalt oder Abriss des Mitteldamms im Rahmen der Variantenbeurteilung entsprechend berücksichtigt.

Mit der hier verwendeten Nutzwertanalyse können verschiedene Varianten oder Optionen anhand von qualitativen und quantitativen Kriterien bewertet und verglichen werden. Sie hilft, eine fundierte Entscheidung zu treffen, indem sie die verschiedenen Optionen systematisch nach ihren Vor- und Nachteilen ordnet und gewichtet. Die verschiedenen Kraftwerksvarianten wurden gemäss folgendem Ablauf bewertet²:

1. **Varianten festlegen:** Es wurden in einem mehrstufigen Verfahren die verschiedenen Varianten definiert, die im Hinblick auf die Variantenbeurteilung weiterverfolgt wurden (Kap. 2).
2. **Kriterien definieren:** Es werden die Kriterien festgelegt, die für die Bewertung der Varianten relevant sind. Diese können sowohl quantitative (z.B. Kosten oder Energieproduktion) als auch qualitative (z.B. Landschaft oder Bauemissionen) Aspekte umfassen. Es wurde eine Kriterienauswahl für die Zielbereiche Energie, Wirtschaft und Umwelt getroffen (Kap. 4.1).
3. **Indikatoren bestimmen:** Anhand von messbaren oder qualitativ beurteilbaren Indikatoren sollen die gewählten Kriterien möglichst nachvollziehbar bewertet werden können (Kap. 4.2).
4. **Kriterien gewichten:** Die Bedeutung der einzelnen Kriterien wird gewichtet, da nicht alle Kriterien gleich wichtig sind (Kap. 4.3).
5. **Varianten bewerten:** Jede Variante wird anhand der festgelegten Kriterien und Indikatoren mit einer 5-stufigen Skala bewertet (Anhang 1).
6. **Nutzen berechnen:** Die Bewertungen werden mit den entsprechenden Gewichtungen multipliziert und summiert, um einen Gesamtnutzen für jede Alternative zu erhalten (Kap. 4.4, 5.1 - 5.3).
7. **Ergebnis interpretieren:** Die Variante mit dem höchsten Gesamtnutzen wird als die vorteilhafteste Option identifiziert (Kap. 6).

² Wir möchten darauf hinweisen, dass es bei einer Variantenbeurteilung kein Bewertungsverfahren gibt, welches die Subjektivität völlig ausschliesst. Der Wert einer Lösung wird massgeblich bestimmt durch die subjektive Einschätzung bei der Zielformulierung und bei der Lösungssuche der unterschiedlichen Varianten. Dennoch ist die Nutzwertanalyse ein ausgezeichnetes Hilfsmittel, um die Entscheidungssituation transparent zu machen. Es zwingt dazu, sich über Wertvorstellungen Gedanken zu machen und sie zu strukturieren und hilft zudem, rein intuitive und sehr willkürliche Entscheidungen zu verhindern.

4 Beurteilung aus Umweltsicht

4.1 Kriterien

Kriterien lassen sich im Bereich Umwelt einerseits aus den relevanten Unterschieden im Umgang mit dem Mitteldamm und den Ausleitkanälen oder dem Erhalt der Silhouette des alten Schallturms ableiten wie z.B. ISOS-Ortsbild oder der Bereich Landschaft. Andererseits haben die Varianten auch unterschiedliche Auswirkungen auf andere Umweltbereiche. Als signifikant und relevant werden die nachfolgend aufgeführten Umweltbereiche betrachtet. Die Reihenfolge der Umweltbereiche orientiert sich teils nach dem Raster des UVP-Handbuchs des BAFU bzw. nach deren Bedeutung und hat keinen Einfluss auf die Bewertung.

- Gewässer
- Fische
- Grundwasser
- Lebensräume
- Boden
- Landschaft
- ISOS/Ortsbild: Das ISOS als nationales Interesse wird im Kapitel Gesamtbeurteilung als Hauptkriterium aufgeführt und entsprechend gewichtet und bewertet.
- Emissionen Bau
- Gesamtbetrachtung Umweltverträglichkeit, Machbarkeit

Der Bereich Landschaft wird mit den zwei Indikatoren Landschaftserleben und Landschaftsbild bewertet. Bei anderen Umweltbereichen wurde ein Indikator verwendet.

Einige Umweltaspekte sind variantenunabhängig, d.h. sie sind entweder für alle geprüften Varianten nicht relevant, wie z.B. bei den Fachbereichen Altlasten und Wald, oder es sind nur sehr geringe und kaum messbare Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten vorhanden (z.B. Fachbereich NIS).

4.2 Indikatoren

Für die oben aufgeführten Kriterien wurden 12 geeignete und repräsentative Indikatoren bestimmt, welche quantitativ erfasst oder qualitativ nachvollziehbar beurteilt werden können. Diese Indikatoren wurden jeweils mit einer 5er Skala von 1 bis 5 Punkten bewertet.

Beim **Kriterium Gewässer** wurden der Höherstau sowie die Ausbauwassermenge als Indikatoren verwendet. Ein **Höherstau** staut ökologisch wertvolle Uferbereiche ein und beeinflusst die in der Uferzone vorkommenden Pflanzen- und Tierhabitate wie z.B. Fischlebensräume (insb. Jungfische), Vögel oder Insekten (Libellen etc.). Aufgrund der hydraulischen Verhältnisse beim KW Aarau wurde die 5-stufige Bewertungsskala auf den Wertebereich von 6 bis >20 cm ausgelegt.

Höhere **Ausbauwassermengen** reduzieren einerseits die Abflussmenge in der Restwasserstrecke (geringerer Wehrüberlauf) und schränken andererseits auch die gewässerökologisch bedeutsame Abflussdynamik deutlich ein (mehr monotone und konstante Abflussbedingungen gemäss saisonalem Restwasserregime 15-20-25 m³/s). Die 5-stufige Bewertungsskala wurde auf den Wertebereich von 420 bis grösser 480 m³/s ausgelegt.

Vorliegend wird das **Kriterium Fische** mit der Sicherstellung der Fischgängigkeit beurteilt, wobei für die zu prüfenden Varianten nur der Zustand Bestvariante (Fischauf- und -abstieg optimal) und der Zustand mit einem nicht optimalen Fischab- und -aufstieg unterschieden werden kann. Die Beeinträchtigung der Fischfauna aufgrund des vollständigen Rückbaus des Mitteldamms wird mit dem Anlegen von neuen Gewässern im Grien, Uferstrukturierungen entlang des Oberwasserkanals und der Aareuferaufwertung unterhalb der Zentrale gewässerökologisch kompensiert. Die übrigen fischökologischen Aspekte wurden im Projekt 2013 umfassend abgeklärt und die erforderlichen Massnahmen sind in der Konzession verfügt worden und teilweise bereits umgesetzt (z.B. Restwassermengen oder Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen).

Beim **Kriterium Grundwasser** wurden die Eingriffe in die Gewässersohle des Oberwasserkanals sowie die zur Diskussion stehenden Kanalverbreiterungen (Verlust Deckschichten und folglich kürzere Zuströmung zum Trinkwasserpumpwerk Gillacker) semiquantitativ abgeschätzt. Beide Eingriffstypen stellen eine potenzielle Gefährdung der Wasserversorgung von Erlinsbach [und von künftigen Grundwassernutzungen in diesem Gebiet dar](#). Dies gilt es besonders bei den Kanalverbreiterungen zu berücksichtigen, da dabei die Grundwasserfliessdistanz zum Pumpwerk erheblich reduziert wird. Der Wertebereich für die verbale Beurteilung wurde von «kleinen» bis zu «sehr grossen» Eingriffen in die Gewässersohle bzw. Grundwasserleiter festgelegt.

Der Umweltbereich **Lebensräume** wurde mit den beiden Indikatoren Ufervegetation (Verlust) und Ersatzmassnahmen (Aufwertung) beurteilt. Die durch die verschiedenen Varianten abgehende Ufervegetation wurde bestmöglich quantifiziert und die 5-stufige Bewertungsskala umfasst den Bereich von null bis mehr als 4'000 m² betroffene Ufervegetation.

Bei den **Ersatzmassnahmen** (ökologische Aufwertung) wurden nur die beiden neuen Massnahmen Seitengerinne Grien (U17) und Aufwertung Aareufer Unterwasser Zentrale (U18) berücksichtigt. Diese beiden Massnahmen sind in Bezug zum Projekt 2013 zusätzliche ökologische Aufwertungen mit einer erheblichen ökologischen Inwertsetzung. In den Varianten, die auf dem Anlagekonzept 2013 basieren, sind diese Ersatzmassnahmen nicht bzw. nur teilweise enthalten. Aufgrund der resultierenden Ökopunkte (U17: 8.6 ÖP, U18: 3.2 ÖP) wurde der zu prüfende Wertebereich von null bis mehr als 9 Ökopunkte festgelegt.

Beim **Kriterium Boden** wurde der Verlust von landwirtschaftlichem Kulturland bzw. die betroffene Fruchtfolgefläche (FFF) als massgebender Indikator beurteilt. Die 5-stufige Bewertungsskala wurde auf den Wertebereich von null bis mehr als 20'000 m² FFF-Verlust ausgelegt.

