

Stollenriss am Ranna-Kraftwerk der Oberösterreichischen Kraftwerke AG

Autor(en): **Nägerl, K.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **53 (1962)**

Heft 24

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-916996>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Stollenriss am Ranna-Kraftwerk der Oberösterreichischen Kraftwerke AG

Von K. Nägerl, Linz

621.311.21 (436.2) : 621.221.4 : 627.842.004.6

Am Speicherkraftwerk Ranna der Oberösterreichischen Kraftwerke AG trat am 1. Februar 1962 ein Stollenbruch auf, der erheblichen Sachschaden, aber keinen Personenschaden verursachte. Eine Arbeitsfuge vor dem Rohrpfropfen an der Einbindung der Druckrohrleitung hatte Wasser in das Gebirge abgegeben. Eine kleine Bewegung infolge Auflösungserscheinungen des Granitgneises kann mitgewirkt haben. Extremer Frost führte zum Abfrieren der in der Gesteinsschwarte liegenden unsichtbaren Abflüsse und damit zur Ausbildung von «Druckkissen» in den Gesteinsklüften. Der Rohrpfropfen wurde samt dem auflastenden Gebirge im Mittel 18 cm talwärts und am oberen Ende 30 cm verschoben. Der waagrechte Teil der Druckrohrleitung und ihre Organe im Schieberhaus wurden mitverschoben und teilweise beschädigt. Die Sanierung erfolgte durch Bau einer teils offenen, teils im Rohrstollen freiliegenden neuen Druckrohrleitung, so dass der Rohrpfropfen jetzt bereits eine Felsüberlagerung von 35 m hat. Der Betrieb konnte Anfang Juni wieder aufgenommen werden.

Le 1^{er} février 1962, une rupture d'organes d'adduction s'est produite à l'usine hydroélectrique à bassin d'accumulation de Ranna, de la Oberösterreichische Kraftwerke AG, qui occasionna des dégâts considérables, mais sans accidents de personnes. De l'eau s'était infiltrée dans la roche, par une fissure devant le bouchon à la jonction de la conduite forcée. Il se peut que cela ait été dû également à un petit déplacement, par suite de phénomènes de désagrégation du gneiss granitique. Une période de froid très intense fit geler l'eau qui s'était infiltrée dans la roche, ce qui provoqua une forte dilatation. Le bouchon et la roche qui le surmontait furent déplacés en moyenne de 18 cm vers l'aval et de 30 cm à l'extrémité supérieure. La partie horizontale de la conduite forcée et ses organes dans la chambre des vannes furent également déplacés et en partie endommagés. Pour la remise en état, on a construit une nouvelle conduite forcée, en partie en plein air et en partie librement dans la galerie tubulaire, de sorte que le bouchon est maintenant déjà surmonté de 35 m de roche. L'exploitation a pu reprendre au début de juin.

In den ersten Tagen des Juni 1962 hat das Kraftwerk Ranna der Oberösterreichischen Kraftwerke AG den Betrieb wieder aufgenommen, der zufolge eines am 1. Februar 1962 plötzlich und ohne Vorwarnung aufgetretenen Schadenfalles eingestellt werden musste. Nachfolgend soll ein Bericht darüber gegeben werden, denn es ist der Weiterentwicklung der Technik am besten dadurch gedient, dass Schäden und Schadenursachen der Fachwelt offen dargelegt werden.

Zunächst einige allgemeine Angaben über das Kraftwerk Ranna:

Dieses wurde in den Jahren 1923 bis 1927 als Laufkraftwerk errichtet. In den Jahren 1947 bis 1951 erfolgte der bereits beim ersten Projekt vorgesehene Ausbau zu einem Speicherkraftwerk mit Pumpspeicherung von der Donau zum Speicher Mausloch. Damals wurde eine Gewölbesperre von 125 m Kronenlänge und 45 m Höhe über Fundamentsohle errichtet und eine zweite Druckrohrleitung montiert, welche an einen bereits vorbereiteten Rohrstutzen angeschlossen werden konnte. Der Speichernutzinhalt beträgt $2,35 \cdot 10^6$ m³, die Länge des überwiegend ausgekleideten Druckstollens 3595 m, das Rohgefälle 214 m. Die Ausbauleistung aller Maschinen beträgt 19 MW, die Speicherpumpenleistung 15,4 MW.

