

Die deutsch-luxemburgische Bietergemeinschaft BELOGA hat von Dezember 2011 bis Oktober 2013 am Verhandlungsverfahren zur Erstellung eines Konzeptes und zur Planung des Neubaus der Talsperrenwasseraufbereitung in Esch/Sauer teilgenommen. Im folgenden Artikel wird das erstellte Konzept umrissen.



Esch/Sauer (Lux)

## NEUBAU DER TALSPERRENWASSERAUFBEREITUNG\_

Philippe Colbach, Ingénieur-conseil



\_Talsperre Esch/Sauer mit der heutigen Trinkwasseraufbereitungsanlage des SEBES

Das Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch-sur-Sûre (SEBES) ist als größter Wasserversorger in Luxemburg für die Trinkwasserversorgung von mehr als 80 % der Bevölkerung verantwortlich. Die 1969 in Betrieb genommene Trinkwasseraufbereitungsanlage mit den klassischen Verfahrensstufen Ozonung, Flockung, Filtration, Aufhärtung und Desinfektion hat eine Kapazität von 70.000 m<sup>3</sup>/d. Nach 40 Betriebsjahren besteht der dringende Bedarf, den Aufbereitungsprozess einerseits zu modernisieren und an zukünftige Anforderungen anzupassen sowie andererseits die Produktionskapazität auf mindestens 110.000 m<sup>3</sup>/d zu erhöhen.

Basierend auf die im Jahre 2009 durchgeführten Studien zum zukünftigen Trinkwasserbedarf [SEBES, Schroeder & Associés, Détermination des besoins futurs en eau potable du Grand-Duché de Luxembourg, 2009] hat sich herausgestellt, dass die vorhandenen Anlagen ab 2018 eine ausreichende Bereitstellung an Trinkwasser nicht mehr gewährleisten.

Im Dezember 2011 veröffentlichte das Syndikat SEBES europaweit die Bekanntmachung des Verhandlungsverfahren zum Neubau der Talsperrenwasseraufbereitung mit vorgeschaltetem Teilnehmerwettbewerb.

Für das Bewerbungs- und Auswahlverfahren hatten sich die Partner B.E.S.T. Ingénieurs-conseils (Senningerberg), Gauff Ingenieure (Nürnberg) und Ingenieurbüro Lopp

(Weimar) zusammen mit den Nachunternehmern A+U Decker, Lammar et Associés (Luxemburg), EKOplan (Steinheim) und Charles Spedener Consulting (Selscheid) zu der Bietergemeinschaft (BieGe) BELOGA zusammengeschlossen mit dem Ziel, ingenieurtechnisches Wissen verschiedenster Fachgebiete zu bündeln. Durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschaffte sich die Gemeinschaft die Grundlage um komplexe Probleme zu analysieren und effektive und innovative Lösungen für die projektbestimmenden Objekte zu finden.

Nach Auswertung der Teilnehmeranträge wurden im April 2012 drei Bietergemeinschaften zur Angebotsabgabe eingeladen und erhielten Anfang September 2012 die entsprechenden Vergabeunterlagen. Die Angebote mussten bis zum 18. Februar 2013 eingereicht werden. Anschließend wurden die Bieter zur Erläuterung ihres Konzeptes zu einer ganztägigen Präsentation eingeladen. In einer sich daran anschließenden Verhandlungsphase erfolgte eine Überarbeitung des gesamten Konzeptes, Abgabetermin 13. Juni 2013, auf der Basis eines Fragenkataloges des SEBES. Der Gewinner des Verhandlungsverfahrens wurde am 16. Juli 2013 bekanntgegeben.

Nach einer zweijährigen Planungsphase wurde das Gesetzesprojekt zur Finanzierung der neuen Aufbereitungsanlage am 23. September 2015 im Ministerrat vom Kabinett gutgeheißen.

Zusammenfassend beinhaltet der Auftrag die Erstellung eines Konzeptes sowie die Planung und Begleitung der Bauausführung für folgende Bauwerke:

- \_Neue Anlage zur Aufbereitung des Talsperrenwassers (TWA) mit zwei separaten Aufbereitungslinien von jeweils 55.000 m<sup>3</sup>/Tag, erweiterbar auf insgesamt 150.000 m<sup>3</sup> pro Tag für die gesamte Anlage.
- \_Erweiterung des bestehenden Reinwasserbehälters (RWB) in Eschdorf, von derzeit 35.000 m<sup>3</sup> auf 55.000 m<sup>3</sup>.
- \_Bau eines neuen administrativen Gebäudes mit Labor und Werkstätten.
- \_Architektonische Eingliederung beider Bauwerke in das Gelände.
- \_Bau einer zweiten 5km langen Druckleitung für das Talsperrenwasser zwischen der bestehenden Staumauer und der neuen Aufbereitungsanlage, auszulegen auf 150.000 m<sup>3</sup>/d.
- \_Bau einer neuen Förderstation (PW) unterhalb der



\_Vorgegebener Standort südlich der Ortschaft Eschdorf

bestehenden Staumauer, auszulegen auf 150.000 m<sup>3</sup>/d. Verdopplung der bestehenden 7 km langen Verteilerleitung zwischen dem Behälter in Eschdorf und der Schieberkammer Schankengriech in Grosbous.

Vorab sei vermerkt, dass die Teilfunktionen sämtlicher Bauwerke untereinander verküpft sind und diese nicht losgelöst voneinander bearbeitet werden konnten. Die Konzeptphase bestätigte somit die Entscheidung des Auftraggebers, die Planung des Neubaus der Talsperrenwasseraufbereitung en bloc zu vergeben um sicherzustellen, dass die neue Anlage, von Rohwasserentnahme an der Talsperre in Esch/Sauer bis hin zur Einspeisung des aufbereiteten Trinkwassers ins nationale Ringnetz in Grosbous die vorgegebene Gesamtfunktion optimal erfüllen kann.

Die Ausschreibungsunterlagen basierten auf detaillierten Vorplanungen einschließlich technischer Langzeit-Pilotversuche, mit denen SEBES das IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser beauftragt hatte. Hauptaufgabe der im Zeitraum 2008-2009 durchgeführten Pilotversuche war es, verschiedene Verfahrensvarianten in Hinblick auf ihre Leistungsfähigkeit sowie verfahrenstechnische Eignung im halbertechnischen Maßstab in der SEBES Trinkwasseranlage in Esch/Sauer eingehend zu untersuchen.

Die Ergebnisse aus den Pilotversuchen dienten als Datenbasis für die Bewertung der einzelnen Verfahren aus verfahrenstechnischer, wirtschaftlicher und ökologischer Sicht und flossen als Vorgabe in die Ausschreibungsunterlagen ein [siehe hierzu: IWW Zentrum Wasser, SEBES, Administration de la gestion de l'eau, Pilotuntersuchungen zum Neubau einer Talsperrenwasseraufbereitung in Luxemburg, bbr Fachmagazin für Wasser und Leitungstiefbau, 04/2012].