Der Bereich **Landschaft** wurde mit den beiden Indikatoren Landschaftserleben und Landschaftsbild beurteilt. Das **Landschaftserleben** wurde für die betroffenen Hauptnutzer Schwimmer, Fussgänger, Hundehalter und Velofahrer bezüglich der Schmälerung (Verlust Mitteldamm) und der Attraktivierung (neue ökologische Massnahmen, neue Infrastrukturen für die Naherholung, Freizeitanlage Inseli) qualitativ von «sehr gering» bis «sehr hoch» bewertet.

Die Auswirkungen auf das **Landschaftsbild** wurde mit dem landschaftsästhetischen Eigenwert bestimmt, welcher für das optimierte Projekt 2021 im Projektperimeter vertieft abgeklärt wurde. Dabei wurden nur noch die unmittelbar vom Mitteldamm und der Zentrale betroffenen Teilbereiche bewertet. Die für die überprüften Varianten vergebenen Punkte schwanken zwischen null und drei (Differenzverfahren) und entsprechend wurde die Bewertungsskala abgestuft ausgelegt.

Das **Kriterium Emissionen Bau** wurde gewählt, weil das Vorhaben einen Zeitraum von mehreren Jahren beanspruchen wird und folglich über längere Zeit während den Bauarbeiten zu Bau-

emissionen (Luft, Lärm, Erschütterungen) führen wird, welche subjektiv unterschiedlich wahrgenommen werden. Zur Beurteilung der Emissionsauswirkungen als Folge der Bauarbeiten und insbesondere der umfangreichen Bau- und Materialtransporte wurde als Indikator das anfallende Aushub- und Abbruchmaterial bestimmt. Die 5-stufige Bewertungsskala wurde auf den Wertebereich von weniger als 200'000 bis mehr als 500'000 m³ zu «bewegendes» Materialvolumen ausgelegt.

Beim Kriterium **Gesamtbetrachtung Umweltverträglichkeit** (Machbarkeit) wurde das Umweltisiko abgeschätzt. Falls erhebliche Projektänderungen mit zusätzlichen, noch nicht bekannten und durch die Fachstellen von Bund und den beiden Kantonen bisher noch nicht beurteilten Umweltaspekten, wie z.B. Verlust FFF, Erhöhung Ausbauwassermenge (>420 m³/s) oder Höherstau (mehr als 6 cm) neu anfallen werden. Solche Änderungen hätten wiederum umfangreiche technische und Umweltauflösungen zur Folge, welche wahrscheinlich zu relevanten Projektänderungen führen würden. Die Bewertung erfolgt abgestuft von «sehr gering» bis «hoch» (Verlust FFF, Landerwerb, Konzessionsänderungen).

Nachfolgend ist das angewendete Beurteilungsraster für alle Indikatoren und der Bewertungsschlüssel dargestellt.

Tab. 3 5-stufige Skalierung Umweltindikatoren und Hauptkriterium ISOS.

Beurteilung	1	2	3	4	5
Gewässer – Höherstau [cm]	+ 6	+ >6 - 10	+ >10 - 15	+ >15 - 20	+ >20
Gewässer – Ausbauwassermenge [m ³]	420	>420 - 440	>440 - 460	>460 - 480	>480 - 500
Fische – Fischgängigkeit	Bestvariante		F-Aufstieg nicht Bestvariante F-Abstieg n. opt.		
Grundwasser – Beeinflussung PW Gillacker	Flächeneingriff in die Sohle des OW-Kanals, Abtrag Kanalverbreiterung				
Lebensräume – Verlust Ufervegetation [m ²]	0 - 1000	>1'000 - 2'000	>2'000 - 3'000	>3'000 - 4'000	>4'000
Lebensräume – Aufwertung ökolog. Ersatz	Anzahl der Ökopunkte der Ersatzmassnahmen U17 und U18				
Boden – Verlust FFF [m ²]	kein	< 5'000	>5'000-10'000	>10'000-20'000	>20'000
Landschaft – Erleben	sehr hoch	hoch	mittel	gering	sehr gering
Landschaft – Landschaftsbild (Landschaftsästhetik gem. UVB)	grosse Aufwertung LB		mittl. Aufwertung LB		keine Aufwertung LB
ISOS – Ortsbild*	MD bleibt Erhalt Silh. KW	MD reduziert Erhalt Silh. KW	MD bleibt Zentrale weg	MD reduziert Zentrale weg	MD und Zentrale weg
Emissionen Bau – Aushub, Abbruch [m ³]	<350'000	350'000-425'000	>425'000-500'000	>500'000 - 575'000	>575'000
Gesamtbetrachtung Umweltverträglichkeit, Machbarkeit	Grosses Umweltisiko: wenn erhebliche Projektänderung mit zusätzlichen, noch nicht bekannten und durch die Fachstellen von Bund und Kanton noch nicht beurteilten Umweltisiken anfallen				

* Hinweis: Die Bewertung ISOS – Ortsbild erfolgt im Rahmen der Gesamtbeurteilung als separates Hauptkriterium (Kap. 6.2).

Beurteilung ISOS – Ortsbild

Der gleichzeitige Erhalt des Mitteldamms, der beiden Ausleitkanäle und der bestehenden Zentralen verunmöglichen künftig einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb. Diese Anforderungen können in allen untersuchten Varianten nicht vollumfänglich eingehalten werden. Der wichtige Aspekt ISOS ist nicht Bestandteil der vorliegenden Umweltbeurteilung und wird aufgrund des nationalen Interesses im Rahmen der Gesamtbeurteilung als separates Hauptkriterium mit einer höheren Gewichtung bewertet (Kap. 6.2).

Das Kriterium ISOS wurde abgestuft je nach Anteil des Verlustes von Mitteldamm und Zentrale von «Erhalt Mitteldamm und Erhalt KW-Silhouette» (1 Pkt.) bis zum «Abriss Mitteldamm und Zentrale» (5 Pkt.) semiquantitativ bewertet.

4.3 Gewichtung

In zwei Workshops mit Vertretern der Eniwa und den beteiligten Planern wurden die Gewichtungen für die Umweltindikatoren und die Hauptkriterien festgelegt. Dabei wurde auch entschieden, das Kriterium ISOS/Ortsbild separat im Rahmen der Gesamtbeurteilung zu bewerten und nicht im Rahmen der Umweltbeurteilung als ein Indikator unter vielen anderen Indikatoren. Damit soll dieser Aspekt stärker mit einer höheren Gewichtung zur Geltung kommen.

Tab. 4 Gewichtung der Indikatoren

Kriterien	Indikatoren	Gewichtung [%]
Gewässer	Höherstau	10.0
	Ausbauwassermenge	10.0
Fische	Fischgängigkeit	5.0
Grundwasser	Beeinflussung Zuströmung PW Gillacker, Eingriffe Gewässersohle	12.5
Lebensräume	Verlust Ufervegetation	5.0
	Aufwertung durch Ersatzmassnahmen	12.5
Boden	beanspruchte FFF	15.0
Landschaft	Landschaftserleben	5.0
	Landschaftsbild	5.0
Emissionen Bau	Aushub, Abbruch	5.0
Gesamtbeurteilung Umweltverträglichkeit, Machbarkeit	Umweltrisiko: Gem. Art. 8 USG werden Einwirkungen sowohl einzeln als auch gesamthaft und nach ihrem Zusammenwirken beurteilt.	15.0
Total		100

Eine Gewichtung von 15% erhalten die Indikatoren:

- Gesamtbetrachtung Umweltverträglichkeit, Machbarkeit, Umweltrisiko: wenn erhebliche Projektänderung mit zusätzlichen, noch nicht bekannten und durch die Fachstellen von Bund und Kanton noch nicht beurteilten Umweltrisiken anfallen.
- Boden: Permanent beanspruchte Fruchtfolgeflächen mit Kompensationspflicht und Standortnachweis.

Gewichtungen von 12.5% erhalten die folgenden Indikatoren:

- Grundwasser: Beeinflussung Zuströmung Pumpwerk Gillacker Wasserversorgung Erlinsbach SO, Eingriffe in Gewässersohle, potenzielle Grundwassergefährdung.
- Lebensräume, Aufwertung durch Ersatzmassnahmen: insbesondere ökologische Wirkungen der Ersatzmassnahmen Seitengerinne Grien (U17) und Aufwertung Aareufer Unterwasser Zentrale (U18).

Gewichtungen von 10% erhalten die folgenden Indikatoren:

- Gewässer, Höherstau: Einstau Uferbereiche, Jungfische, Insekten.
- Gewässer, Ausbauwassermenge: Restwasserabfluss, Abflussdynamik.

