



1 | Die Liegenschaft „Kloster und Schloss Salem“ ging 2009 vom Haus Baden in den Besitz des Landes Baden-Württemberg über. Sie ist ein Kulturdenkmal und gehört zu den Staatlichen Schlössern und Gärten dieses Bundeslandes. Für das gesamte Areal wird ein Wärmenetz mit einem möglichst hohen regenerativen Anteil angestrebt.

Denkmalschutz und Wärmeversorgung

Umstellung der Grundlast auf Holzpellets

Auf dem Weg zur Klimaneutralität werden Heizzentralen und Wärmenetze, sofern im Auftrag des Bundeslandes Baden-Württemberg betrieben, schrittweise umgestellt. Der Anteil regenerativer Energieträger soll so hoch wie möglich sein. Die Liegenschaft „Kloster und Schloss Salem“ (Bodenseekreis) ist das erste von zehn Muster-Vorhaben und wird im Mai 2027 fertiggestellt. Dann stammen bei diesem komplexen, bisher mit fossilem Gas beheizten Objekt 66 % der eingesetzten Energie aus regenerativen Quellen.

Bei dem zukünftig bivalenten Heizungskonzept deckt der Brennstoff Holzpellets die Grundlast ab, das sind 500 kW bzw. 60 % der Heizlast. Für Spitzenlast oder Notfall und Wartungsarbeiten (Redundanz) werden zwei neue Gas-Brennwertkessel installiert. Im Fokus der folgenden Objektreportage stehen das Lager und die Entnahme der Holzpellets sowie der automatische Transport mit Förderspiralen bis zum Heizkessel.

Drei Förderspiralen zur Pelletentnahme

Aus früherer Zeit lag noch ein ausgedienter Öltank im Außengelände, der geborgen und entsorgt wurde, bevor an seine Stelle der neue Holzpellettspeicher kam. Das Versetzen und die Montage der Betonfertigteile waren in einem Tag erledigt, sodass im Gegensatz zu einer Lösung in Ortbeton für den Bauablauf wertvolle Zeit gespart wurde. Fertigteile werden im Werk unter optimalen Bedingungen hergestellt, durch den Hersteller geliefert und montiert. Damit ist die Gewährleistung in einer Hand. Nach Bedarf, wie z. B. hier, steht die Bodenplatte

nach außen über und bildet ein Auflager für das Verfüllmaterial. Dessen Gewicht dient dem Schutz vor Aufschwimmen des leeren Behälters bei hohem Grundwasserstand. Der Überstand ist statisch berechnet. Er richtet sich nach den Gegebenheiten vor Ort.

In der Abdeckplatte befinden sich drei genormte Befüllöffnungen und ein Einstieg. Mall als Hersteller bietet diesen großen Behälter mit 60 m³ Fassungsvermögen sowohl mit als auch ohne Pellet-Entnahmesystem an. Es ist eine pneumatische Entnahme bzw. Austragung, die den Brennstoff von oben absaugt. Bei Störungen ist so die Entnahmetechnik jederzeit gut zugänglich.

Die Bauherrschaft dieses Objekts entschied sich für den Pellettspeicher ohne ein solches Entnahmesystem, das nicht geeignet ist für den Dauerbetrieb eines sehr großen Pelletkessels wie hier. Auch müssten die flexiblen Saugschläuche der pneumatischen Entnahme, die einem inneren Abrieb durch die kantigen Pellets ausgesetzt sind, bei dem in



2 | Holzpelletlager und -entnahme wurden als Erweiterung der Heizzentrale unterirdisch gebaut. Den zylindrischen Speicher aus Beton-Fertigteilen hat der Hersteller vor Ort montiert. Die überstehende Bodenplatte ist Auflager für Verfüllmaterial. Dessen Gewicht dient dem Schutz vor Aufschwimmen des leeren Behälters bei hohem Grundwasserstand.

Salem benötigten Durchsatz von etwa 40 Tonnen pro Woche mehrmals im Jahr ausgetauscht werden. Der automatische Transport des Brennstoffs erfolgt stattdessen durch Förderspiralen, deren Austragschnecke mit Rührwerk am Speicherboden liegt. Von dort bis in den Heizungsraum wurden die Förderspiralen im Gelände in Leerrohren verlegt. Für den notwendigen Richtungswechsel auf der etwa 20 Meter langen Strecke sorgen zwei Umlenkschächte, die als Betonfertigteile vom Speicherhersteller stammen.