Als Standort für den Neubau war das Gelände um den bestehenden Trinkwasserbehälter in Eschdorf vorgegeben. Diese Standortvorgabe resultierte aus der Vorstudie zur Wirtschaftlichkeit einer Erweiterung und Sanierung des Wasserwerkes Esch/Sauer im Vergleich zu einem Neubau [SEBES, Wetzel+Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Andreas Holy, 2009], welche die mangelnde Anpassungsfähigkeit der kompakten Anlage am engen Standort in Esch/Sauer bemängelte.

Diese Variantenuntersuchung zur Standortbestimmung basierte auf einer detaillierten Entwurfsplanung, welche

den Bietergemeinschaften zur Verfügung gestellt wurde. Die Tatsache, dass die Vorstudie mit der vorgeschlagenen Kompaktbauweise nicht Vorgabe der Ausschreibung war, und dass die Bewerber aufgefordert wurden eigene Konzepte einzureichen bewog die BieGe BELOGA im Verlauf der Planung dazu, losgelöst von den Ausschreibungsunterlagen das Konzept von Grund auf neu zu gestalten und eine sich klar abgrenzende Alternative mit einer offenen, flexiblen Bauweise anzubieten.

Die Vorgaben des Bewerbungsverfahrens beruhten auf dem Kenntnis- und Planungstand vor dem eigentlichen Bewerbungsverfahren, also bevor die drei Bewerber das Projekt tiefgreifend analysieren und gesamt einheitlich entwerfen konnten. Dass während dem Verhandlungsverfahren abweichende Vorschläge bzgl. den Vorgaben aufgeworfen wurden, lag im Wesen dieses Verfahrens.

Die abweichenden Vorschläge der BieGe wurden bei der Abgabe als alternativer Lösungsansatz hervorgehoben und technisch sowie wirtschaftlich begründet, unter dem Hinweis, dass die vorgeschlagenen Konzepte die Machbarkeit der Bewerbungsvorgaben nicht ausschließen und diesen jederzeit wieder Rechnung getragen werden könnte. Den Planern der BieGe war bewusst, dass das nach der mehrmonatigen Verhandlungsphase abzugebende endgültige Angebot die ausdrücklichen Wünschen und Leitlinien des Auftraggebers berücksichtigen musste, weil dieser auf der Vergleichbarkeit der Offerten unter Einhaltung der Ausschreibungsunterlagen bestehen würde.

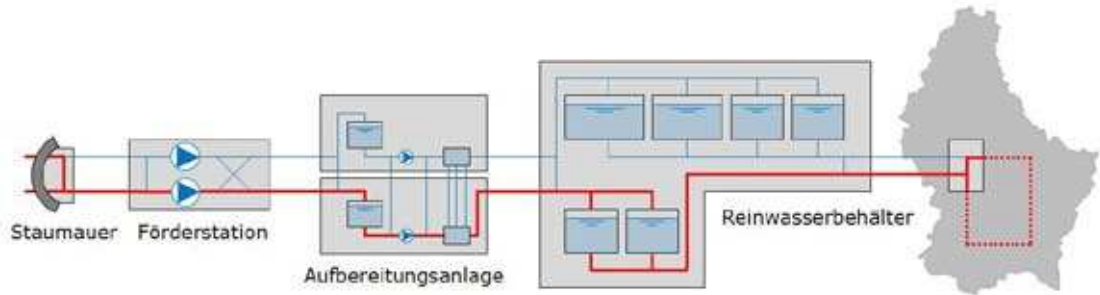
Grundsätzlich verfolgte die BieGe den Ansatz, ausgehend vom optimalen Aufbereitungsprozess eine maximale Lösung für die gesamte Anlage zu gestalten, in dem sie verfahrenstechnisch nicht relevante Faktoren in den Entwurf miteinbezog (z.B. Anordnung und Zugänglichkeit der Gebäulichkeiten am Standort Eschdorf), die eventuell zu Lasten des technologischen und ökonomischen Optimums gingen.

Den Planern war bewusst, dass der Ansatz der nachhaltig optimierten Anlage risikoreich war, doch erhofften sie sich eine weiterreichende Bewertung des aus unterschiedlichen Experten zusammengesetzten Entscheidungsgremiums.

Die BieGe strebte zudem ein Konzept an, das über den Rahmen des Projektes hinaus reichte, in dem sie über die Aufgabenstellung des Pflichtenheftes hinaus auf eigene Initiative Kontakt zu den betroffenen Verwaltungen (Natur- und Forstverwaltung, Umweltverwaltung, Wasserverwaltung,

Straßenbauverwaltung) und Netzbetreiber (SIDEN, CREOS, SEO, SOLER) aufnahm und die aus den notwendigen Genehmigungsverfahren sich ergebenden Forderungen und Anstöße in die Überlegungen miteinbezog. Das BELOGA Konzept zeichnet sich u.a. durch folgende Denkansätze aus:

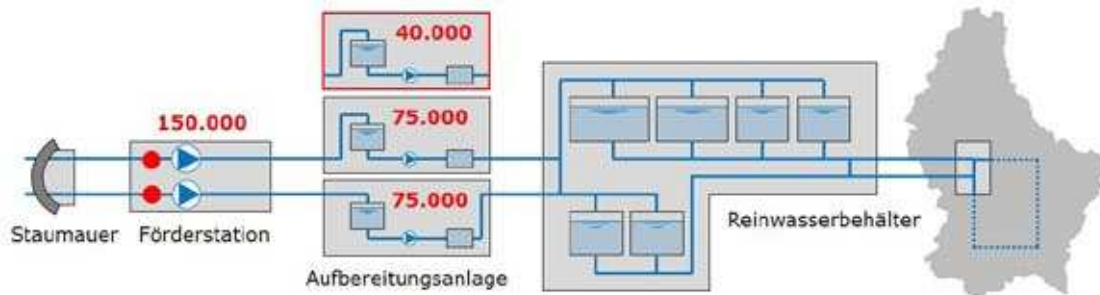
### Zweistraßigkeit:



Das Konzept basiert auf einer durchgehenden unabhängigen Zweistraßigkeit (baulich, sicherheits-, versorgungs- sowie steuerungstechnisch), von den beiden in die Staumauer eingefügten Durchführungen zur Rohwasserentnahme bis zur Schieberkammer Schankengriech bei Grosbous, wo die Ringleitung des Hauptverteilersnetzes des SEBES anschließt. Regelmäßige Querverbindungen an den Standorten der Rohwasserentnahme, der Förderanlage, der Aufbereitungsanlage sowie der Reinwasserspeicherung ermöglichen den halbseitigen Betrieb jeder Komponente oder des gesamten Systems. Jede relevante Teilkomponente kann für Wartungszwecke aus dem System isoliert werden. Das Betriebskonzept der Anlage bot somit eine maximale Flexibilität.