Der Stollen liegt in sehr altem Gebirge, und zwar Granitgneis, der auch den Hang aufbaut, auf welchem die Druckrohrleitung liegt. Das Gestein ist sehr hart, aber in den oberflächennahen Zonen sehr klüftig. Es zeigt Ruschelzonen und Harnische.

Der Stollen ist überwiegend mit Beton ausgekleidet und hat einen Durchmesser von 2,00 m. Ab dem Wasserschloss vergrößert sich der Durchmesser auf 3,00 m. Kurz vor dem Betonpfropfen mit den beiden Druck-

rohrleitungen ging das Kreisprofil mit einem Durchmesser von 3 m in einen gedrückten Querschnitt über. Das Stollenstück vom Wasserschloss bis zum Rohrpfropfen ist für den vollen Innendruck bewehrt. Vom Betonpfropfen traten die beiden Druckrohrleitungen in das Schieberhaus ein, welches an den Rohrfixpunkt I angebaut ist (Fig. 1). Im Druckabstieg liegen noch 2 Fixpunkte, welche wie die Rohrsockel in den klüftigen Hangfels eingebunden sind.

Es sei nun eine kurze Schilderung des Schadenablaufes gegeben, an welche eine Deutung der Vorgänge und der Schadenursache angeschlossen ist.

Beim Schichtwechsel am Morgen des 1. Februar 1962 wurde erstmalig ein kleiner Quellaustritt am Hangfuss im Talboden westlich der Druckrohrleitung beobachtet, der früher nicht vorhanden war. Am Vormittag führte der Betriebsassistent des Werkes eine Begehung der Druckrohrleitung bis zum Schieberhaus durch und stellte östlich des Schieberhauses einen geringfügigen Wasseraustritt und etwas mehr Nässe am Fussboden des Schieberhauses fest. Zu dieser Zeit war die Turbine III mit einer Schluckfähigkeit von 8 m³/s in Betrieb. (Die gesamte Ausbaumenge des Werkes für alle drei Maschinen beträgt 12 m³/s.)

Kurz nach dem um 12.15 Uhr vom Lastverteiler angeordneten Abstellen der Maschine trat der Schadenfall ein. Vom Maschinenhaus aus wurde die am Hang westlich der Druckrohrleitung herabstürzende Mure beobachtet. Es wurde sofort das Schliessen der Drosselklappe im Schieberschacht beim Einlauf in den Druckstollen angeordnet und durchgeführt. Der Mure abgang verursachte Vermurungen und Überschwemmungen der Grundstücke und des Hofes eines Landwirtes sowie Überschwemmungen und kleine Vermu-