Normgerechte Lüftung des Holzpelletlagers

Der in Salem eingebaute Pellettspeicher und die mit ihm durch Leerrohre verbundenen Umlenkschächte erhielten je eine unterirdisch verlegte Lüftungsleitung DN 200, die ca. einen Meter über Gelände mit einer

Projektbeteiligte Heizzentrale/Brennstofflager

Bauherrschaft, Eigentümer, Projektleitung und -steuerung:	Vermögen und Bau Baden-Württemberg, vertreten durch Amt Ravensburg
Planung TGA:	ibp knauszentner Ing.-GmbH, Pfullendorf
Planung Tiefbau:	Alexander Endres, Ing.büro für Tiefbau, Tettnang
Ausführung Heizzentrale:	Franz Lohr GmbH, Ravensburg
Ausführung Tiefbau:	Zwisler GmbH, Tettnang
Ausführung Holzpellet-Lager:	Mall GmbH, Donaueschingen
Ausführung Holzpellet-Entnahme:	Fröling Ges.mbH, Grieskirchen/Österreich
Ausführung Entnahme-Umlenkschächte:	Mall GmbH, Donaueschingen

Projektdatei Heizzentrale

Adresse:	Schlossbezirk 1, 88682 Salem
Baubeginn/Fertigstellung:	Oktober 2024/Mai 2027
Holzpellet-Lager, Typ/Nutzvolumen:	Mall-Pellettspeicher ThermoPel 60000-R/60 m ³
Entnahme, Typ/Länge:	Fröling Austragschnecke FBR-G mit Förderspiralen/24 m
Entnahme-Umlenkschächte:	2 x Mall Rechteck-Revisionsschacht mit Einstieg
Holzpellet-Kessel (Grundlast), Typ/Nennlast:	Fröling TMe500-EFZ/500 kW
Gas-Brennwertkessel, Typ/Nennlast:	2 x Viessmann Vitocrossal 300/1.000 kW

schlagregensicheren Haube abgedeckt ist [1]. Dies entspricht den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3464-1 [2]. Laut Technischer Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900, auf die in DIN EN ISO 20023 verwiesen wird, ist in Deutschland ein kurzzeitiges Betreten unterirdischer Pelletspeicher bzw. Erdlager bis zu 15 Minuten in Anwesenheit einer eingewiesenen zweiten Person erlaubt, wenn die CO-Konzentration im Lager unter 60 ppm beträgt [3]. Ein CO-Warngerät muss eingeschaltet am Körper getragen werden. Ein längerer Aufenthalt im Lager ist nur zulässig, wenn die CO-Konzentration unter 20 ppm liegt. Warngeräte sollen nicht stationär im Lagerraum bzw. Lagerbehälter angebracht sein, da die im Holz enthaltenen Terpene ebenso wie Druckschwankungen und Staub- bzw. Feinteile die CO-Sensoren auf Dauer schädigen.

Um die Verantwortlichen des Objekts von derlei Gefahren und Vorkehrungen zu entlasten, kann die während des Betriebs turnusmäßig fällige Inspektion dem Hersteller des unterirdischen Betonspeichers in Auftrag gegeben werden. Das komplette Leeren und Reinigen des Lagerbehälters ist gemäß DIN EN ISO 20023 alle zwei Jahre bzw. nach jeder fünften Befüllung notwendig. Diesen Service bieten viele Pelletlieferanten in Kombination mit der Lieferung an, wenn sie ein dafür geeignetes Fahrzeug haben.