Darüber hinaus gewährleistete der Entwurf die vollständige Betriebsfähigkeit einer Straße bei allen einzukalkulierenden Störfällen (Brand, Material- oder menschliches Versagen) und damit ständige Anlagenverfügbarkeit für den Betreiber.

### Erweiterbarkeit in Eschdorf vs. zweites Standbein:



Die Projektvorgaben schrieben die Machbarkeit einer dritten unabhängigen Aufbereitungsstraße à 40.000 m<sup>3</sup>/d vor. Diese Aufrüstung auf die bis zum Jahre 2040 eventuell benötigten maximalen Aufbereitungskapazitäten sollte durchgehend im ganzen Projekt realisierbar sein. Die nicht ausbaufähigen Gewerke (z.B. Förderleitungen) waren im Entwurf auf die maximale Kapazität von 150.000 m<sup>3</sup>/d auszulegen.

Neben der Möglichkeit der Erweiterung um 40.000 m<sup>3</sup>/d durch Bau einer dritten Aufbereitungslinie – die nicht in das Konzept der durchgehenden Zweistraßigkeit passen würde – hatten die Planer der BieGe eine Variante vorgesehen, die Kapazität auf 150.000 m<sup>3</sup>/d aufzubereiten ohne eine dritte Linie bauen zu müssen.

Die Durchsatzleistung des Rohwasserpumpwerks sowie die der Aufbereitungsanlage ließen sich mit einem wirtschaftlich optimierten Aufwand, ohne Bauwerkserweiterungen und ohne Änderungen in der Hauptverrohrung von 110.000 m<sup>3</sup>/d auf 150.000 m<sup>3</sup>/d erreichen. Die vorgeschlagene Optimierungsvariante sah eine kontinuierliche und im laufenden Betrieb realisierbare, stufenweise Anpassung der Anlagenleistungen an die nach 2024 etwaigen Bedarfserweiterungen vor, wobei die Möglichkeit eines zusätzlichen Standortes für Trinkwasseraufbereitung an der Mosel weiterhin offen bliebe. Die Kapazitätserweiterung hätte lediglich Auswirkungen auf die verfahrenstechnische Konfiguration.

Ungeachtet der Möglichkeit der Kapazitätssteigerung auf 150.000 m<sup>3</sup>/d ohne die Notwendigkeit baulicher Maßnahmen wären zudem am Standort Eschdorf gemäß den Vorgaben der Aufgabenstellung die Örtlichkeiten für eine dritte unabhängige Aufbereitungsstraße vorgehalten geworden.

Aus Sicherheitsgründen ist jedoch fraglich, ob im etwaigen Bedarfsfall die im vorgeschlagenen Konzept vorgehaltene Erweiterbarkeit am Standort Eschdorf realisiert werden wird, da das gesamte System Eschdorf weiterhin auf einem einzigen Flusskörper gründet. Die alternativlose Abhängigkeit vom Rohwasserspeicher, der Sauer, veranlasste die Planer dazu, innovative Techniken zur Überwachung der Rohwasserqualität kostenmäßig einzubeziehen. Diese umfassten die Videoüberwachung der Entnahmestelle über und unter Wasser mit automatischer Bildauswertung sowie die frühzeitige Erkennung von Änderungen der Rohwasserqualität (automatische Trübungsmessung, Online Multifrequenz-Spektralsonde, Daphnientoximeter).

Die dritte Straße bringt nach Ansicht der BieGe keine wesentlichen zusätzlichen Sicherheiten, sondern nur erweiterte Aufbereitungskapazitäten, und dies auch nur, wenn aus dem aufge

stauten Flusskörper entnommen werden kann. Die Entnahme von 150.000 m<sup>3</sup>/d aus der fließenden Welle ist ohnehin nicht gewährleistet.

Die Planer unterstrichen, dass verbunden mit dem überregionalen Verteilernetz des SEBES eine Flusswasseraufbereitung von 40.000 m<sup>3</sup>/d an der Mosel de facto eine dritte unabhängige Straße darstellen würde, welche auf einem alternativen Flusssystem beruht und geografisch eine zweite Versorgungsachse zu den Verbrauchszentren im Süden Luxemburgs darstellen würde. Der Pestizidunfall vom September 2014 hat eindrucksvoll bewiesen, dass die Abhängigkeit von einem einzigen Flusssystem die Sicherheit der luxemburgischen Trinkwasserversorgung nachhaltig beeinträchtigt.

Hierbei sei ebenfalls vermerkt, dass dieser Grundansatz sich letztendlich nachteilig für die BieGe BELOGA ausgewirkt hat, da hierdurch die zu 375 % gewichteten Baukosten erhöht wurden, ohne dass der nach Ansicht der BieGe volkswirtschaftlich sinnvolle Ansatz sich positiv auf die technische Bewertung ausgewirkt hat.

### Bautechnische Anordnung der TWA auf dem Gelände des Standortes Eschdorf:

Bezüglich der Anordnung der Baukörper auf dem Gelände des Standortes Eschdorf wurde eine Reihe von Varianten miteinander verglichen. Zunächst folgte die BieGe dem



\_Konzept BELOGA des Standortes Eschdorf

Vorschlag der Vorstudie, nämlich einer Erweiterung des bestehenden Behälters in Längsrichtung mit Integration der Aufbereitungsanlage (Kompaktbauweise).

Prinzipiell ist dieser Anordnungsansatz plausibel, da die kombinierte Anordnung von Betonfiltern und darunter liegenden Wasserkammern bautechnische Synergien und Querkopplungen der Aufbereitungslinien zwischen den Prozessstufen möglich macht. Bei der weiteren Bearbeitung wurde jedoch deutlich, dass die fest definierte Größe und Struktur des neuen Behälters zu technischen Einschränkungen bei der Gestaltung der damit verbundenen TWA führt und damit neben den üblichen Vorteilen auch erheblich Nachteile aufweist.

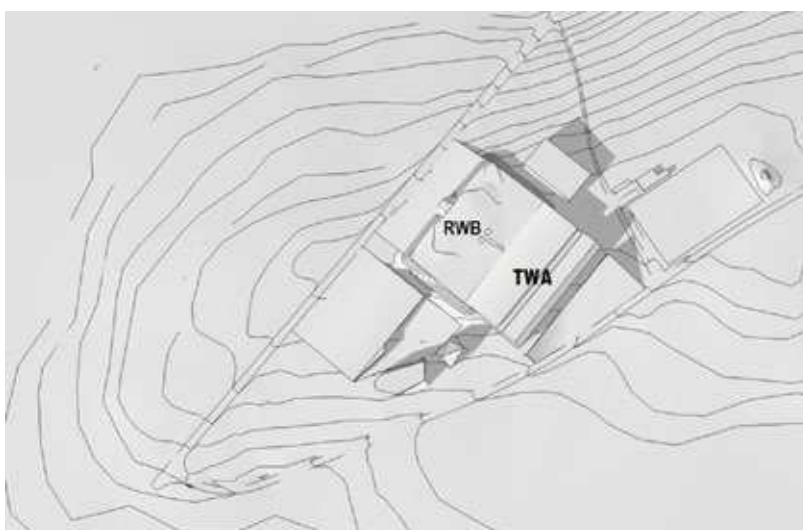
Insbesondere die Forderung nach einer strikten – d.h. auch baulich und sicherheitstechnisch getrennten – Zweistraßigkeit sowie der Erweiterbarkeit (3. Straße) erzeugt strukturelle Konflikte. Deshalb wurden dieser Vorgehensweise alternative Lösungsansätze vergleichend gegenübergestellt. Grundlage aller Varianten war die konsequente Umsetzung der Redundanz, d.h. die Anlage wurde immer in zwei baugleiche / ähnliche Baukörper konzipiert.