Die folgenden Indikatoren werden jeweils mit 5% gewichtet:

- Fische, Fischgängigkeit: Fischgängigkeit muss bewilligungsfähig und subventionsberechtigt sein.
- Lebensräume: Verlust geschützte Ufervegetation.
- Landschaft: Landschaftserleben von Schwimmern, Fussgängern, Hundehalter, Velofahrenden.
- Landschaft: Landschaftsbild anhand der Aufwertungs-Punkte Landschaftsästhetik gemäss aktualisierter UVB vom 14.11.2025.
- Emissionen Bau: Aushub, Abbruch, Zulieferung (Bautransporte).

4.4 Ergebnisse Umweltbewertung

Die 5-stufige Bewertung je Indikator wird mit dem jeweiligen Gewichtungsfaktor multipliziert und die Teilsummen aller Indikatoren werden für jede Variante zu einem Gesamtnutzen aus Umweltsicht aufsummiert (s. Anhang 1). Nachfolgend ist die Umweltbewertung für alle weiterverfolgten Varianten tabellarisch dargestellt:

Tab. 5 Beurteilung Umwelt Kraftwerk-Varianten ohne ISOS

Umweltbeurteilung		Gew.	V1.00	V1.01	V1.03	V1.05	V2.00	V2.01	V3.03	V3.04
Gewässer	Höherstau	0.100	1.0	1.0	1.0	4.0	1.0	1.0	1.0	4.0
	Ausbauwassermenge	0.100	1.0	1.0	5.0	5.0	1.0	1.0	5.0	5.0
Fische	Fischgängigkeit	0.050	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0
Grundwasser	Beeinflussung PW Gillacker	0.125	1.0	1.0	2.0	1.0	5.0	4.0	2.0	1.0
Lebensräume	Verlust Ufervegetation	0.050	4.0	1.0	2.0	2.0	3.0	5.0	4.0	2.0
	Aufwertung ökolog. Ersatz	0.125	1.0	5.0	3.0	5.0	5.0	3.0	3.0	5.0
Boden	Verlust Fruchtfolgefläche (FFF)	0.150	1.0	1.0	1.0	2.0	5.0	4.0	2.0	2.0
Landschaft	Landschaftserleben	0.050	2.5	3.0	3.3	3.0	2.8	3.4	3.3	3.0
	Landschaftsbild (LB)	0.050	1.0	4.0	2.0	4.0	4.0	2.0	3.0	5.0
Emissionen Bau	Aushub, Abbruch, Zulieferung	0.050	5.0	1.0	3.0	1.0	4.0	5.0	3.0	2.0
Gesamtbetrachtung	Umweltrisiko	0.150	1.0	2.0	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Summe		1.00	19.5	21.0	27.3	33.0	36.8	34.4	34.3	37.0
gewichtete Summe			1.4	1.9	2.5	3.2	3.7	3.2	3.1	3.4
Reihenfolge			1	2	3	6	8	5	4	7

Aus **Umweltsicht** wird das **optimierte Projekt von 2021** (V1.00 Projekt 21 Original) ohne Mitteldamm **am besten bewertet**. Das Abweichen von der grösstmöglichen Schonung des ISOS-Schutzobjekts Elektrizitätswerk inkl. Mitteldamm (1'600 m) wird durch viele, ökologische Ersatzmassnahmen wie z.B. das Umgehungsgerinne Schönenwerder Schachen, Weiher und Neben-

gerinne im Grien (inkl. Ersatz Uferweg auf dem Mitteldamm durch neuen Fussweg zwischen Kanal und Nebengerinne) oder der Aareuferaufwertung unterhalb der bestehenden Zentrale kompensiert.

Weniger gut schneidet die Variante «V1.01 Projekt 21» mit dem Erhalt des Mitteldamms ohne Höherstau und ohne Erhöhung des Ausbauwassers ab, da für diese Variante die beiden wertsteigernden Ersatzmassnahmen «neues Gerinne im Grien» und «Uferaufwertung unterhalb der Zentrale» nicht realisiert werden müssen. Allerdings wird bei dieser Variante das Produktionsziel von mehr als 20% nicht erreicht (Kap. 5.1).

Aus Umweltsicht schlechter, aber ähnlich beurteilt werden die folgenden vier Varianten:

- V1.03 Projekt 21+ mit Reduktion Mitteldamm und mehr Ausbauwasser, da dafür die Ausbauwassermenge neu konzidiert werden müsste (Umweltrisiko, Wirtschaftlichkeit, höhere Konzessionsgebühren).
- V2.01 Projekt 21 mit Kanalverbreiterung Nord und Erhalt Mitteldamm bis Erzbach, welche u.a. zu einem Verlust von Fruchtfolgeflächen führt und eine wesentliche Konzessionsanpassung erfordert.
- V3.03 Projekt 13++ mit Reduktion Mitteldamm und mehr Ausbauwasser, Hochwasserentlastung bei Zentrale 1, Erhalt KW-Silhouette. Bei dieser Variante müsste auch die Ausbauwassermenge neu konzidiert werden (Risiko).
- «V1.05 Projekt 21+++» mit Erhalt Mitteldamm und Höherstau und mehr Ausbauwasser, ohne zusätzliche Ersatzmassnahmen, welche eine Anpassung der erteilten Konzession erfordern.

Aus Umweltsicht am schlechtesten schneiden die Variante «V3.04 Projekt 13+++» mit Erhalt Mitteldamm und Höherstau, mehr Ausbauwasser, Hochwasserentlastung bei Zentrale 1 und Erhalt KW-Silhouette, welche weitreichende Anpassungen der erteilten Konzession bedingen sowie die Variante «V2.00 Projekt 21» mit dem Erhalt des Mitteldamms und der Kanalverbreiterung Nord mit einem hohen Verlust FFF, erhebliche Eingriffe in das Grundwasser und in die Wasserversorgung von Erlinsbach SO (Pumpwerk Gillacker) und einer ebenso erforderlichen Anpassung der erteilten Konzession ab (Risiko).

Bei der Variantenbeurteilung von Wasserkraftwerken ist die Umwelt einer von weiteren Aspekten wie z.B. die Energieproduktion, Kosten und die Wirtschaftlichkeit, welche im nächsten Kapitel erläutert und beurteilt werden.

5 Wirtschaftliche Beurteilung

5.1 Energieproduktion

Die Berechnung der Energieproduktion wurde für die Jahre 2015 bis 2019 vorgenommen, um die Vergleichbarkeit mit dem Projekt 2021 zu gewährleisten (Fachbericht Kraftwerksvarianten Kap. 8). Die Berechnung erfolgte anhand der Jahresabflusslinien der BAFU-Pegel Murgenthal und Brugg.

Für die Produktionsberechnung wurden

- der Kraftwerksdurchfluss als nutzbarer Aare-Abfluss abzüglich des Dotierabfluss bis maximal zum Ausbaudurchfluss,
- die Wirkungsgrade in Funktion von Fallhöhe und Durchfluss je nach Maschinentyp und
- die Nettofallhöhe beim Kraftwerk für den jeweiligen Kraftwerksdurchfluss aus der Differenz von Ober- und Unterwasserstand beim Kraftwerk

berücksichtigt.

Die Mittelwerte der jährlichen Energieproduktion und die mittlere Produktionssteigerung pro Jahr für alle Varianten sowie die Erkenntnisse aus den Energieberechnungen sind im Fachbericht KW-Varianten umfassend zusammengestellt.

Nachfolgend sind die wichtigsten Haupteckdaten aus den Energieberechnungen aufgeführt:

- Mit dem Erhalt Mitteldamm kann eine Produktionssteigerung von 20% bei einer Ausbauwassermenge von 420 m³/s und dem Stauziel 370.60 m ü.M. **nicht** erreicht werden (V0.00). Dies auch dann nicht, wenn eine Mittelrinne eingebaut und die Baureste im Oberwasserkanal entfernt werden (V1.01).
- Mit den Varianten 1.05 und 2.00 kann bei einer Ausbauwassermenge von 420 m³/s und dem Stauziel 370.60 m ü.M. eine Produktionssteigerung von 20% erreicht werden, wobei die Produktionserwartungen aber kleiner als für das Projekt 2021 ausfallen. Die erwünschte Sicherheitsmarge von mindestens 1% kann nicht eingehalten werden.
- Mit der Variante V2.01 Kanalerweiterung Nord bis Erzbach bei einer Ausbauwassermenge von 420 m³/s und dem Stauziel 370.60 m ü.M. kann eine vergleichbare Produktionssteigerung zum Projekt 2021 erreicht werden und die Sicherheitsmarge ist eingehalten.
- Der Erhalt des Mitteldamms bis zum Erzbach (V1.03, V3.03) verlangt eine Erhöhung des Ausbaudurchflusses auf 500 m³/s für die Vergleichbarkeit mit dem Projekt 2021.
- Der integrale Erhalt des Mitteldamms (V1.05, 3.04) verlangt eine Erhöhung des Ausbaudurchflusses auf 500 m³/s und eine Stauzielerhöhung um weitere 10 cm (370.70 m ü.M.) für die Vergleichbarkeit mit dem Projekt 2021.
- Eine Kanalverbreiterung nach Norden um 32 m (Sohle) bzw. 35 m (Wasserspiegel) (V2.00) erzeugt vergleichbare Produktionssteigerungen wie dem Rückbau des Mitteldamms.
- Die Erhöhung des Ausbaudurchflusses von 420 auf 500 m³/s bewirkt eine Mehrproduktion von ca. 2 GWh/a. Eine Stauzielerhöhung von 360.60 auf 370.70 m ü.M. führt zu einer Steigerung von ca. 2 GWh/a (abzüglich rund 10% Verlust durch Minderproduktion in Gösgen).