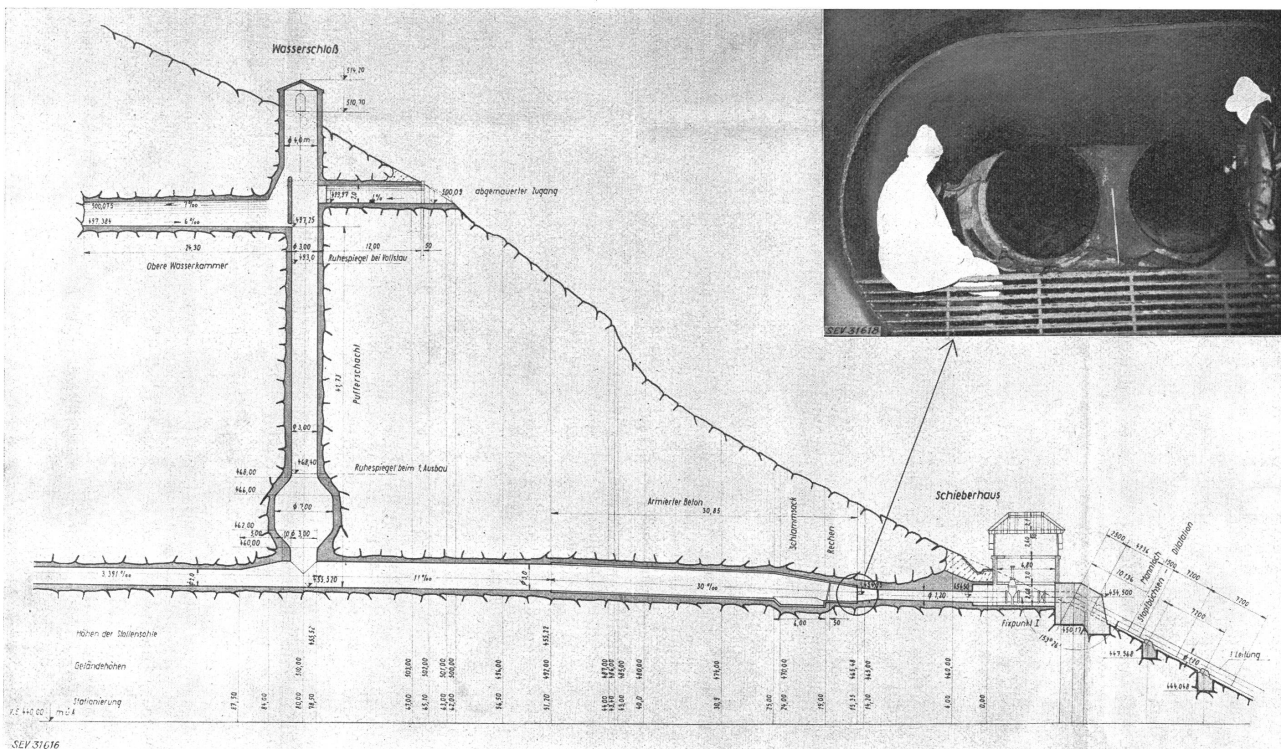


Fig. 1
Längsschnitt Wasserschloß-Schieberhaus
Bestand vor dem Schaden

Fig. 3 (oben rechts)
Schadenstelle
(Verschobener Rohrpfropfen)

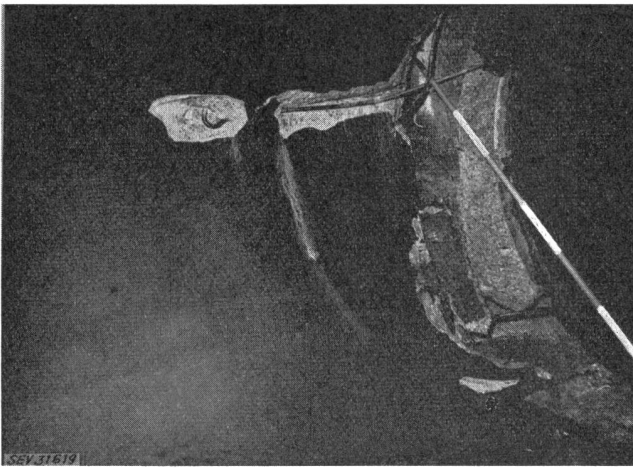


Fig. 4
Schadenstelle aus Fig. 3
links geöffnete Arbeitsfuge

rungen des Werkgeländes. Das Wasser drang durch Kabelschächte auch in das Untergeschoss des Kraftwerkes ein, ohne jedoch nennenswerte Schäden zu verursachen.