Wie den der BieGe vorliegenden Studien zu entnehmen war, ist eine der Hauptursachen für den vollständigen Ersatz der bestehenden TWA die mangelnde Anpassbarkeit an die heutigen Aufbereitungserfordernisse. Aus dieser Erfahrung heraus erschien es der BieGe dringend geboten, bei ihrer Projektierung ähnliche Konflikte für die Zukunft zu vermeiden indem sie ein offenes, flexibles Konzept anbot.

Bei den Vorplanungen, welche die Kompaktbauweise mit dem RWB verfolgten, führte die räumliche Einschränkung durch die Begrenzungen des bestehenden Behälters und der am Gelände vorbeiführenden Straße zu räumlichen Limitierungen im Entwurf. Die baulichen Zwänge, die sich zudem aus der gemeinsamen Geometrie mit dem RWB ergaben, wiesen wenig Freiraum für spätere Ergänzungen oder Veränderungen auf. Dies traf nicht nur auf die Erweiterbarkeit um eine dritte Aufbereitungslinie zu, sondern auch auf technologische oder verfahrenstechnische Entwicklungen der nächsten Jahrzehnte, die heute noch nicht bekannt sind. Flexibilität in Bezug auf undefinierte zukünftige Entwicklungen lässt sich nur durch klare architektonisch-funktionelle Strukturen gewährleisten.

Des Weiteren hätten sich die hohen Aufbauten der TWA auf dem Behälterausbau nachteilig im Sinne der angestrebten Landschaftsintegration ausgewirkt.

Nach anfänglicher Orientierung an der Kompaktbauweise der Vorstudie hatten die Planer daher nach zweimonatiger Planung einen radikalen Schnitt vorgenommen und das bis dahin erstellte Konzept verworfen.



\_Untersuchte und nicht weiter verfolgte Kompaktbauweise

Ungeachtet der angestrebten baulichen Trennung verfolgte die BieGe bei der Suche nach der maximalen Lösung dennoch das Ziel, die Synergien zweier identischer Aufbereitungslinien an einem Standort nutzbar zu machen. So war anzustreben, dass bei Ausfall einer Prozessstufe auf einer Aufbereitungslinie nicht zwangsläufig die gesamte Aufbereitungslinie ausfällt. Im Ergebnis dieses Variantenvergleichs hatte sich die BieGe für die Parallelanordnung zweier spiegelgleicher Hallen neben dem RWB entschieden. Die Erweiterung des RWB wurde als Unterbau für ein architektonisch gestaltetes und aufbereitungstechnisch irrelevantes, weil nicht an zukünftige Verfahrenstechniken anzupassendes Verwaltungsgebäude genutzt.

Wichtigstes Argument zugunsten dieser bevorzugten Variante war die konsequente verfahrenstechnische, anlagentechnologische und bauliche Trennung der Gesamtanlage. Insbesondere ist hervorzuheben, dass mit der vorgeschlagenen Lösung:

\_maximale Entwurfsfreiheiten im Hinblick auf die Zuverlässigkeit der Anlage (z.B. Vorhalten einer großzügigen Rohwasserreserve, welche jedoch vom SEBES ausdrücklich kritisiert wurde) und auf die Vereinfachung der Bedienung und der Wartung bietet (räumliche Ausdehnung der Hallen).

\_im Brandfall die Havarie auf den betroffenen Baukörper beschränkt bliebe, weil die beiden Gebäude durch den als Besuchergang ausgelegten Zentralbereich mit zwei Wänden voneinander getrennt sind.

\_im Überflutungsfall durch Schwellen sichergestellt ist, dass nach der Flutung von Tiefbauteilen das Wasser zunächst aus den Türen/Toren an den Hallen-Stirnseiten auf den Hof fließt, bevor es benachbarte Bauwerke erreichen kann.

\_Querkopplungen zwischen den beiden Aufbereitungslinien



„Einsicht der wesentlichen verfahrenstechnischen Komponenten vom zentralen Besuchergang



„Spiegelgleiche Anordnung der TWA mit der Membranfiltration

beliebig möglich sind, ohne die bauliche- und sicherheitstechnische Trennung einzuschränken.

„maximale Flexibilität für spätere Änderungen in der Aufbereitungstechnologie bietet.

„durch die symmetrische Anordnung beider Hallenkörper die Zweistraßigkeit für Besucher und Personal architektonisch erlebbar wird.

Grundsätzlich gilt der Ansatz, dass bei komplexen nutzungspezifischen Bauwerken das Nebeneinander dem Übereinander Vorzug gegeben werden soll, da das Stapeln von Elementen die spätere Anpassung erschwert, wenn nicht sogar verbaut. Die Anpassungsfähigkeit eines Gebäudes an zukünftige Anforderungen sinkt mit einer einseitig auf die aktuelle Aufgabenstellung ausgerichteten Planung. Die BieGe strebte deshalb ein rasterförmiges geschossgegliedertes Hallenbauwerk an, das, soweit dies möglich war, im Hinblick auf spätere Änderungen im Inneren anpassungsfähig bzw. erweiterbar geblieben wäre.

Verfahrenstechnisch sei hierbei vermerkt, dass die Anordnung der Prozessstufen als geschlossenes Drucksystem nebeneinander gegenüber offenen Filtern und/oder der Anordnung übereinander (Kompaktbauweise) zudem die energieeffizientere Lösung darstellt, die die Betriebskosten des Zwischenpumpwerks positiv beeinflusst.

Die technologische Planung ist in gleicher Weise streng redundant aufgebaut, wobei es definierte

Querkopplungen gibt, die im Normalbetrieb geschlossen sind. Diese erlauben es, bei Ausfall einer Prozessstufe, die Reserven der anderen Aufbereitungslinie zu nutzen und die übrigen Prozessstufen der betroffenen Linie weiter zu betreiben.

Die Aufbereitungsanlagen waren also so geplant, dass sie faktisch zwei komplett autarke Wasserwerke darstellten, die sich aufgrund ihrer räumlichen Nähe gegenseitig bei Komponentenausfällen unterstützen konnten. Die hier dargelegten Regeln der Zweistraßigkeit gelten auch für die Prozesswasserbehandlung (PWA). Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass ungeachtet der Tatsache, dass die Anlagen vollredundant aufgebaut sind und gegenseitige Unterstützungen ermöglichen, alle Prozessstufen innerhalb der beiden Aufbereitungslinien nach dem n-1-Prinzip ausgelegt sind.