Die Massnahmen-Kombinationen «Erhalt Mitteldamm mit Stauzielerhöhung und Erhöhung Ausbaudurchfluss» und «Erhalt Mitteldamm bis Erzbach mit Stauzielerhöhung oder Erhöhung Ausbaudurchfluss» führen zur angestrebten Produktionserhöhung von 20% mit einer Sicherheitsmarge von 1%:

Die Produktionserwartungen der verschiedenen untersuchten Varianten schwanken zwischen rund 121.5 und 126 GWh. Die Variante V1.01 mit dem geringsten Produktionszuwachs weist gegenüber der zweitschlechtesten Variante V2.00 eine Minderproduktion von rund 2.4 GWh auf und fällt somit im Vergleich mit allen Varianten leicht ab.

Auf eine quantitative Bewertung der Energieproduktion wurde aufgrund der kleinen Produktionsunterschiede verzichtet. Ausschlaggebend für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind die Gestehungskosten, bei welchen die jeweiligen Stromproduktionsmengen berücksichtigt sind (Kap. 5.3).

Tab. 6 Beurteilung Energieproduktion Kraftwerk-Varianten

Beurteilung	V1.00	V1.01	V1.03	V1.05	V2.00	V2.01	V3.03	V3.04
HKW und DKW Produktion in GWh	124.2	121.4	124.3	125.9	123.8	124.3	124.3	125.9
HKW Produktionssteigerung gegenüber heute	21.4	18.5	21.5	23.0	21.0	21.4	21.5	23.0
Mehrprod. von nat. Interesse >20%	ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Bewertung Produktion	1.0	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Reihenfolge	6	8	3	1	7	3	3	1

Entscheidend für die Beurteilung der Produktionssteigerung ist die Einzelbetrachtung des Hauptkraftwerkes (HKW) ohne Dotierkraftwerk (DKW).

Das von Eniwa festgelegte Produktionsziel einer Produktionssteigerung von mindestens 20% gegenüber heute wird einzig bei der Variante 1.01 (Neue Zentrale mit Erhalt Mitteldamm, Höherstau und Ausbauwassermenge gemäss erteilter Konzession, ohne zusätzliche Ersatzmassnahmen) nicht erreicht. Deshalb und weil die Produktionssteigerungen der übrigen Varianten nicht stark voneinander abweichend sind, wird für die Produktionsbewertung nur die Erreichung des Produktionsziels von >20% berücksichtigt (ja oder nein).

Die Stromproduktion zusammen mit den Anlagenkosten ist massgebend für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Anlage (vgl. Kapitel 5.2 und 5.3).

5.2 Kosten

Die Ermittlung der Anlagekosten für alle geprüften Varianten wird im Fachbericht Kraftwerksvarianten (Kap. 9) hergeleitet und die massgebenden Kosten wurden diesem Bericht entnommen. Die Kosten wurden basierend auf dem Kostenvoranschlag für das Projekt 2021 ermittelt und auf die neue Preisbasis 2024 hochgerechnet. Dabei wurden ein Baupreisindex Tiefbau (10/2017 – 10/2024) von 116.2% und eine Maschinenteuerung (Turbinen, Geno) von 150% verwendet.

Die Kosten wurden nach Baukosten (Bau, Stahlwasserbau und Elektromechanik/Elektrotechnik), Baunebenkosten (inkl. Planung, Versicherung, Gebühren) und den gesamten Anlagekosten aufgeschlüsselt. Die Baukosten umfassen die veranschlagten Kosten für das neue Hauptkraftwerk mit den Anpassungen im Stauraum und die effektiven Kosten der bereits realisierten Projektteile Dotierkraftwerk und Hochwasserschutzmassnahmen.

Die Baunebenkosten umfassen die prognostizierten Projektierungs- und Bauleistungsleistungen der SIA-Phasen 41 - 53 für das Hauptkraftwerk (8% der Baukosten) und die bisher aufgelaufenen Planerleistungen für die Phasen 31 - 33 sowie der erfolgte Bau des Dotierkraftwerks. Zudem sind Abgaben, Versicherungen und die Umweltbaubegleitung mit total 2.6 Mio. CHF berücksichtigt.

Die auf dem Projekt 2021 mit der Preisbasis 2024 hochgerechneten Gesamtkosten (Anlage- und Nebenkosten) wurden für alle untersuchten Varianten ermittelt und wie folgt bewertet:

Tab. 7 Beurteilung Gesamtkosten Kraftwerk-Varianten auf der Preisbasis 2024.

Beurteilung		V1.00	V1.01	V1.03	V1.05	V2.00	V2.01	V3.03	V3.04
Anlagekosten [Mio. CHF]		150.6	149.8	177.3	182.9	159.2	161.1	190.9	196.4
Nebenkosten [Mio. CHF]		22.9	22.9	24.9	25.4	24.2	24.4	26.1	26.5
Gesamtkosten [Mio. CHF]		173.6	172.7	202.2	208.3	183.4	185.4	216.9	223.0
Bewertung Kosten [Mio. CHF]		1.1	1.0	3.4	3.8	1.9	2.0	4.5	5.0
Reihenfolge		2	1	5	6	3	4	7	8

Die tiefsten Kosten mit rund 173 - 174 Mio. CHF resultieren für das eingereichte Projekt 2021 (V1.00) und für die Variante V1.01 mit neuer Zentrale und Erhalt Mitteldamm, Höherstau und Ausbauwassermenge gemäss Konzession, wobei bei der Variante V1.01 die angestrebte **Produktionssteigerung** von mindestens 20% **nicht erreicht** wird.

Die Varianten V2.00 und V2.01 verursachen im Vergleich zur eingereichten Basisvariante V1.00 Mehrkosten von ca. 10 - 12 Mio. CHF und sind somit schon deutlich teurer.

Die Varianten V1.03 und V1.05 sind wesentlich teurer, was in erster Linie aufgrund der Erhöhung der Ausbauwassermenge von 420 auf 500 m³/s, auf die neuen Maschinensätze und die Kosten für die tieferen Baugruben der Turbinen zurückzuführen ist.

Sehr hohe Kosten verursachen die beiden Varianten mit einer neuen Zentrale mit historisierenden Gebäudehüllen V3.03 und V3.04, da die neuen Zentralenkonstruktionen tiefer und länger als im Projekt 2021 mit entsprechenden Mehrkosten ausgeführt werden müssen. Die neuen Maschinensätze für 500 statt 420 m³/s Ausbauwassermenge sind ebenfalls deutlich teurer.

Die Anlagekosten bestimmen zusammen mit der Stromproduktion die Wirtschaftlichkeit der Anlage (Kap. 5.3). Zusammen mit den Bewertungen der Aspekte Umwelt, Mehrproduktion Erneuerbare Energie (Nat. Interesse) und ISOS/Ortsbild bilden sie die Grundlage der Variantenbeurteilung im Kapitel 6.2 des vorliegenden Syntheseberichts.

5.3 Wirtschaftlichkeit

Die nachfolgenden Erläuterungen zur Wirtschaftlichkeit basieren auf dem Fachbericht KW-Varianten (Kap. 10). Dabei wird die Wirtschaftlichkeit - wie bei Wasserkraftanlagen üblich - anhand der Gestehungskosten ermittelt. Die Gestehungskosten je Variante wurden nach der Annuitätenmethode ermittelt und es wurden folgende Randbedingungen und Annahmen berücksichtigt:

- 60 Jahre Investitionshorizont (Annahme = nutzbare Konzessionsdauer 01.01.2034 – 31.12.2093).
- 5.1% Diskontsatz (WACC) gemäss Vorgaben BFE.
- CHF 3.16 Mio. Wasserzins, Heimfallverzichtsentschädigung und Verwaltungsaufwand pro Jahr.
- 0.75 bis 2.0% Unterhaltskosten je nach Anlageteil in Prozent der Baukosten.

Berechnet wurden die effektiven Gestehungskosten ohne Subventionen (kein Investitionsbeitrag) sowie die Gestehungskosten mit unterschiedlichen Subventionsansätzen und Investitionshilfen:

- Keine Investitionsbeiträge für das Hauptkraftwerk, Subventionen für das Dotierkraftwerk und die Sicherstellung der Fischgängigkeit (Sub DKW-FW).
- Mehrproduktion >20%: 50% Investitionsbeitrag auf 80% der anrechenbaren Investitionskosten und Sub DKW-FW.
- Mehrproduktion <20%: 20% Investitionsbeitrag auf 80% der anrechenbaren Investitionskosten und Sub DKW-FW.

Es wurden sowohl die effektiven Kosten ohne Subventionen und Investitionshilfen als auch die Kosten unter Einberechnung von Subventionen und Investitionsbeiträgen gerechnet.