Im Stollen und in der Umgebung des Schieberhauses zeigte sich folgendes Schadenbild (siehe Fig. 1 und die gestrichelte Eintragung in Fig. 2): Zwischen dem Betonpfropfen, in welchem die beiden Druckrohre eingebaut sind und der Betonauskleidung des anschließenden Stollens hatte sich eine Fuge von ungleichmäßiger Breite geöffnet (Fig. 3 und 4). Der Pfropfen samt dem aufliegenden Gebirge war an seinem bergseitigen Ende um rund 30 cm nach rechts verschoben, um rund 12 bis 15 cm angehoben, und im Mittel um 18 cm talwärts verschoben. Sowohl der Betonpfropfen als auch die anschließende Stollenauskleidung waren unversehrt erhalten. An den Betonspalt anschließend war eine korrespondierende Felskluft festzustellen, durch welche sich das Wasser teils nach oben, zu einem geringeren Teil nach links und zum überwiegenden Teile nach rechts (westlich) ergossen hatte. Die einseitige Ausbildung der Bergverschiebung hat ihren Grund darin, dass der Stollen schräg zu den Schichtlinien austritt. Das westlich austretende Wasser hat nicht nur den Verwitterungsschutt, sondern auch den hangnahen, stärker zerklüfteten Fels ausgeräumt. In Fig. 5 ist deutlich die Kluft im festen Gestein zu erkennen. Das nach oben austretende Wasser hat einen Graben in den Lockermassen ausgeräumt und sich gleichfalls nach Westen ergossen. Östlich waren nur geringfügige Wasseraustritte über Tag sichtbar. Die Wassermassen sind westlich über die alte Stollendeponie abgeflossen und mit dem mitgenommenen Schutt zu Tal gefahren. Das nachfließende Wasser hat am Hang wieder begrenzte Auswaschungen verursacht. Entlang der Druckrohrleitung flossen geringe Wassermengen ab, welche eine Erosionsrinne ausgewaschen, je-

Fig. 5
Westlicher Anriss und Schieberhaus



doch keinen der Druckrohrsättel unterspült haben, da sämtliche Fixpunkte und Sättel auf Fels stehen.

Der talwärts verschobene Betonpfropfen hat sich auf die Seitenwände des Schieberhauses abgestützt und dieses mit verschoben. Der Fixpunkt I der Druckrohrleitung stand unverändert, an ihm wurde die Vorderwand des Schieberhauses etwas eingedrückt. Sämtliche Mauern stehen noch. Die Einbauten im Schieberhaus sind durch die Relativbewegungen mehr oder weniger verformt worden. Die Rohrbruchklappen wurden etwas verschoben, blieben jedoch sonst unbeschädigt. Das Dehnstück an der östlich gelegenen neuen Druckrohrleitung hat eine Verschiebung um 14 cm ermöglicht. Das westlich gelegene alte Druckrohr, bei dem kein Dehnstück eingebaut war, wurde an einer Nietstelle aufgestaucht (Fig. 6). Das beide Druckrohre verbindende Rohr der hydraulischen Kupplung wurde an der neuen Druckrohrleitung aufgerissen.

Es wurden keine Anzeichen dafür gefunden, dass die Felsgleitung tiefer als die Sohle des Schieberhauses gegriffen hätte bzw. dass der oberste Fixpunkt I am Schieberhaus sich bewegt hätte. Ein exakter Beweis dafür, dass der Fixpunkt auch nicht die kleinste Verschiebung erfahren hat, ist allerdings nicht gegeben.

Für den Versuch einer Deutung der Vorgänge muss vorausgeschickt werden, dass an den Vortagen die folgenden Morgentemperaturen beim Kraftwerk Kramesau bzw. an der Sperre gemessen wurden. Die Temperaturen am Schieberhaus sind eher denen an der Sperre gleichzusetzen.