Das heißt, dass alle relevanten Funktionsgruppen bei Ausfall eines Aggregates noch 100% der erforderlichen Leistung bringen. Damit verfügt die Gesamtanlage über zwei unabhängige, sich addierende Redundanzprinzipien. Dies führt einerseits zu einer außergewöhnlich hohen Anlagenverfügbarkeit. Andererseits resultieren aus den demnach erhöhten vorzuhaltenden technischen Reserven nicht zu vernachlässigende Investitionskosten.

In Puncto Kosten wirkte sich die großzügige Hallenanordnung sowie die größere



\_TWA ausgebildet als rasterförmiges Hallenbauwerk

Flächeninanspruchnahme für die TWA bei der Lageplanaufteilung ebenfalls nachteilig aus. Dagegen wurden die Anordnung und die Zugänglichkeit der Gebäulichkeiten am Standort Eschdorf (19,85/20,00 Punkte) sowie deren Gestaltung im Hinblick auf ihre verschiedenen Funktionalitäten (45,17/50,00) ausgezeichnet bewertet.

Letztendlich fand jedoch der nach Ansicht der BieGe volkswirtschaftlich sinnvolle Ansatz der maximalen Anpassungsfähigkeit an zukünftige Anforderungen keinen entscheidenden Widerhall in der technischen Bewertung.

#### Förderanlagen:

Die Wasserentnahme aus dem Stausee erfolgt auch zukünftig über die vorhandene Entnahmeleitung mit fester Entnahmehöhe direkt hinter der Staumauer sowie über die vorhandene höhenverstellbare Entnahmeeinrichtung (PROVAR). Das Abgreifen der bestehenden Mauerdurchführungen und das Verlegen zweier Saugleitungen zum Standort des neuen Rohwasserpumpwerks (PW) stellt in Puncto Versorgungssicherheit während der Bauphase den neuralgischen Punkt des Neubaukonzeptes dar.



\_Konzept BELOGA des Standortes Eschdorf



\_Abgreifen (rot) der bestehenden (blau) Seewasserentnahmestellen

Der Bau der neuen Anlagen und deren Inbetriebnahme erfolgen im laufenden Betrieb der bestehenden Einrichtungen (Entnahme, Förderanlagen, RWB, Verteilerleitungen) und dürfen zu keinem Zeitpunkt weder den sicheren Betrieb dieser Anlagen unterbrechen noch die Stabilität der Staumauer beeinträchtigen. Hierbei sei hervorgehoben, dass die BieGe den Auftraggeber von seinen planerischen sowie baulichen Lösungen (keine Berührungspunkte mit relevanten oder sensiblen Anlagenteilen) zur Aufrechterhaltung des sicheren Betriebes überzeugen konnte (8,57/10,00 Punkte). Der Pumpbetrieb des Rohwassers zur bestehenden TWA und die Verteilung des aufbereiteten Trinkwassers wären durch die vorgeschlagenen Maßnahmen zu keinem Zeitpunkt behindert worden.

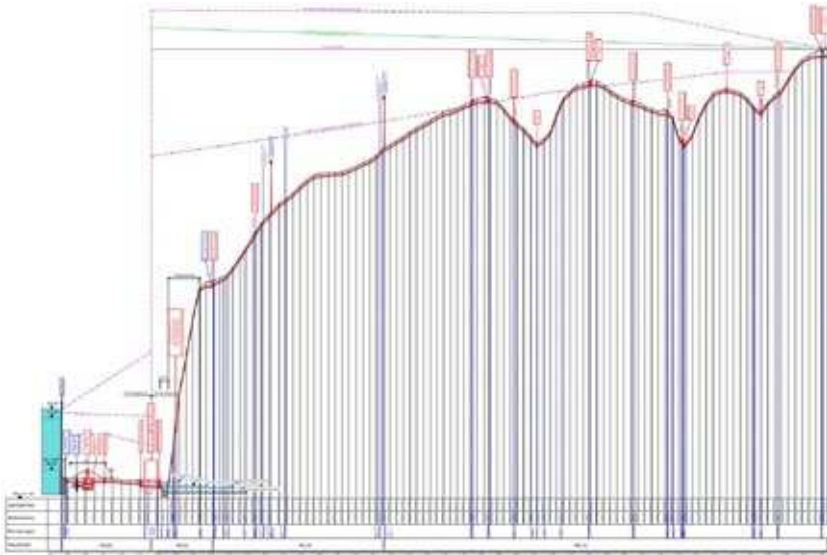


\_Anordnung der Förderanlagen im Bereich der Sauer

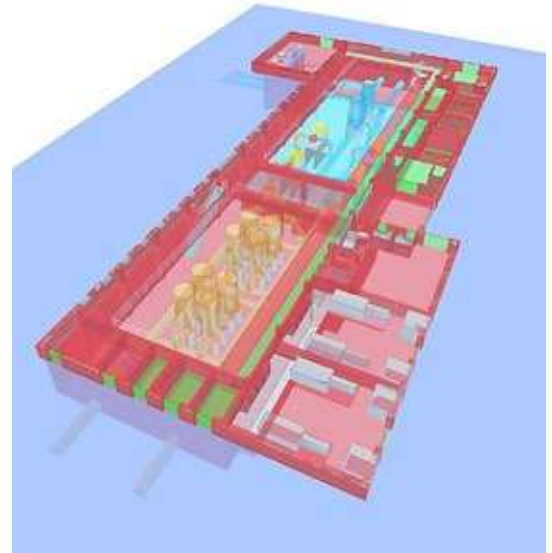
Der Standort des zukünftigen PW befindet sich ca. 500 m flussabwärts der Staumauer am linken Ufer der Sauer und wurde von SEBES vorgegeben. Das Konzept des PW fügt sich nahtlos in die vorgeschlagenen Grundsätze der durchgehenden Zweistraßigkeit sowie der stufenlosen Leistungssteigerung (Drehzahlregelung der Pumpen über Frequenzumrichter) des gesamten Systems ein.

#### Absicherung der Stromversorgung:

Die Aufbereitungsanlage des SEBES stellt das Rückgrat der luxemburgischen Trinkwasserversorgung dar. Die Sicherheit hat daher den größten Stellenwert für das Versorgungsunternehmen. Den Grundsatz der Zweistraßigkeit der BieGe wurde konsequent auf die Energieversorgung erweitert. Gemäß den Bewerbungsvorgaben wurden die elektrischen Anlagen des gesamten Systems mit einer maximalen Redundanz geplant. Hier strebte die BieGe ein Konzept an, das die an das Planungsgebiet angrenzenden Betreiber SOLER (Energiegewinnung an der Talsperre) und CREOS miteinbezog, um letztendlich eine gemeinsame wirtschaftlich optimierte Lösung aufzustellen.