Für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit wird angenommen, dass die Subventionen und Investitionshilfen wahrscheinlich zugesprochen werden (untere Tabellenhälfte in Tab. 8). Das heisst, die Subventionen für das Dotierkraftwerk und die Sicherstellung der Fischgängigkeit sowie der 50%-Investitionsbeitrag auf 80% der anrechenbaren Investitionskosten aufgrund der Mehrproduktion von mehr als 20% sind eingerechnet. Zusätzlich sind in dieser Tabelle die berechneten Mehrkosten über die verbleibende Nutzungsdauer von 60 Jahren im Vergleich mit der wirtschaftlichen Bestvariante aufgeführt.

In der Gegenüberstellung aller Hauptkriterien im Rahmen der Gesamtbeurteilung wurden die erwarteten Subventionen und Investitionsbeiträge berücksichtigt.

Tab. 8 Beurteilung Wirtschaftlichkeit (Gestehungskosten) der untersuchten Kraftwerk-Varianten, unterschieden nach effektiven Gestehungskosten (obere Tab.) und Gestehungskosten mit Investitionsbeiträgen (untere Tab.).

Beurteilung	V1.00	V1.01	V1.03	V1.05	V2.00	V2.01	V3.03	V3.04
effektive Gestehungskosten in Rp./kWh	11.6	11.9	13.5	13.5	12.2	12.3	14.3	14.5
Bewertung	1.0	1.4	3.6	3.6	1.8	2.0	4.7	5.0
Reihenfolge	1	2	5	5	3	4	7	8

Beurteilung	V1.00	V1.01	V1.03	V1.05	V2.00	V2.01	V3.03	V3.04
Gestehungskosten mit Investitionsbeiträgen u. Subventionen in Rp./kWh	8.6	10.2	10.0	9.8	8.9	9.0	10.4	10.5
Bewertung	1.0	4.4	3.9	3.5	1.6	1.8	4.8	5.0
Mehrkosten über 60 Jahre [Mio. CHF]	0.0	116.8	103.6	88.4	20.8	23.5	130.6	142.0
Reihenfolge	1	6	5	4	2	3	7	8

Es geht klar hervor, dass das eingereichte Projekt 2021 (V1.00) die wirtschaftlichste Lösung ist. Die Gestehungskosten der Varianten 2.00 und 2.01 mit der Zentrale entsprechend dem Projekt 2021 sowie dem ganzen oder teilweisen Erhalt des Mitteldamms und einer grossen Kanalverbreiterung Richtung Norden liegen bereits deutlich darüber. Auch die Mehrkosten über die verbleibende Nutzungsdauer von 60 Jahren im Umfang von 21 – 24 Mio. Franken sind bei diesen beiden Varianten bereits beträchtlich.

Kann der Mitteldamm nicht rückgebaut werden, sind die Varianten 2.00 und 2.01 mit der Verbreiterung des Oberwasserkanals gegen Norden aus wirtschaftlicher Sicht denkbar. Dies aber zulasten eines sehr grossen Bedarfs an Fruchtfolgeflächen, einer erforderlichen Verlegung der 110 kV-Stromleitung (Alpiq) sowie einer wesentlichen Anpassung der erteilten Konzession. Hinzu würden noch die Landabtretungen der vielen, von der Kanalverbreiterung betroffenen Eigentümer an die Eniwa erschwerend dazu kommen (Risiko).

Massgebend für die Gesamtbeurteilung aller Varianten sind die Gestehungskosten unter Einberechnung von Subventionen und Investitionsbeiträgen, da davon ausgegangen werden kann, dass diese vorliegend zugesprochen werden.

Die finale Gegenüberstellung der Kriterien Wirtschaftlichkeit, Raum und Umwelt sowie ISOS wird im nächsten Kapitel aufgezeigt.

6 Gesamtbeurteilung weiterverfolgte Varianten

6.1 Gewichtung Hauptkriterien

Im Variantenworkshop vom 15. Januar 2025 wurden gemeinsam mit den Fachplanern und Eniwa die Hauptkriterien wie folgt gewichtet:

Hauptkriterien	Gewichtung	Erläuterungen
Umwelt	30%	Zusammen mit dem Fachbereich ISOS werden die Umweltaspekte im Rahmen der Variantenbeurteilung mit 40% gewichtet. Im Vergleich mit Projektbeurteilungen bei anderen Vorhaben ist diese Gewichtung eher als hoch einzuschätzen.
Mehrproduktion Erneuerbare Energie >20% (Produktionsziel)	10%	Gemäss Energieförderungsverordnung (EnFV) ist die Erweiterung einer Anlage erheblich, wenn durch bauliche Massnahmen die durchschnittliche jährliche Nettoproduktion gegenüber dem Durchschnitt der letzten fünf vollen Betriebsjahre vor der Einreichung des Gesuchs um einen Investitionsbeitrag um mindestens 20 Prozent oder 30 GWh gesteigert wird.
ISOS/Ortsbild Nationales Interesse	10%	Die Interessen des ISOS wurden in der Variantenbeurteilung berücksichtigt.
Wirtschaftlichkeit / Gestehungskosten (mit BFE HKW Sub.)	50%	Wirtschaftliche Aspekte werden in der Regel bei KW-Vorhaben noch stärker gewichtet. Bandbreite Investitionsvolumen: ca. 173 – 223 Mio. CHF.

Bewertung Umwelt

Für die Umweltbewertung wurden die in der Tab. 5 ermittelten Ergebnisse (Kap. 4.4) verwendet.

Bewertung ISOS – Ortsbild

Die Skalierung des Hauptkriteriums ISOS/Ortsbild richtet sich nach dem Erfüllungsgrad der durch die ENHK/EKD (2020) konkretisierten Schutzziele des ISOS wie die ungeschmälerte Erhaltung von Substanz und Wirkung der als Einzelelement bezeichneten Kraftwerksanlage mit der Erhaltung des Mitteldamms und der beiden voneinander getrennten Ausleitkanäle in ihrer bis heute erhaltene Substanz als Zeugnis der ersten Kraftwerkanlage. Für die Bewertung ISOS wurde von folgender Abstufung ausgegangen:

- Erhalt Mitteldamm, Erhalt Silhouette KW: ISOS Schutz 90%
- Mitteldamm reduziert Erhalt Silhouette KW: ISOS Schutz 75%
- Erhalt Mitteldamm, Zentrale weg: ISOS Schutz 50%
- Mitteldamm reduziert, Zentrale weg: ISOS Schutz 25%
- Mitteldamm und Zentrale weg: ISOS Schutz 0%

Die Zuordnung und die Bewertung der untersuchten Varianten sind im Anhang 1 dargestellt.

Bewertung Wirtschaftlichkeit

In der Gesamtbeurteilung wurden die Gestehungskosten unter Einberechnung von Subventionen und Investitionsbeiträgen verwendet (untere tabellarische Darstellung in Tab. 8).

6.2 Ergebnis Variantenbeurteilung

Entsprechend den festgelegten Gewichtungsfaktoren wurde eine Gesamtbeurteilung über alle weiterverfolgten Varianten durchgeführt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 9 Gesamtbeurteilung Kraftwerk Varianten mit Subventionen und Investitionsbeiträgen.

Beurteilung	Gew.	V1.00	V1.01	V1.03	V1.05	V2.00	V2.01	V3.03	V3.04
Umweltbeurteilung	0.30	1.4	1.9	2.5	3.2	3.7	3.2	3.1	3.4
Mehrproduktion Erneuerbare Energie	0.10	1.0	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Nationales Interesse									
ISOS/Ortsbild	0.10	5.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.5	1.5
Nationales Interesse									
Wirtschaftlichkeit / Gestehungskosten (mit BFE HKW Sub.)	0.50	1.0	4.4	3.9	3.5	1.6	1.8	4.8	5.0
Gesamtbewertung Varianten	1.00	1.5	3.6	3.2	3.1	2.3	2.4	3.7	3.8
Reihenfolge		1	6	5	4	2	3	7	8

Die gemäss Variantenbeurteilung **vorteilhafteste Variante** ist das im Jahr 2021 eingereichte optimierte Projekt **«V1.00 Projekt 21 Original»** ohne Mitteldamm, Ausbauwassermenge und Höherstau gemäss erteilter Konzession, Mehrproduktion >20% und mit den zusätzlichen Ersatzmassnahmen U17 und U18. In der Tab. 13 (Kap. 0) ist die Rangliste sortiert nach Reihenfolge der weiter vertieften Varianten und illustriert mit den wichtigsten Kenndaten und Lageskizzen dargestellt.

Die der vorteilhaftesten Variante «V1.00 Projekt 21 Original» auf Platz 2 und 3 folgenden Varianten 2.00 und 2.01 mit einer Kanalverbreiterung nach Norden haben folgende Nachteile:

- sehr grosser Bedarf an Fruchtfolgeflächen,
- Landerwerb,
- potenzielle Gefährdung der bestehenden Trinkwasserversorgung (Pumpwerk Gillacker Gemeinde Erlinsbach, Solothurn),
- noch zu prüfende Beeinträchtigung der neuen Grundwasserschutzzone des Kantons Solothurn im Gillacker,
- Verlegung einer bestehenden 110 kV-Stromleitung (Primeo),
- Neuplanung des SBB-Freileitungstrasses sowie
- eine wesentliche Anpassung der bereits rechtskräftig erteilten Konzession in neuen Verfahren in den Kantonen Aargau (Regierungsrat) und Solothurn (Kantonsrat).