Holzpellets im ersten Schritt

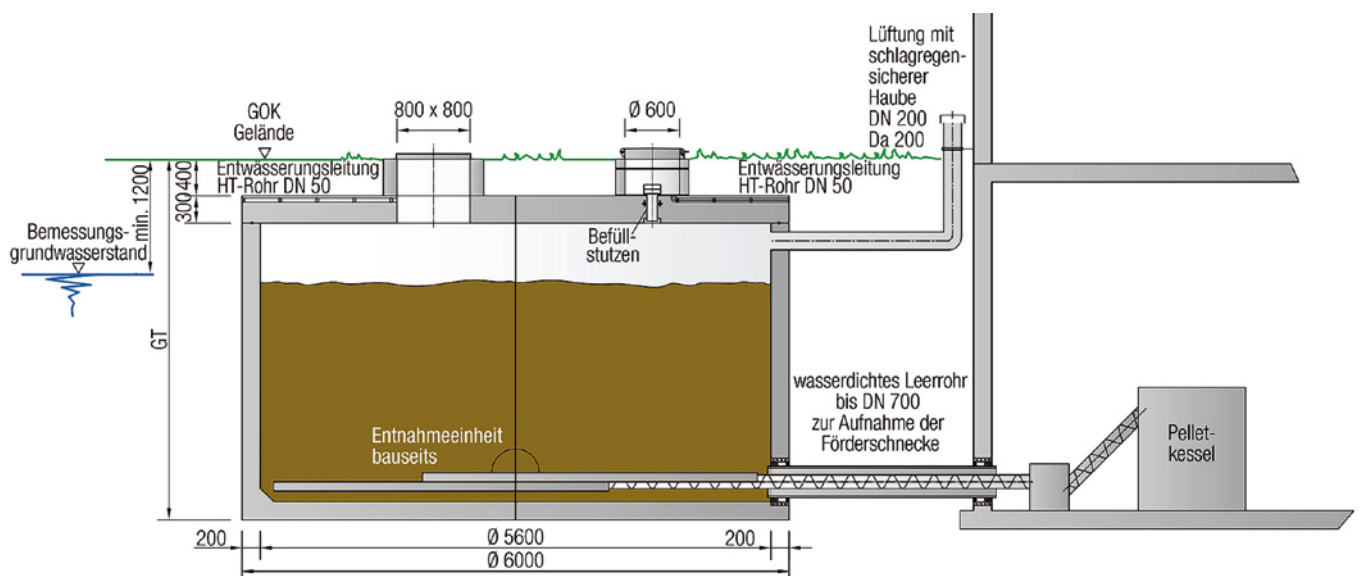
Die Liegenschaft „Kloster und Schloss Salem“ ging 2009 vom Haus Baden in den Besitz des Landes Baden-Württemberg über. Sie ist ein Kulturdenkmal und gehört zu den Staatlichen Schlössern und Gärten dieses Bundeslandes. Die Wärmeversorgung wurde zuletzt monovalent über drei Gaskessel (2 x 1,15 MW, 1 x 1 MW) und ein Nahwärmenetz mit drei Strängen und 13 Unterstationen gewährleistet. Zwischenzeitlich ist das Netz vergrößert und um weitere drei auf 16 Unterstationen erweitert worden. Kleinere Austauscharbeiten in der Heizzentrale wurden vorgenommen, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten. Derzeit wird das Gebäude Gasthof Schwanen saniert, das künftig auch durch das Netz versorgt werden soll. Diese Anpassungen, das Alter der Heizzentrale (die aus den Jahren 1994/1998 stammt) und der ausschließliche Einsatz des fossilen Energieträgers Gas erforderten ein neues Konzept der Wärmeversorgung. Ziel ist ein Wärmenetz mit einem möglichst hohen regenerativen Anteil [4]. Zu den Energieträgern und der Netzerweiterung wurde festgelegt:

- Die Verringerung der CO₂-Emissionen steht im Vordergrund. Dabei kann aufgrund der besonderen Verhältnisse (Denkmalschutz, laufender Betrieb, verschiedene Nutzer, wie z. B. die Schlossschule Salem) nur schrittweise vorgegangen werden.

Qualität und Herkunft von Holzpellets

Nadelholzspäne, die in Deutschland zu Pellets gepresst werden, haben generell nur kurze Transportwege und stammen aus nachhaltiger Waldbewirtschaftung. Der Deutsche Energieholz- und Pellet-Verband e. V. (DEPV) empfiehlt Verbrauchern, beim Pelletkauf auf das ENplus-Siegel zu achten. Anhand der ID-Nummern von Händlern und Produzenten können Käufer einfach nachvollziehen, woher die Pellets kommen. „DE“ steht dabei für Unternehmen mit Sitz in Deutschland. Mehr unter www.enplus-pellets.de.

- Als Redundanz und für die Spitzenlast werden im nächsten Schritt nochmals Gaskessel eingesetzt, allerdings mit Brennwerttechnik zur Rückführung von latenter Wärme aus dem Abgas.
- Wegen der hohen notwendigen Temperaturen im Bestand (die Schlossschule Salem benötigt 70 °C) kann für die Grundlast nur Biomasse eingesetzt werden.
- Holzpellets werden als Biomasse-Brennstoff gegenüber Hackschnitzeln bevorzugt, da sie bei gleicher Kubatur einen höheren Heizwert und damit eine höhere



Quelle: © Weil

3 | Künftig wird die Grundlast mit einem Holzpelletkessel (500 kW) abgedeckt. Wegen des hohen Wärmebedarfs bei diesem Objekt muss der Speicher einmal pro Woche mit etwa 40 Tonnen Brennstoff aufgefüllt werden. Komplettes Leeren und Reinigen des Speichers ist in diesem Fall gemäß DIN EN ISO 20023 nach jeder fünften Befüllung erforderlich.