Tag	Kraftwerk	Sperre
29. 1. 1962	— 5,2 °C	— 6,8 °C
30. 1. 1962	— 8,0 °C	— 8,2 °C
31. 1. 1962	— 9,6 °C	— 13,2 °C
1. 2. 1962	— 11,0 °C	— 14,2 °C

Das Ereignis hat sich offenbar über einen längeren Zeitraum vorbereitet. Der beratende Geologe Dr. J. Schadler, Linz, hält für möglich, dass Auflösungserscheinungen des geologisch sehr alten Gebirges beim Öffnen der Arbeitsfuge und bei der Ausbildung der Gebirgskluft mitgewirkt haben. Vermutlich ist schon durch längere Zeit Stollenwasser in der Arbeitsfuge zwischen Rohrpfropfen und Stollenauskleidung in das Gebirge ausgetreten und, unsichtbar und zunächst unschädlich, in der Verwitterungsschwarte zum Abfluss gekommen. Der Ruhedruck an der Schadenstelle beträgt 38,5 m, die Aufschwingung bei normalen Betriebsvorgängen rund 10 %. Der starke Frost dürfte nun eine Frostschale ausgebildet haben, die den Austritt des Bergwassers verhinderte. So kam es zur Ausbildung von sog. «Druckkissen». Bei einer Teilbewe-

gung am Morgen des Schadentages dürfte die Frostschale geborsten sein, was zu den beobachteten kleinen Wasseraustritten führte. Die Aufschwingung beim Abstellen der Turbine III verstärkte den Druck in den Druckkissen derart, dass die Felsscholle mit dem Betonpfropfen verschoben wurde. Wesentlich mitgewirkt hat dabei offenbar der in der Sohle des Betonpfropfens wirkende Auftrieb, welcher durch teilweise Aufhebung des auflastenden Gewichtes und der Reibung die Verschiebung sehr gefördert hat.

Bei der Wiederherstellung (siehe Fig. 2) wurden nach eingehenden Beratungen folgende Massnahmen getroffen:

Um für alle Zeiten die oberflächennahen Felschichten vom Wasserdruck zu entlasten, wurde eine Druckrohrleitung von 2,10 m Durchmesser neu eingebaut und an die Rohrbruchklappen mit einem Hosenrohr über Dehnstücke angeschlossen. Die Einbindung des Druckrohres mit entsprechender Verankerung im Gebirge erfolgte am Beginn der mit Stahlbeton ausgekleideten Stollenstrecke, also rund 50 m bergwärts des Schieberhauses. Dort ist bereits eine Felsüberlagerung von 35 m gegeben. Vom Schieberhaus bis zur Bruchstelle wurde eine offene Künette geschaffen, in der das Druckrohr frei zu Tage liegt.

Das Übergangsstück des Stollens wurde ausgeweitet, soweit es nicht abgebrochen wurde. Das Druckrohr liegt somit auf rund 37 m frei in dem Rohrstollen. Ein 7 m langes Rohrstück mit Schubringen ist in einen Betonpfropfen einbetoniert, der durch Kontaktinjektionen verpresst wurde. Die restlichen 18 m des alten Stollens bis zum Wasserschloss wurden mit einer 10 cm starken, bewehrten Torkretbetonauskleidung versehen. Um jede spätere Bildung von Druckkissen im Fels vor dem Pfropfen auszuschliessen, wurden zwei Fächer mit je 4 Drainagebohrungen in einer Länge bis zu je 24 m ausgeführt. Die freiliegende neue Druckrohrleitung ist fest mit einem gleichfalls freiliegenden Hosenrohr verbunden. Die Dehnstücke liegen zwischen den Rohrbruchklappen im Schieberhaus.

Weil nicht mit unbedingter Sicherheit nachzuweisen war, dass der Fixpunkt I mit dem darunter liegenden Fels keinerlei Verschiebung erfahren hat, wurde der Fixpunkt mit einem schräg nach unten gerichteten Vorspannanker (Spannkraft 100 t) und zwei waagrechten Ankern (Spannkraft je 50 t) im Berg verankert bzw. mit den Fundamentsockeln des Hosenrohres verbunden. Mit grösster Genauigkeit durchgeführte Beobachtungen der Lage und Höhe des Fixpunktes während der Füllung und während des Betriebes haben keine Bewegung erkennen lassen.