Die übrigen Varianten schneiden dagegen deutlich schlechter ab, insbesondere auch aus wirtschaftlicher Sicht. Die geprüften Varianten mit einer Oberwasserkanal-Verbreiterung mit Erhalt oder Teilerhalt Mitteldamm, oder mit Erhöhungen des Stauziels und des Ausbaudurchflusses sowie mit einem Ersatzneubau der Zentrale mit grösserem Bauvolumen und einer gestalterischen Angleichung an den Bestand, erweisen sich alle als signifikant weniger wirtschaftlich und beanspruchen teils deutlich mehr Land und erfordern teils weitreichende Anpassungen an der erteilten Konzession.

In der folgenden Tabelle ist die Gesamtbeurteilung ohne Zusicherung von Subventionen und Investitionsbeiträgen dargestellt. Das eingereichte Vorhaben «V1.00 Projekt 21 Original» führt die Rangliste auch ohne Subventionen an. Eine grosse Änderung resultiert für die Variante V1.01, da das Produktionsziel von >20% Mehrproduktion nicht erreicht und folglich auch nicht mit Investitionsbeiträgen unterstützt wird. Falls für alle Varianten keine Subventionen ausbezahlt werden, erreicht die Variante V1.01 den zweitbesten Platz, allerdings mit einem deutlichen Abstand.

Tab. 10 Gesamtbeurteilung Kraftwerk Varianten ohne Subventionen und Investitionsbeiträgen.

Beurteilung	Gew.	V1.00	V1.01	V1.03	V1.05	V2.00	V2.01	V3.03	V3.04
Umweltbeurteilung	0.30	1.4	1.9	2.5	3.2	3.7	3.2	3.1	3.4
Mehrproduktion Erneuerbare Energie Nationales Interesse	0.10	1.0	5.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
ISOS/Ortsbild Nationales Interesse	0.10	5.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	2.5	1.5
Wirtschaftlichkeit /Gestehungs- kosten (ohne BFE HKW Sub.)	0.50	1.0	1.4	3.6	3.6	1.8	2.0	4.7	5.0
Gesamtbewertung Varianten	1.00	1.5	2.1	3.1	3.2	2.4	2.5	3.6	3.8
Reihenfolge		1	2	5	6	3	4	7	8

6.3 Sensitivität

Unterschiedliche Gewichtung der Hauptkriterien

Generell ist der Gewichtungsspielraum der vier Hauptkriterien nicht unbeschränkt möglich. Nachfolgend wurden gegenüber der vorhergehenden Gesamtbeurteilung (Tab. 9) die Wirtschaftlichkeit mit 40% um 10% tiefer gewichtet, die Gewichtungen der Kriterien Mehrproduktion erneuerbare Energie und ISOS/Ortsbild auf je 15% erhöht und beim Kriterium Umwelt mit 30% belassen. Dabei muss angefügt werden, dass Variantenstudien in einer frühen Planungsphase erstellt werden und somit die Kosten bzw. die Wirtschaftlichkeit des Gesuchstellers einen hohen Stellenwert einnehmen, da Varianten mit zu hohen Kosten in der Regel nicht mehr weiterverfolgt werden. Eine Gewichtung der Wirtschaftlichkeit von nur 40% ist daher aus Sicht der Gesuchstellerin als nicht zielführend zu erachten.

Tab. 11 Variantenvergleich bei unterschiedlicher Gewichtung der Hauptkriterien (blau markiert):
Spalten Rangierung links mit Gewichtung gemäss vorliegender Variantenbeurteilung,
Spalten Rangierung rechts mit einer tieferen Gewichtung der Wirtschaftlichkeit und Erhöhungen bei ISOS/Ortsbild und Mehrproduktion.

Var.	Kriterien	Gew.			Rang	Gew.		Rang
V1.00	Umwelt	30%	1.4	1.5	1	30%	1.7	1
	Mehrproduktion	10%	1.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	5.0			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	1.0			40%		
V2.00	Umwelt	30%	3.7	2.3	2	30%	2.3	2
	Mehrproduktion	10%	1.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	3.0			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	1.6			40%		
V2.01	Umwelt	30%	3.2	2.4	3	30%	2.4	3
	Mehrproduktion	10%	1.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	4.0			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	1.8			40%		
V1.05	Umwelt	30%	3.2	3.1	4	30%	3.0	4
	Mehrproduktion	10%	1.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	3.0			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	3.5			40%		
V1.03	Umwelt	30%	2.5	3.2	5	30%	3.1	5
	Mehrproduktion	10%	1.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	4.0			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	3.9			40%		
V1.01	Umwelt	30%	1.9	3.6	6	30%	3.5	8
	Mehrproduktion	10%	5.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	3.0			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	4.4			40%		
V3.03	Umwelt	30%	3.1	3.7	7	30%	3.4	6
	Mehrproduktion	10%	1.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	2.5			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	4.8			40%		
V3.04	Umwelt	30%	3.4	3.8	8	30%	3.4	7
	Mehrproduktion	10%	1.0			15%		
	ISOS/Ortsbild	10%	1.5			15%		
	Wirtschaftlichkeit	50%	5.0			40%		

Die eingereichte Basisvariante Projekt 21 Original (V1.00) bleibt auch mit einer tieferen Gewichtung der Wirtschaftlichkeit mit einem ähnlichen Punkteabstand in Führung. Die zweit- bis fünft-platzierten bleiben bezüglich der Reihenfolge und der Punkteabstände praktisch unverändert. Bei den drei letzten Rängen ergaben sich Rangverschiebungen und die Punkte sind im Vergleich mit der höheren Gewichtung der Wirtschaftlichkeit minim besser.

Vergleich der Gesamtbeurteilung mit und ohne Zusicherung von Investitionsbeiträgen

Das im Jahr 2021 eingereichte Vorhaben «V1.00 Projekt 21 Original» führt die Rangliste auch ohne Subventionen an.

Eine grosse Änderung resultiert für die Variante V1.01, da diese das Produktionsziel von >20% Mehrproduktion nicht erreicht und folglich keine Investitionsbeiträge beantragen kann. Somit erreicht diese Variante bei der Bewertung ohne Investitionsbeiträge den zweitbesten Platz mit einem Abstand von 0.6 Punkte.

Ansonsten sind die Verschiebungen bei der Reihenfolge minimal. Ohne Investitionsbeiträge weisen die beiden Varianten mit einer Kanalverbreiterung leicht grössere Punkteabstände zur Bestvariante auf. In den hinteren Rängen bleibt die Reihenfolge praktisch unverändert.

Tab. 12 Vergleich der Gestehungskosten mit und ohne Investitionsbeiträge/Subventionen:
Spaltenbündel links mit Investitionshilfen,
Spaltenbündel rechts ohne Investitionshilfen.

mit Investitionshilfen/Subventionen					ohne Unterstützung			
Var.	Kriterien	Bewertung		Rang	Bewertung			Rang
V1.00	Umwelt	1.4	1.5	1	1.4	1.5	1	1
	Mehrproduktion	1.0			1.0			
	ISOS/Ortsbild	5.0			5.0			
	Wirtschaftlichkeit	1.0			1.0			
V2.01	Umwelt	3.7	2.3	2	3.7	2.5	4	4
	Mehrproduktion	1.0			1.0			
	ISOS/Ortsbild	3.0			3.0			
	Wirtschaftlichkeit	1.6			1.8			
V2.00	Umwelt	3.2	2.4	3	3.7	2.4	3	3
	Mehrproduktion	1.0			1.0			
	ISOS/Ortsbild	4.0			3.0			
	Wirtschaftlichkeit	1.8			1.8			
V1.05	Umwelt	3.2	3.1	4	3.2	3.2	6	6
	Mehrproduktion	1.0			1.0			
	ISOS/Ortsbild	3.0			3.0			
	Wirtschaftlichkeit	3.5			3.6			
V1.03	Umwelt	2.5	3.2	5	2.5	3.1	5	5
	Mehrproduktion	1.0			1.0			
	ISOS/Ortsbild	4.0			4.0			
	Wirtschaftlichkeit	3.9			3.6			
V1.01	Umwelt	1.9	3.6	6	1.9	2.1	2	2
	Mehrproduktion	5.0			5.0			
	ISOS/Ortsbild	3.0			3.0			
	Wirtschaftlichkeit	4.4			1.4			
V3.03	Umwelt	3.1	3.7	7	3.1	3.6	7	7
	Mehrproduktion	1.0			1.0			
	ISOS/Ortsbild	2.5			2.5			
	Wirtschaftlichkeit	4.8			4.7			
V3.04	Umwelt	3.4	3.8	8	3.4	3.8	8	8
	Mehrproduktion	1.0			1.0			
	ISOS/Ortsbild	1.5			1.5			
	Wirtschaftlichkeit	5.0			5.0			