\_Längsschnitt des Fördersystems mit der Darstellung der Druckstoßschwingungskegeln

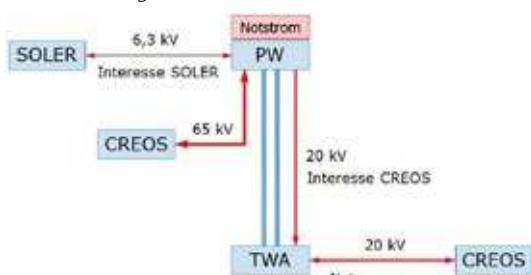


\_3D-Schnitt des Pumpwerkes mit dem nachträglich entfernten Notstromaggregat

Die Stromversorgung des ursprünglichen Ansatzes der BieGe basierte primär auf einer 65 kV-Einspeisung des CREOS-Netzts am Standort des PW. Die Versorgung des Standortes Eschdorf wurde mit einer parallel zu den Förderleitungen verlegten 20 kV-Kabelverbindung gewährleistet.

Laut Pflichtenheft sollte die Notstromversorgung des PW im Inselbetrieb über eine Anbindung an das Turbinenwerk der SEO an der Talsperre abgedeckt werden. Um die Förderleistung auch im Sanierungsfall der Talsperre (welche über einen längeren Zeitraum erfolgen wird) resp. bei Wartungsarbeiten der Turbinenanlage ausreichend abzusichern hatten die Planer für das PW eine separate und autarke Notstromversorgung vorgesehen, welche durch die Anbindung der TWA ebenfalls für den Standort Eschdorf zur Verfügung stand. Für den Fall eines Kabelbruches zwischen PW und TWA wurde für die Versorgung des Standortes Eschdorf zudem eine 20 kV-Noteinspeisung aus dem CREOS-Netz eingeplant.

Über die Anbindung PW-SOLER würde die SEBES-eigene Transformatorstation dem Turbinenbetreiber als Backup zur Verfügung stehen, um bei Bedarf (Wartung bzw. Erneuerung der Freiluftanlage) die Stromgewinnung in das 65kV-Netz der CREOS einspeisen zu können. Auf der anderen Seite bestand auf Seiten des Netzbetreibers CREOS Interesse, die zunächst von der BieGe als SEBES-eigene angedachte 20 kV-Anbindung des Standortes Eschdorf an das PW in Eigenregie zu betreiben, um die eignen Netze hiermit zu verbinden. Somit würde CREOS das eigene 20 kV Netz verstärken können, dies u.a. im Hinblick auf mögliche Windkraftanlagen auf dem Plateau von Eschdorf.



\_Schema der projektübergreifenden Stromversorgung

Durch die etwaige Beteiligung des Netzbetreibers und des Energieproduzenten würden die Baukosten zum Vorteil aller Beteiligten auf die einzelnen Nutzer aufgeteilt werden. Eine Notstromversorgung des PW mittels Notstromgeneratoren

war laut Lastenheft nicht ausdrücklich verlangt und wurde auf Wunsch des Auftraggebers im endgültigen Konzept nicht mehr berücksichtigt.

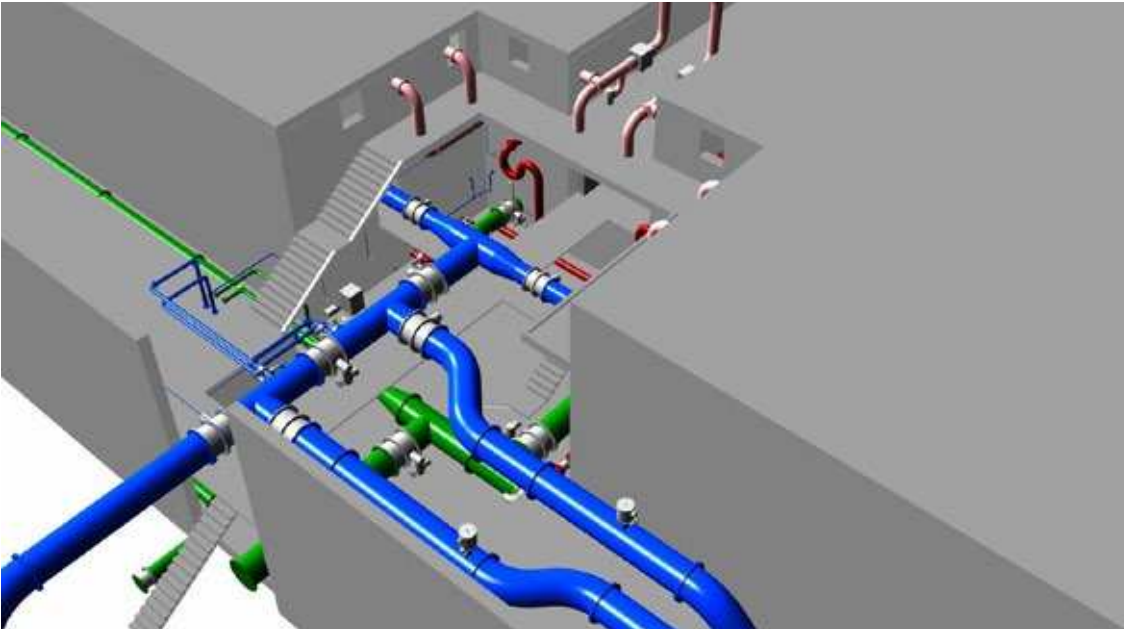
#### **Wirtschaftlich optimaler Durchmesser der Förderleitung zwischen PW und TWA:**

In den Vorgaben stehen als maximale Durchströmungsgeschwindigkeit 2,0 m/s bei 150.000 m<sup>3</sup>/d für den neuen Förderstrangstrang. Diese Vorgabe zielt auf den Fall einer längeren Außerbetriebnahme der bestehenden Leitungssachse im Hinblick auf die notwendigen Untersuchungen und ggf. erforderlichen Sanierung der sensiblen Altleitung. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass die Außerbetriebnahme der bestehenden Transportleitung so geplant werden kann, dass sie sich nicht mit den saisonalen Verbrauchsspitzen überschneidet.