Energiedichte haben. Deshalb benötigt das Lager weniger Volumen. Außerdem ist der Aufwand für Wartung von Lager- und Entnahmetechnik geringer.

- Der bisherige Standort der Heizzentrale bleibt, da auf dem Areal die Fläche für einen Neubau fehlt.
- Holzpelletlager und -entnahme werden als Erweiterung der Heizzentrale unterirdisch gebaut.
- Das erforderliche Pufferspeichervolumen von 15 m³ wird aus Mangel an Platz in der Heizzentrale auf die Unterstationen aufgeteilt.
- Weitere Gebäude werden an das Nahwärmenetz angeschlossen. Die Anzahl der Unterstationen erhöht sich damit auf 18.

Regenerativer Anteil von 0 auf 66 %

Mit der Gemeinde Salem werden Maßnahmen abgestimmt, die langfristig einen Anschluss an ein zu projektierendes kommunales Wärmenetz, als Ersatz für Gas, ermöglichen. Mittelfristig kann durch die Umrüstung des Grundlastbetriebs auf Holzpellets im ersten Schritt bereits ein regenerativer Anteil von 60 % erreicht werden. Im zweiten Schritt erhöht sich dieser Anteil um weitere 6 % durch den Einbau von zwei Luft-Wasser Wärmepumpen (1 x 200 kW, 1 x 100 kW) im Nahwärmenetz, um Teilabschnitte, in denen Fußbodenheizung im Bestand vorhanden ist, in der Übergangszeit mit Wärme zu versorgen. Die Standorte dieser Wärmepumpen werden in Absprache mit dem Landesamt für Denkmalpflege festgelegt.

Zur Energieversorgung, u. a. für die Wärmepumpen sowie die Heiz- und Regeltechnik, werden auf Dächern von Nebengebäuden PV-Anlagen installiert. Das Ziel ist, einen möglichst großen Anteil lokal zu erzeugen, wenn die Rahmenbedingungen es zulassen. Aktuell sind 334 PV-Module mit einer Gesamtleistung von 138,61 kWp geplant [4]. Allerdings ist nicht vorgesehen, PV-Strom ins Netz einzuspeisen. Etwaige Überschussleistungen werden über Heizstäbe in einen der Pufferspeicher geladen. Neben der Erzeugung sind im Wärmenetz und in den Unter-

stationen weitere Maßnahmen zur Sicherung des Betriebs und zur Reduzierung von CO₂, z. B. durch Senkung des Temperaturniveaus, geplant. Dabei kommt der Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik (MSR) eine zentrale Bedeutung zu.

Wenn auch an anderen (privaten wie öffentlichen) Objekten in Baden-Württemberg ähnlich intensiv an sämtlichen verfügbaren Stellschrauben nachjustiert wird, kann im Sektor „Gebäude“ gelingen, was sich dieses Bundesland zum Ziel gesetzt hat [5]: Bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu werden. Und als Zwischenziel für das Jahr 2030, die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Jahr 1990 um 65 % zu verringern.

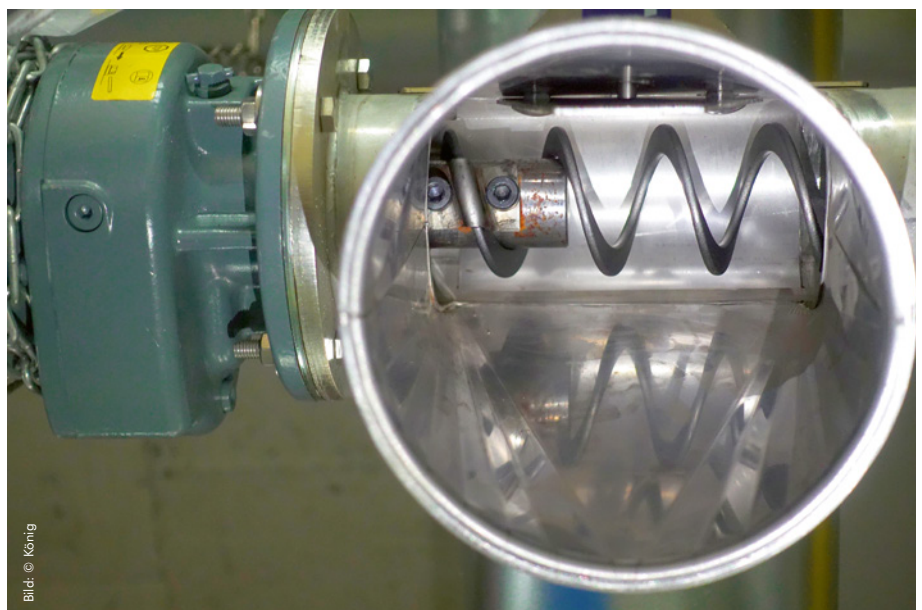
Literatur

[1] Planerhandbuch Neue Energien. Unterirdische Lagersysteme für Pellets und Biomasse. Broschüre, 52 Seiten. Ausgabe 2025/2026, Mall GmbH Donaueschingen. <https://www.mall.info/>.