Gewichtung Hauptkriterien bei vergleichbaren KW-Projekten

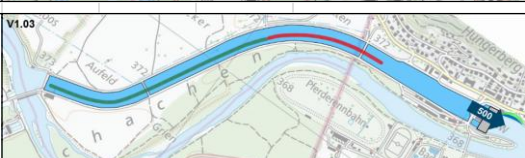
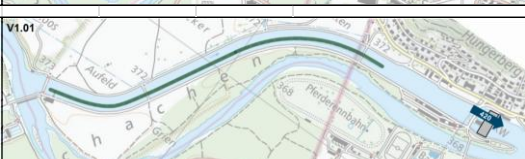
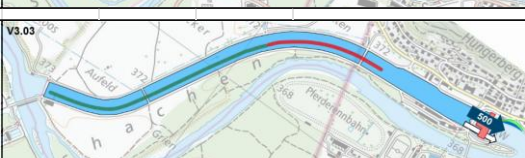
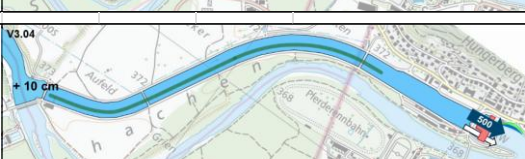
Im Rahmen der Konzessionserneuerung des bezüglich der Anlagengrösse ungefähr vergleichbaren Wasserkraftwerks Mühleberg an der Aare (45 MW / 157 GWh) wurde von der BKW Energie AG ein umfangreiches Variantenstudium durchgeführt (BKW 2012). Dabei wurden die Hauptkriterien Umwelt, Kosten, Bau, Betrieb und Risiken mit je 20% gewichtet. D.h. die wirtschaftlichen Aspekte (Kosten, Bau, Betrieb) wurden mit mehr als 60% gewichtet, da auch ein Teil des Kriterium Risiken wirtschaftliche Gesichtspunkte umfasst.

Beim Variantenstudium für die Sicherstellung der Fischgängigkeit des 19 m hohen Simmewehrs bei Wimmis (BKW 2021) mit konzessionsrelevanten Auswirkungen auf die bestehenden Kraftwerke Simmenfluh und Spiez mit teils baulichen Optimierungen und Anpassungen an den bestehenden Anlagendispositionen wurden die Umweltaspekte jeweils mit 35% gewichtet, währenddem die wirtschaftlichen Aspekte (Kosten, Energie, Bau und Unterhalt) insgesamt ein Gewicht von 65% erhielten.

6.4 Schlussfolgerungen

Das eingereichte und von den Kantonen Aarau und Solothurn genehmigte Optimierungsprojekt 2021 «V1.00 Projekt 21 Original» ohne Mitteldamm, Ausbauwassermenge und Höherstau gemäss erteilter Konzession, Mehrproduktion >20% und mit den zusätzlichen Ersatzmassnahmen U17 und U18 erweist sich im Rahmen der hier nochmals vorgenommenen Variantenbeurteilung nach wie vor als **beste Variante**.

Tab. 13 Bewertungsrangliste der weiter verfolgten Kraftwerksvarianten unter Berücksichtigung der Zusi-
cherung von Subventionen und Investitionsbeiträgen.

Var.	Rang		Bewertung	Variantenbeschrieb	
V1.00	1	Umwelt	1.4	Variante V1.00 Projekt 21 Original Neue Zentrale ohne Mitteldamm, Höherstau und Ausbauwassermenge gem. Konzession, zus. Ersatzmassnahmen U17 und U18.	
		Mehrproduktion	1.0		
		ISOS/Ortsbild	5.0		
		Wirtschaftlichkeit	1.0		
V2.00	2	Umwelt	3.7	Variante V2.01 Projekt 21 Erweit. Kanal Nord Neue Zentrale mit Reduktion Mitteldamm, Kanalerweiterung Nord bis Erzbach, zus. Ersatzmassnahme U18.	
		Mehrproduktion	1.0		
		ISOS/Ortsbild	3.0		
		Wirtschaftlichkeit	1.6		
V2.01	3	Umwelt	3.2	Variante V2.00 Projekt 21 Erweit. Kanal Nord Neue Zentrale mit Erhalt Mitteldamm, Kanalerweiterung Nord bis Erzbach, zus. Ersatzmassnahme U18.	
		Mehrproduktion	1.0		
		ISOS/Ortsbild	4.0		
		Wirtschaftlichkeit	1.8		
V1.05	4	Umwelt	3.2	Variante V1.05 Projekt 21++ Neue Zentrale mit Erhalt Mitteldamm, Erhöhung Staukote und Erhöhung Ausbauwassermenge, ohne zus. Ersatzmassnahmen.	
		Mehrproduktion	1.0		
		ISOS/Ortsbild	3.0		
		Wirtschaftlichkeit	3.5		
V1.03	5	Umwelt	2.5	Variante V1.03 Projekt 21+ Neue Zentrale mit Reduktion Mitteldamm, Höherstau gemäss Konzession, Erhöhung Ausbauwassermenge, zus. Ersatzmassnahme U18.	
		Mehrproduktion	1.0		
		ISOS/Ortsbild	4.0		
		Wirtschaftlichkeit	3.9		
V1.01	6	Umwelt	1.9	Variante V1.01 Projekt 21 Neue Zentrale mit Erhalt Mitteldamm, Höherstau und Ausbauwassermenge gem. Konzession, ohne zus. Ersatzmassnahmen.	
		Mehrproduktion	5.0		
		ISOS/Ortsbild	3.0		
		Wirtschaftlichkeit	4.4		
V3.03	7	Umwelt	3.1	Variante V3.03 Zentrale 25 Reduktion Mitteldamm, Erhalt KW-Silhouette, Erhöhung Ausbauwassermenge, Hochwasserentlastung bei Zentrale 1, zus. Ersatzmassnahme U18.	
		Mehrproduktion	1.0		
		ISOS/Ortsbild	2.5		
		Wirtschaftlichkeit	4.8		
V3.04	8	Umwelt	3.4	Variante V3.04 Zentrale 25 Erhalt Mitteldamm, Erhalt KW-Silhouette, Erhöhung Ausbauwassermenge und Höherstau, Hochwasserentlastung bei Zentrale 1, zus. Ersatzmassnahme U18.	
		Mehrproduktion	1.0		
		ISOS/Ortsbild	1.5		
		Wirtschaftlichkeit	5.0		

Die Varianten 2.00 und 2.01 schneiden in der Gesamtbetrachtung bereits relevant schlechter als die Bestvariante ab, da insbesondere bei der Umwelt gewichtige Nachteile zulasten eines sehr grossen Bedarfs an Fruchtfolgeflächen in Kauf genommen werden müssen mit einem erheblichen Anpassungsbedarf der erteilten Konzession. Weiter muss die bestehenden 110 kV-Stromleitung (Primeo) verlegt und das neue SBB-Trasse umgeplant werden und die vielen durch eine Kanalverbreiterung betroffenen Grundeigentümer müssen mit dem Landverkauf an Eniwa einverstanden sein. Zudem ist im Rahmen der Grundwasserplanung Kanton Solothurn die Bewilligungsfähigkeit aufgrund der geplanten, neuen vergrösserten Grundwasserschutzzone Gillacker für eine Trinkwasserfassung von regionaler Bedeutung fraglich.

Die übrigen Varianten schneiden noch deutlich schlechter ab, insbesondere auch aus wirtschaftlicher Sicht. Die geprüften Varianten mit Erhalt oder Teilerhalt Mitteldamm, oder mit Erhöhungen des Stauziels und des Ausbaudurchflusses sowie mit einem Ersatzneubau der Zentrale mit grösserem Bauvolumen und einer gestalterischen Angleichung an den Bestand, erweisen sich alle als signifikant weniger wirtschaftlich und erfordern teils weitreichende Anpassungen an der erteilten Konzession.