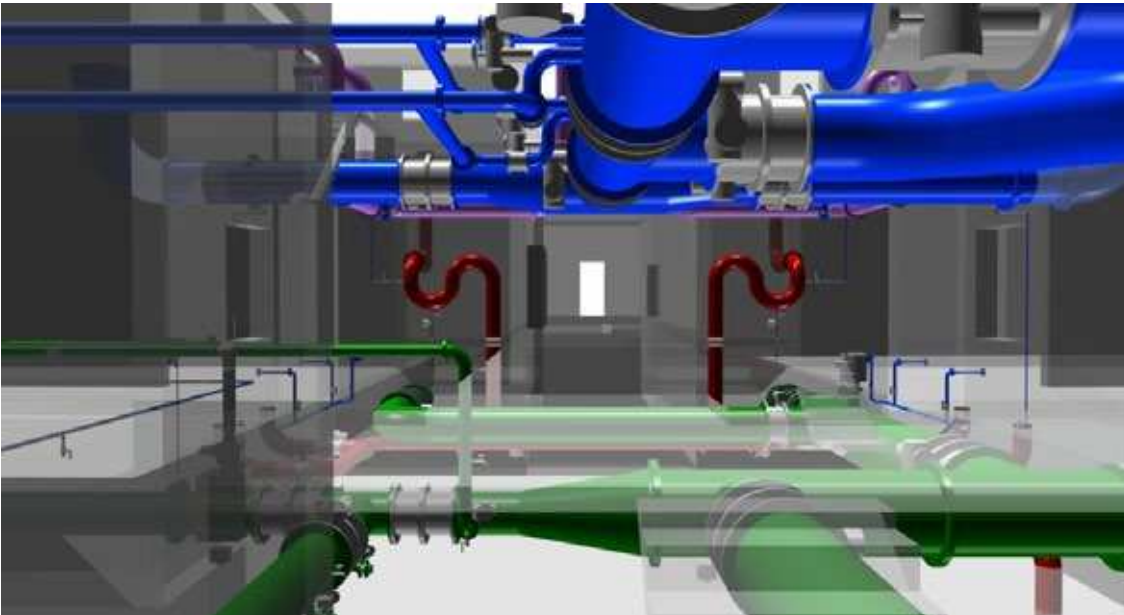
Aufgrund der Vorgaben müsste die neue Förderleitung also DN1100 ausgeführt werden.

Bei 2,0 m/s könnte eine DN1000 Leitung 90 % der Ausbauwassermenge des Planungshorizonts 2040 fördern. Die Analyse der typischen Jahresfördermenge ergab, dass im Referenzjahr 2040 diese Durchströmungsgeschwindigkeit an nur 20 Tage überschritten worden wäre, in den Referenzjahren 2020 und 2030 überhaupt nicht. Nun stellte sich die Frage, inwiefern eine DN1100 Leitung gerechtfertigt ist.

Zur Berechnung des wirtschaftlich optimalen Durchmessers wurde die Zielfunktion Gesamtkosten = Anlagekosten × Annuitätsfaktor + jährliche Betriebskosten + jährliche Pumpkosten angesetzt, wobei die Wahl des optimalen Leitungsdurchmessers maßgeblich abhängig von den Energiepreisen für den Pumpbetrieb sowie von der Ausbauwassermenge und des jährlichen Fördervolumens ist. Aufgrund der Berechnungen erwies sich der Durchmesser DN1000 letztendlich als die wirtschaftlich optimalere Lösung. Da die Verteilerleitung zwischen dem Behälter Eschdorf und der Schieberkammer Schankengriecht ebenfalls mit dem gleichen Durchmesser DN1000 ausgeführt werden sollte, stellte sich zudem die Frage der günstigeren einheitlichen Anschaffung für den gesamten Leitungsstrang vom Pumpwerk über den Standort Eschdorf bis hin zur Schieberkammer Schankengriecht. Die dargelegten Überlegungen wurden vom SEBES schließlich aus Gründen der Vergleichbarkeit der verschiedenen Angebote nicht für das endgültige Konzept der BieGe BELOGA zurückbehalten.



\_Detailansicht der zentralen Schieberkammer



\_Unterteilung der Leitungsachsen in zwei Ebenen

### Reinwasserbehälter:

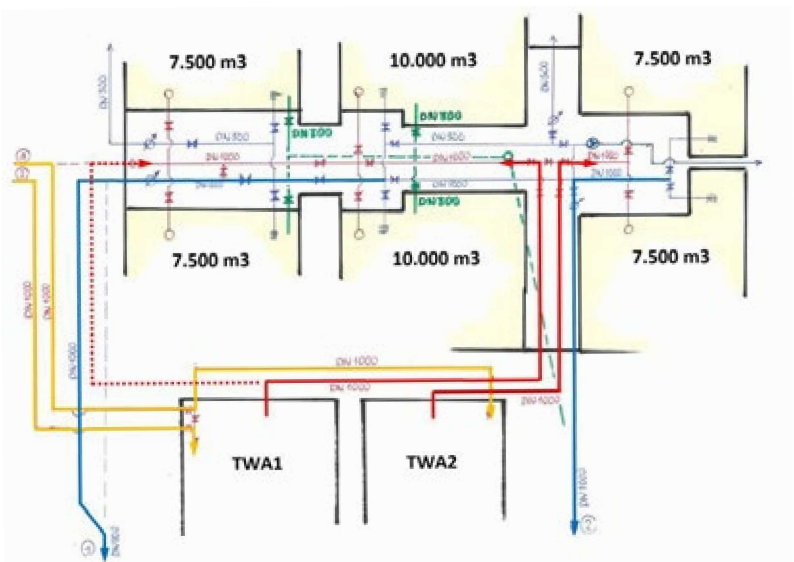
Die Behältererweiterung lehnt sich in Längsrichtung an das bestehende Bauwerk à 4 Kammern an und ist durch dessen Höhenvorgaben geometrisch weitestgehend geprägt.

Die komplexe Leitungsführung im bestehenden Behälterbauwerk veranlasste die Planer dazu, die neue Schieberkammer konsequent unter dem Gesichtspunkt der optimalen Zugänglichkeit der Armaturen auszulegen. Dem Aspekt der Bedienerfreundlichkeit, sowie Barrierefreiheit für die Besucher war ein Hauptaugenmerk bei der Planung gewidmet geworden:

\_Die Anordnung der Leitungen und Armaturen erfolgte unter Berücksichtigung der best-möglichen Zugänglichkeit (Laufstege, Kranbahnen, optimierter Höhenversatz in den Rohrachsen).

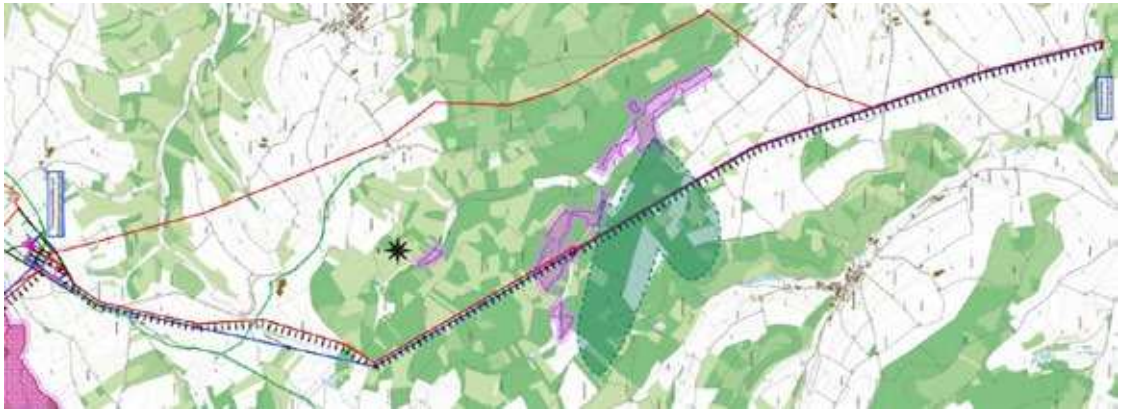
\_Alle Durchgangswege, sowohl für die Besucher, als auch das Personal, verlaufen auf einer Ebene, Rohrleitungsüber- sowie Unterquerungen erfolgen stufenlos und für den Besucher barrierefrei über Laufstege mit einer Kopffreiheit von 2,0 m.