[2] VDI-Richtlinie 3464 Blatt 1:2023-09. Emissionsminderung – Lagerung und Umschlag von Holzpellets beim Verbraucher – Anforderungen unter Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekten. September 2023, DIN Media Berlin



4 | Die beiden kubischen Umlenkschächte für die Holzpellet-Förderspiralen sind als Revisionschächte aus Beton-Fertigteilen ab Werk mit Schachtleiter und Einstiegshilfe ausgestattet. Vor Ort wurden sie auf eine Bettung aus Feinkies oder Splitt gesetzt. Abdeckungen der Belastungsklasse D 400 machen die Behälter LKW-befahrbar.



5 | Drei Holzpellet-Förderspiralen transportieren das Brennmaterial vom unterirdischen Speicher über zwei Umlenkschächte in den Heizungskeller bis zum Pelletkessel. Jede Spirale hat an ihrem Ende einen Antriebsmotor und einen Abwurfschacht. Den Anfang des Fördersystems bildet eine Austragsschnecke mit Rührwerk am Speicherboden.



6 | Bisherige Heizzentrale. Die Wärmeversorgung wurde zuletzt monovalent über drei Gaskessel (2 x 1,15 MW, 1 x 1 MW) und ein Nahwärmenetz mit drei Strängen und 13 Unterstationen gewährleistet. Künftig wird die Grundlast mit einem Holzpelletkessel (500 kW) abgedeckt. Zwei neue Gasbrennwertkessel (2 x 1 MW) übernehmen die Spitzenlast.



7 | Pneumatische Pelletentnahme als Alternative. Wird der Mall-Pelletspeicher mit Entnahmesystem bestellt, liefert der Hersteller einen Saugroboter mit flexiblem Schlauch und Adapterplatte. Dieser bewegt sich automatisch auf dem Brennstoffvorrat und entnimmt von oben. Der Heizkessel ist in diesem Fall mit einer Saugturbine ausgestattet.

[3] Lagerung von Holzpellets – ENplus-konforme Lagersysteme. Broschüre, 56 Seiten. Sechste komplett überarbeitete Auflage. 2024, DEPI Deutsches Pelletinstitut, Berlin. <https://depi.de/>.

[4] Auszug aus der Projektdarstellung „Kloster und Schloss Salem“, Klimaneutrale Wärmeversorgung. Stand 29.01.2025, Amt „Bau und Vermögen“ Ravensburg, Land Baden-Württemberg.

[5] Klimaschutz- und Projektionsbericht Baden-Württemberg 2024. <https://um.baden-wuerttemberg.de/>.

Pneumatische Pelletentnahme als Alternative

Wird der Mall-Pelletspeicher mit Entnahmesystem bestellt, liefert der Hersteller einen Saugroboter mit flexiblem Schlauch. Dieser bewegt sich automatisch auf dem Brennstoffvorrat und entnimmt von oben. Vom Heizungsbauer werden ab Heizkessel, der in diesem Fall mit einer Saugturbine ausgestattet ist, die Schläuche für Saug- und Rückluft durch ein Leerrohr nach draußen bis in den unterirdischen Speicher gezogen. Eine entsprechende Durchführung im Speicher ist vorhanden. Angeschlossen werden die Schläuche vom Montageteam des Speicherherstellers an einer sog. Adapterplatte, die die Schnittstelle zwischen Heizkessel und Speicherbehälter darstellt. Damit der Impuls des Kessels bei Brennstoffbedarf an die Saugturbine und zugleich an den Saugroboter geht, bedarf es eines elektrischen Steuergeräts. Das liefert und montiert der Speicherhersteller Mall im Technikraum.



**Dipl.-Ing.
Klaus W. König**

war 20 Jahre als Architekt selbstständig und ist heute Fachjournalist und Buchautor, speziell zur Ressourcen schonenden Haustechnik.

Internet: www.klauswkoenig.de