Anhang

Anhang 1 Resultate 5-stufige Skalierung Umweltindikatoren und Beurteilung ISOS (Hauptkriterium)

Beurteilungsraster		++	+	0
Kriterien	Indikatoren	1	2	3
Gewässer	Höherstau	+ 6 cm	+ > 6 - 10 cm	+ > 10 - 15 cm
		V1.00, V1.01, V1.03, V2.00, V2.01, V3.03	-	-
	Ausbauwassermenge	420 m3	>420 - 440 m3	>440 - 460 m3
		V1.00, V1.01, V1.03, V2.00, V2.01	-	-
Fische	Fischgängigkeit	Bestvariante	-	Fischaufstieg nicht Bestvariante / Fischabstieg schlecht machbar
		V1.00, V1.01, V1.03, V1.05, V2.00, V2.01	-	V3.03; V3.04
Grundwasser	Beeinflussung PW Gillacker	kleine Eingriffe Sohle OW Kanal	kleine-mittlere Eingriffe Sohle OW Kanal	mittlere Eingriffe Sohle OW Kanal
		V1.00, V1.05, V3.04: 52'500 m2	V1.03, V3.03: 72'050 m2	V1.00: 85'500 m2
Lebensräume	Verlust Ufervegetation	0 - 1000 m2	>1'000 - 2'000 m2	>2'000 - 3'000 m2
		V1.01: kein Verlust Uferveg.	V1.05, V3.04: ca. 1300 m2 Abwertung durch Höherstau V1.03: Red MD = 2'000 m2	V2.00: 1'000*3 = 3'000 m2
	Aufwertung ökolog. Ersatz	U17 + U18	-	nur U18
		> 9 ÖP	9 - >6 ÖP	6 - 3 ÖP
		V1.00	-	V1.03, V2.01, V3.03
Boden	Verlust FFF	0 m2	< 5'000 m2	>5'000 - 10'000 m2
		V1.00, V1.01: keine FFF	V1.05, V3.03, V3.04: Höherstau mit Dammverstärkung	-
Landschaft	Landschaftserleben	sehr hoch	hoch	mittel
		-	V1.00: Aufwertung Landschaft und Nahe-rholungsgebiet in der Nähe von Wegen: Flutungswiese Grien (U14), Seitengerinne (U17), Uferstrukturierungen (U15) (U16), Aufwertung Aareufer UU (U18) teils	V1.00, V1.03, V3.03, V1.05, V3.04, V2.00, V2.01: Schwimmen im kleinen Kanal wird teils als attraktiv empfunden, weil die dichte Bestockung wie ein Tunnel wirkt.
	Landschaftsbild (LB)	grosse Aufwertung LB		mittlere Aufwertung LB
		3 Pkt.	< 2.20 - 1.6 Pkt.	< 1.6 - 0.8 Pkt.
		V1.00: Wiederstellung typ. Weite einer naturnahen Flusslandschaft als landschaftl. Schlüsselement unterhalb Otten.	V1.03: Projekt 21, Red. MD V2.01: Projekt 21, Erweiterung Kanal Nord red., Red. MD	Erhalt künstl. Landschaftselement, Ablesbarkeit der Entwicklung der Wasserkraftnutzung V3.03: MD red., HWE bei Z1, Erhalt Silhouette KW
ISOS/ Ortsbild	Verlust Mitteldamm u. Zentrale	Mitteldamm bleibt Erhalt Silhouette KW ISOS Schutz 90%	Mitteldamm reduziert Erhalt Silhouette KW ISOS Schutz 75%	Mitteldamm bleibt Zentrale weg ISOS Schutz 50%
		V3.04: Erhalt MD, Erhalt Silhouette KW, nicht mehr Istzustand	V3.03: MD red., Erhalt Silhouette KW	V1.01, V1.05, V2.00: Erhalt MD, Zentrale weg
Emissionen Bau	Aushub, Abbruch	<200'000 m3	200'000 - 300'000 m3	>300'000 - 400'000 m3
		V3.04: ca. 150'000 m3	V1.01, V1.05: Projekt 21 minus MD = 280'000 m2 V3.03: ca. 210'000 m3	V1.03: Projekt 21 Red MD = 400'000 m3
Gesamt-betrachtung Umweltver-träglichkeit, Machbarkeit	Umweltrisiko	sehr gering		mittel
	Gemäss Art. 8 USG werden Einwirkungen einzeln und gesamthaft und nach ihrem Zusammenwirken beurteilt	V1.00: Durch Kantone, BFE + BAFU geprüft und bewilligt: ISOS-Abwäg. V1.01: keine Konz.änderung nötig	-	-

Beurteilungsraster		-	--	
Kriterien	Indikatoren	4	5	
Gewässer	Höherstau	+ > 15 - 20 cm	+ > 20 cm	Einstau Uferbereiche, Jungfische, Vögel, Libellen
		V1.05, V3.04	-	
	Ausbauwassermenge	>460 - 480 m3	>480 - 500 m3	Restwasser, Abflussdynamik
		-	V1.05, V3.03, V3.04	
Fische	Fischgängigkeit	-	-	Fischgängigkeit muss bewilligungsfähig und subventionsberechtigt sein!
		-	-	
Grundwasser	Beeinflussung PW Gillacker	grosse Eingriffe Sohle OW Kanal	sehr grosse Eingriffe Sohle OW Kanal	Eingriffe in Gewässersohle, Einfluss auf PW Gillacker (Zuströmung)
		V2.01: 108'500 m2	V2.00: 126'100 m2	potenzielle Grundwassergefährdung
Lebensräume	Verlust Ufervegetation	>3'000 - 4'000 m2	>4'000 m2	Verlust geschützte Ufervegetation
		V1.00: 1600*2.5 = 4'000 m2 V3.03: Red MD + Abwertung Höherstau 16 cm Kanal und Alpiq tot 3'275 m2	V2.01: 3'000 + 2'000 = 5'000 m2	Ufervegetation MD: 2.5*1'600 = 4'000 m2 Ufervegetation MD red.: 2.5* 800 = 2'000 m2 Abwertung Höherstau: OW Kanal (3*1600*0.15) = 675 m2 und UW Alpiq 4'000*0.15 = 600 m2. Total 1'275 m2 Erweiterung Kanal Nord: 1'000*3 = 3'000 m2
	Aufwertung ökolog. Ersatz	nur U18	keine Ersatzmassnahmen	zus. Ersatzmassnahmen Seitengerinne Grien (U17) und Aufwertung Aareufer KW (U18)
		< 3 ÖP	0 ÖP	Plus-Punkte für Ersatzmassnahmen gem. Bilanzierung BESB
		-	V1.01, V1.05, V2.00, V3.04	Seitengerinne Grien: 1.81 ha, 8.6 ÖP Aufwertung Aareufer: 0.25 ha, 3.2 ÖP
Boden	Verlust FFF	>10'000 - 20'000 m2	>20'000 m2	Verlust Fruchtfolgefläche FFF
		V2.01: Hoher FFF Verlust (ca. 15'000 m2)	V2.00: sehr hoher FFF Verlust (ca. 27'000 m2)	Kanalverbreiterung 1'000 m um ca. 32 m = 32'000 m2 Kanalverbreiterung red. ca. 600 m: = 19'200 m2 Verlust aufgrund Höherstau + nötige Dammverstärkungen -->einige 100 m2 FFF Verlust
Landschaft	Landschaftserleben	gering	sehr gering	Auswirkungen für vers. Nutzergruppen
		-	-	Aufgrund verschiedener Unterkriterien wird die Bewertung in der Beurteilungstabelle differenzierter erfasst.
	Landschaftsbild (LB)		keine Aufwertung LB	
		< 0.8 - 0 Pkt.	0 Pkt.	Aufwertungs-Punkte Landschaftsästhetik siehe UVB Kap. 5.14.2; Abb. 52
		V1.01: Projekt 21, Erhalt MD ohne Höherstau + Ausbauwasser V1.05: Projekt 21+++ Erhalt MD V2.00: Projekt 21, Erweiterung Kanal Nord, Erhalt MD	V3.04: Erhalt MD, HWE bei Z1, Erhalt Silhouette KW	
ISOS/ Ortsbild	Verlust Mitteldamm u. Zentrale	Mitteldamm reduziert Zentrale weg ISOS Schutz 25%	Mitteldamm und Zentrale weg ISOS Schutz 0%	ISOS-Einzeleintrag Elektrizitätswerk, Schutzziele ISOS bestmöglich berücksichtigen
		V1.03, V2.01: MD red. <700 m; Zentrale weg	V1.00: MD + Zentrale weg	Abweichen von der grösstmöglichen Schonung des ISOS-Schutzobjektes Elektrizitätswerk und Mitteldamm durch Ersatzmassnahmen Umgehungsgerinne Schönerwerder Schachen, Weiher und Nebengerinne im Grien (inkl. Ersatz Uferweg Mitteldamm durch neuen Fussweg zwischen Kanal
Emissionen Bau	Aushub, Abbruch	>400'000 - 500'000 m3	>500'000 m3	Indikator Abschätzung Bauarbeiten u. Transp.
		V2.01: Erweit. Kanal Nord red 98'000 m3, MD red. 400'000 m3 --> 498'000 m3	V2.00: Erweit. Kanal Nord 224'000 m3 Erhalt MD 280'000 m3 --> 504'000	Abtrag Projekt 21 total 490'000 m3 Erweiterung Nord: 224'000 m3 Erweiterung Nord red: 98'000 m3
Gesamt-betrachtung Umweltverträglichkeit, Machbarkeit	Umweltrisiko		hoch	
	Gemäss Art. 8 USG werden Einwirkungen einzeln und gesamthaft und nach ihrem Zusammenwirken beurteilt	V1.03: Erhöhung Ausbauwasser	V2.00, V2.01: Verlust FFF, Landerwerb etc., neue Konzession V1.05, V3.03, V3.04: Höherstau, Erhöhung Ausbauwasser, neue	grosses Umweltisiko: wenn erhebliche Projektänderung mit zusätzlichen, noch nicht bekannten und durch die Fachstellen von Bund und Kanton noch nicht beurteilten Umweltisiken anfallen