Durch die gewählte Anordnung der Leitungen und Armaturen fügt der ausgebaut Behälter sich nahtlos in das Konzept der durchgängigen Zweistraßig des gesamten Systems ein.

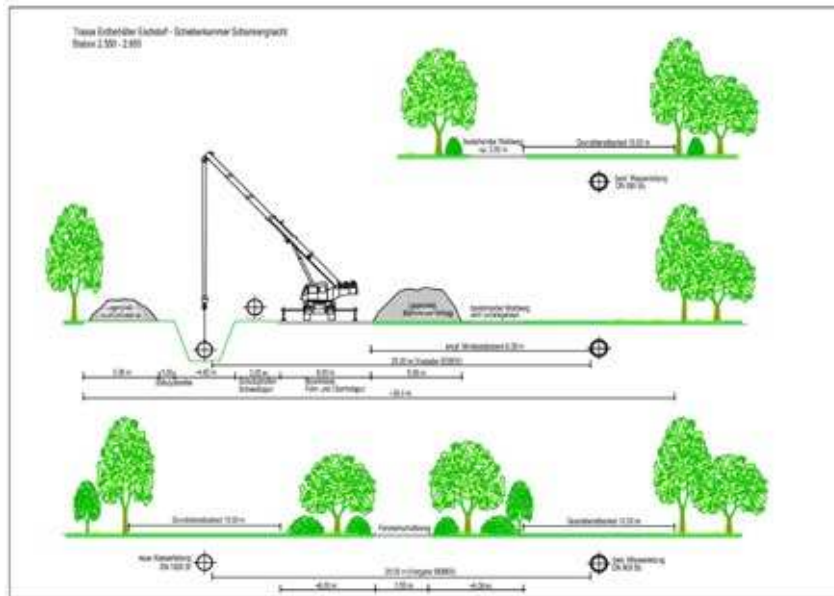


\_Entwurfsschema des Reinwasserbehälters





Untersuchte Trassen für die Verteilerleitung Eschdorf-Grosbous



Begrünter Mittelstreifen zur Entschärfung der Schneisenbildung

#### Verteilerleitung Eschdorf-Grosbous:

Die Trassierung der Verteilerleitung strebte einen sicheren und wirtschaftlichen Betrieb an und beachtet vordringlich die topografischen und umwelttechnischen Gegebenheiten sowie die vorgegebenen Einschränkungen durch die bestehende Leitung.

Die möglichen Leitungstrassen zwischen dem Standort des RWB in Eschdorf und dem Anschlusspunkt an der Schieberkammer Schankengraecht durchschneiden ausgedehnte Waldgebiete zwischen dem Ort Hierheck und der Ortschaft Grosbous, sowie ausgewiesene Natur- und zukünftige Quellschutzgebiete.

Die Machbarkeitsstudie dieser Leitungsverbindung ging somit über die rein technischen Aspekte hinaus und bedurfte der frühen Einbindung der Natur- und Forstverwaltung in die Überlegungen zur endgültigen Trassenfestlegung, um die möglichen Folgeschäden einzuschätzen.

Das vorhandene Gelände mit den zwei parallelen in NW-SO Richtung verlaufenden Taleinschnitten des Baches Wark und seines Nebenbaches Fielsterbaach lässt nur zwei alternative Trassen zu, zum einen parallel zur bestehenden Verteilerleitung DN900, zum anderen über den parallelen Bergrücken des Alebèschs. Erstere würde aufgrund der vorgegebenen Mindestabstände zu einer ausgedehnten Schneise führen, dessen umwelttechnischer Eingriff zu einer erheblichen nachhaltigen Veränderung der vorhandenen Waldbestände führen würde. Die Alternativtrasse könnte sich weitgehend an bestehenden Fortwirtschaftswegen orientieren und würde die später freiliegende Schneise auf die Grunddienstbarkeit sowie den parallelen Weg begrenzen. Nach eingehender Absprache mit der Natur- und Forstverwaltung wurde der Trasse entlang der bestehenden Verteilerleitung den Vorrang gegeben, mit der Begründung, dass aus umwelttechnischen Gründen eine verbreiterte Schneise einer neu entstehenden Schneise vorzuziehen ist. Zudem hätte diese Trassenwahl eine forstwirtschaftliche

Einschränkung des Waldreviers Alebèsch sowie einer Erhöhung der Anzahl der von einer Grunddienstbarkeit betroffenen Waldeigentümern verhindert.

Das mit der Verwaltung abgesprochene Leitungsprofil zur Vermeidung von ausgedehnten Bodenbewegungen beinhaltete im Vergleich zur parallel verlaufenden Verteilerleitung zwei zusätzliche Zwischenbauwerke, welche zu diesem Zeitpunkt keine Zustimmung beim Syndikat fanden und sich daher nachteilig auf die Bewertung des BELOGA-Entwurfs auswirkten.

#### Schlusswort

Nach der abschließenden Bewertung des technischen Gremiums belegte die Bietergemeinschaft BELOGA letztendlich den zweiten Platz.

Die innovativen, vom vorgegebenen Schema abweichenden, und damit zum Teil auch kostenträchtigeren Lösungsansätze der BieGe (geschätzte Investitionskosten von 114M € ohne MWSt) konnten sich nicht durchsetzen. Es bleibt die Genugtuung, dass die kreativen Denkansätze dennoch einen Beitrag zur Planung der neuen Anlagen leisten konnten und die Erkenntnis, die alternativlose Abhängigkeit vom Flusssystem Sauer unter Inkaufnahme von Minuspunkten realistisch eingeschätzt zu haben.

Die intensive Zeit der Planung und des Erfahrungsaustausches zwischen den verschiedenen Partnern der BieGe war eine ideelle Bereicherung für alle Beteiligten des Planungsteams, die sich mit Begeisterung und Überzeugung an einem wegweisenden Projekt für die Luxemburger Trinkwasserversorgung beteiligt haben.

[www.sebes.lu](http://www.sebes.lu)  
[www.best.lu](http://www.best.lu)  
[www.gauff.com](http://www.gauff.com)  
[www.lopp.de](http://www.lopp.de)  
[www.architect.lu](http://www.architect.lu)  
[www.ekoplan.com](http://www.ekoplan.com)  
[www.spedener-consulting.com](http://www.spedener-consulting.com)