

Umdenken lohnt sich: Innovative Lösung zur Ringraumverfüllung eines Druckschachts

Das Pumpspeicherkraftwerk Vianden in den luxemburgischen Ardennen wird um eine weitere 200 Megawatt Turbine erweitert. Damit verbunden sind eine neue Kaverne inklusive Wasser-Druckschacht.

Das Maschinenhaus befindet sich im Berg 300 m unter der Oberfläche des Speicherbeckens. Der Einlass zum Druckschacht sitzt in der Mitte des Speichersees. Die Druckleitung besteht aus einem vertikalen Abschnitt von etwa 300 m

Länge, die über einen Krümmer in die Horizontale übergeht. Der knifflige Part der Betonhinterfüllung betrifft den senkrechten Teil des Schachtes, da hier Beton in die Tiefe verbracht werden muss.

Schwierige Aufgabe, innovative Lösung

Der Ringraum zwischen senkrechtem Stahlrohr des späteren Druckschachts und dem Fels wird mit selbstverdichtendem Beton hinterfüllt. Der Prozess der Verfüllung beim hori-



23

zontalen Abschnitt des Wasser-Druckschachts wurde von der ARGE Pumpspeicherwerk Vianden selbst entwickelt. Das Team der Putzmeister Concrete Project Division erarbeitete für den ver-

▲ Auch in 300 m Tiefe ist mit der neuen Methode von Putzmeister eine hohe Qualität der Verfüllung sichergestellt.

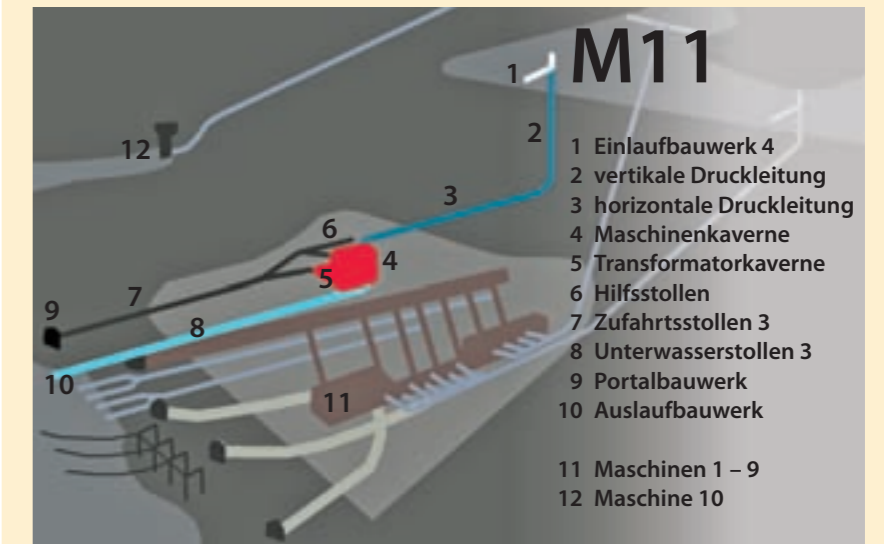


24

▲ Der selbstverdichtende Beton hat ein Ausbreitmaß von ca. 760 mm.

◀ Die BSA 1405 E steht am Ufer des Speicherbeckens und fördert den Beton zunächst über 70 m horizontal bis zum Einlass des Druckschachtes in der Mitte des Sees. Links zu sehen die Stahlrohrsegmente, die im Schacht versenkt, dann verschweißt und hinterfüllt werden und die spätere Druckleitung bilden.

PM 4432 D



25

Das Pumpspeicherkraftwerk Vianden ist mit einer Nennleistung von 1096 Megawatt (MW) eines der leistungsstärksten Pumpspeicherwerke in Europa. Das Kraftwerk soll Spitzen im Strombedarf abdecken, die tagsüber auftreten. Am Tag erzeugt Wasser aus dem Reservoir beim Ablauf in den nahen Fluss Our Strom, nachts wird mit günstigem Strom das Flusswasser wieder nach oben gepumpt.

Es wurde von 1954 bis 1964 gebaut und geht auf Planungen aus dem Jahr 1925 zurück.

Derzeit wird auf die elfte Turbine M11 erweitert. Die Bauarbeiten hatten Anfang 2010 begonnen. Die Inbetriebnahme ist Ende 2013 geplant. Die Gesamtkosten des Neubaus der Maschine 11 belaufen sich auf ca. 150 Mio €. Auf die Speicherbeckenerweiterung entfallen rund 10 Mio €.

➔ www.seo.lu

Technische Daten

Druckschacht

Höhe senkrechter Schacht	300 m
Horizontaler Abstand zwischen BSA und Einlass am Druckschacht	70 m
Durchmesser der Stahlröhre	4,8 m
Durchmesser Felsausbruch	5,4 m
Länge des Stahlrohrabschnittes	12 m
Betonvolumen je Bauabschnitt (12 m Höhe)	etwa 60 m ³
Betonzyklus pro Woche:	1 x 60 m ³
Typ Betonmischung	SCC

M11

Nennfallhöhe (netto)	280 m
Nenndurchfluss	78,2 m ³ /s
Turbinenleistung (Nenn)	194,9 MW
	(Max.) 203,3 MW
Drehzahl	333,3 U/min
Laufreddurchmesser	4,3 m

26



13



22

12

PM 4432 D



Nachteile des herkömmlichen Prozesses von unten nach oben:

- Gefahr des Verlustes beider Förderleitungen vor Beendigung des Jobs durch Stopfer. Ist das einmal geschehen, kann die Verfüllung nur durch Kübel von oben erfolgen.
- Die Kosten für die Ausrüstung sind deutlich höher als mit dem von CPD entwickelten Rückverfüll-Prozess: leistungsstärkere Pumpen nötig, höhere Kosten für Förderleitung



Vorteile der Rückverfüllung von oben nach unten:

- Die Förderleitung (nur eine nötig!) ist ständig zugänglich. Bei einem Stopfer kann die Rückverfüllung weiter laufen, nachdem nur das verstopfte Segment der Leitung ausgetauscht wurde.
- Eine kleinere Pumpe ist ausreichend; nur eine Maschine wird benötigt
- Wirtschaftlicher und zuverlässiger

तिकalen Abschnitt ein System, um die Verfüllung von oben durchzuführen. Traditionell steht bei der Betonage von Druckschächten die Pumpe unten auf derselben Höhe wie das Maschinenhaus und fördert Beton in die Höhe. Es werden meist zwei Förderleitungen (eine zur Förderung, eine als Ersatz) im Ringraum verlegt und mit Fortschreiten des Einsetzens der Stahlrohre verlängert. Nach Fertigstellung sind die Förderleitungen einbetoniert und damit verloren in der Verfüllung.

Putzmeister geht neue Wege

Berücksichtigt man die Nachteile der herkömmlichen Ringraumverfüllung von unten nach oben, wie z.B. eine am Ende der Betonage verlorene Förderleitung, ist es nur logisch, den Prozess umzudrehen, also von oben nach unten zu betonieren. Keine einfache Aufgabe, denn auch hier kann es Probleme geben, z.B. durch Entmischung des Betons. Das Team der Putzmeister Concrete Project Division hat eine erfolgreiche Lösung gefunden.



27

Die Stationärpumpe BSA 1405 E befindet sich am Ufer des Speichersees. Von dort führt eine horizontale Förderleitung 70 m über eine Brücke zum Einlass in der Mitte des Sees und geht in eine vertikale Förderleitung über, die an der Felswand des künftigen Druckschachts befestigt ist und 300 m in die Tiefe führt.

Der Durchmesser der horizontalen und vertikalen Förderleitung beträgt 100 mm, da die Leitung zusätzlichen Widerstand bieten muss, um einer Entmischung und unkontrollierten Beschleunigung während des Abwärtspumpens vorzubeugen.

Die Rohrinstallation im Schacht besteht aus:

- einem Entlüftungsventil, um Vakuum in der Leitung zu vermeiden,
- einem Drucksensor, der den Füllstand des Betons in der Förderleitung überwacht und
- einer Fels-Verankerung der senkrechten Rohrleitung.

An der Einbringstelle des Betons befindet sich:

- eine 3-stufige Stahlplattform, die abschnittsweise (12 m) mit dem Fortschreiten der Arbeiten nachgesetzt wird. Umgesetzt wird sie mit einer Kabelwinde im Schacht, die auf Höhe des Speichersees befestigt und mit der errichteten Rohrsektion über Führungsrollen verbunden ist.

◀ Die Sperrschieber werden automatisch gesteuert.

Zur Betonverteilung auf der Plattform sind im Einsatz:

- zwei Sperrschieber GVH,
- Verteilungsrüstung,
- ein Hydraulikaggregat und
- eine automatische Steuereinheit für den Sperrschieber.

Der Sperrschieber öffnet und schließt automatisch auf entsprechende Druckänderung am Sensor und regelt somit den Füllstand der Leitung. Eine Entmischung und Beschleunigung des Betons wird dadurch verhindert und eine kontrollierte und einwandfreie Rückverfüllung sichergestellt.

Besonderer Dank bei diesem Projekt gilt der ARGE Pumpspeicherwerk Vianden für die konstruktive Zusammenarbeit und die professionelle Unterstützung bei der Inbetriebnahme des neuen Systems.



→ Kavernenausbau M 11

Bereits am Kavernenausbau für die Maschine 11 war Putzmeister beteiligt: Die Firma Hans Eibinger – Putzmeister Vertretung aus Österreich – hatte den Mast bereitgestellt. Die Pumpe stammte von der Arge. Der stationäre Verteilermast auf Rohrsäule MXR 32-4 T und die Betonpumpe BSA 1408 E, die sich in einem der Zugangsstollen befand, bauten insgesamt 20.000 m³ Beton in der Kaverne ein. Der Stationärmast wurde bis auf eine schlussendliche Rohrsäulenlänge von 34 m aufgestockt.

Abmessungen der Kaverne

Länge	52 m
Breite	25 m
Höhe	48 m



28



29



30

Technische Daten

BSA 1405 E

Fördermenge bis zu	55 m ³ /h
Betondruck bis zu	106 bar
Antrieb (Elektro)	75 kW
Förderzylinder-Ø	200 mm
Kolbenhub	1400 mm

Förderleitung

Typ	ZX 100 HD
Druck max.	130 bar
Länge	anfangs ca. 380 m (wird mit jedem einbetonierten Stahlschuss um 12 m eingekürzt)

▲ Klarer Vorteil: Eine Stationäre Betonpumpe wie die BSA 1405 E ist bei dieser Verfüllungsmethode völlig ausreichend.