Einige Worte noch zur Baudurchführung, die dank der vereinten Anstrengungen in relativ kurzer Zeit durchgeführt werden konnte.

Die Baustelle musste zunächst erschlossen werden, wobei man auf die Errichtung eines Schrägaufzuges verzichtete und vorhandene Feld- und Waldwege zu einer mit Autos befahrbaren Waldstrasse ausbaute. Diese hat den Vorteil, durch Jahre ohne besonderen Aufwand für irgend einen späteren Bedarf erhalten zu bleiben. Eine leichte Materialseilbahn wurde ent-

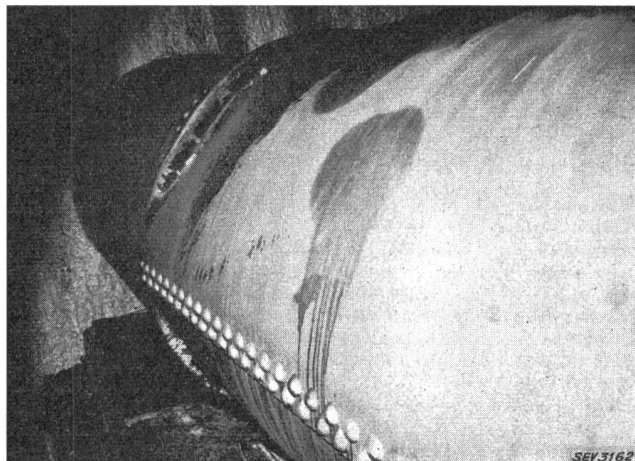


Fig. 6
Aufgestauchtes Druckrohr

lang der Druckrohrleitung eingerichtet, um die Sanierung der Rohrsättel und den Verbau der Erosionsrinnen durchführen zu können. Die Energieversorgung war durch eine in der Nähe verlaufende 25-kV-Freileitung gesichert, das Bauwasser lieferte der Stollen.

Weil der Stollen gegen den Speicher nur durch eine einfache Drosselklappe verschlossen war, wurde zur Vermeidung einer Gefährdung der Arbeitsmannschaft zunächst der Speicher durch Öffnen des Grundablasses der Sperre vollkommen abgesenkt. Um bei einem Anstieg des Speicherspiegels bei Hochwasser gesichert zu sein und um gegen Ende der Arbeit den Speicher gefüllt halten zu können, wurden am Einlauf Dammbalken aus Stahl-Holz-Konstruktion eingebaut, welche bei Stau gezogen werden konnten. Der Druckstollen wurde genau untersucht und alle Fehlerstellen plombiert, wobei Rückschlagventile dort eingebaut wurden, wo man gespanntes Wasser annehmen konnte.

Zur leidigen Frage eines «Verschuldens» bleibt abschliessend zu sagen, dass die Erbauer des Kraftwerkes auf den gesunden und wie gesagt sehr harten Fels an der Stelle des Rohrpfropfens vertrauten. Bei der Bemessung der Längsbewehrung zwischen Stollenauskleidung und Rohrpfropfen wurde offenbar nur an den Deckeldruck im Stollen gedacht, nicht aber an die Möglichkeit einer Ausbildung von Druckkissen. Aus manchen ähnlich gelagerten Schadenfällen weiss man heute von dieser Gefahr. Man würde heute die Arbeitsfuge überdies mit Fugenbändern sichern. Bei der Erweiterung des Werkes wurde die Schadensstelle nicht berührt, da — wie oben schon gesagt — der Anschluss für die 2. Druckrohrleitung schon beim ersten Ausbau vorbereitet war.

Wenn es gelungen sein sollte, dem Leser ein anschauliches Bild der wesentlichen Umstände zu geben, so wäre der Zweck des Berichtes, der Sicherheit unserer Bauwerke zu dienen, erreicht.

Adresse des Autors:

Dipl.-Ing. Karl Nägerl, Oberösterreichische Kraftwerke AG, Bahnhofstrasse 6, Linz/Donau (Österreich).