Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 75 (1983)
Heft: 4

Artikel: Das Walgauwerk in Vorarlberg
Autor: Schiess, Anton
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941254

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

dieser Bereiche sind unmöglich und werden vom System nicht akzeptiert. Schliesslich wird auch noch die Glaubwürdigkeit des Computer-Resultates beurteilt: Die Torverstellungen dürfen ein gewisses Mass nicht überschreiten.
3. Die *Wehranlage,* das ausführende Organ der Steuerung, wird besonders gut überwacht. Man überprüft dauernd die Thermorelais der Motoren wie auch die Steuer- und Antriebsspannungen. Von den schweren, hölzernen, den Naturgewalten ausgelieferten Toren könnte sich wohl einmal eines verklemmen. Die Laufzeitüberwachung wird in diesem Falle ansprechen und in der Folge das gestörte Tor aus der Automatik herausnehmen und dafür das nächste in der Reihe ansteuern.
4. Und schliesslich werden dem *Bedienungspersonal* in Bern sämtliche Daten und Messwerte angezeigt, so dass es imstande ist, jederzeit den Prozessablauf zu kontrollieren und, wenn notwendig, einzugreifen.

4.2 Alarmierungskonzept

Sieben Alarmanzeigelampen in den Tableaus der beiden Steuerzentren Thun und Bern erlauben dem Betriebspersonal eine sofortige Beurteilung einer Störung.
Man kann sich vier Dringlichkeitsstufen vorstellen:
- Marginaler Fehler (zum Beispiel Anzeige defekt, Fernwirksystem Bern–Thun defekt).
  Keine Beeinträchtigung der Regulierfunktionen.
- Ausfall eines Tores.
  Regulierung mittels der übrigen Tore.
  Keine Beeinträchtigung der Regulierfunktionen.
- Ausfall der Automatik.
  Vom Steuertableau Bern oder Thun aus kann von Hand reguliert werden.
- Ausfall des ganzen Systems.
  Die Torstellungen bleiben erhalten.
  Die Schleusen werden an Ort und Stelle betätigt.

Den im aktiven System integrierten Alarmierungsstromkreisen ist nun noch ein getrenntes, unabhängiges System übergeordnet. Ein in der Steuerzentrale Thun eingebautes Alarmierungsgerät W 440 ist imstande, vier Alarmmeldungen über das öffentliche Telefonnetz an verschiedene Pikettstellen zu übertragen.
Da könnte es wohl einmal vorkommen, dass mitten in der Nacht zuhause bei einem Mitarbeiter des Wasserwirtschaftsamtes das Telefon läutet und dann folgender Text zu hören ist:

Hier ist die Steuerzentrale Thun
- Ausfall Schleusenautomatik
  oder
- Maximale Soll-/Istwert-Differenz
  oder
- Die Spannung fehlt
  oder
- Die Feinregulierung ist gestört

5. Erfahrungen

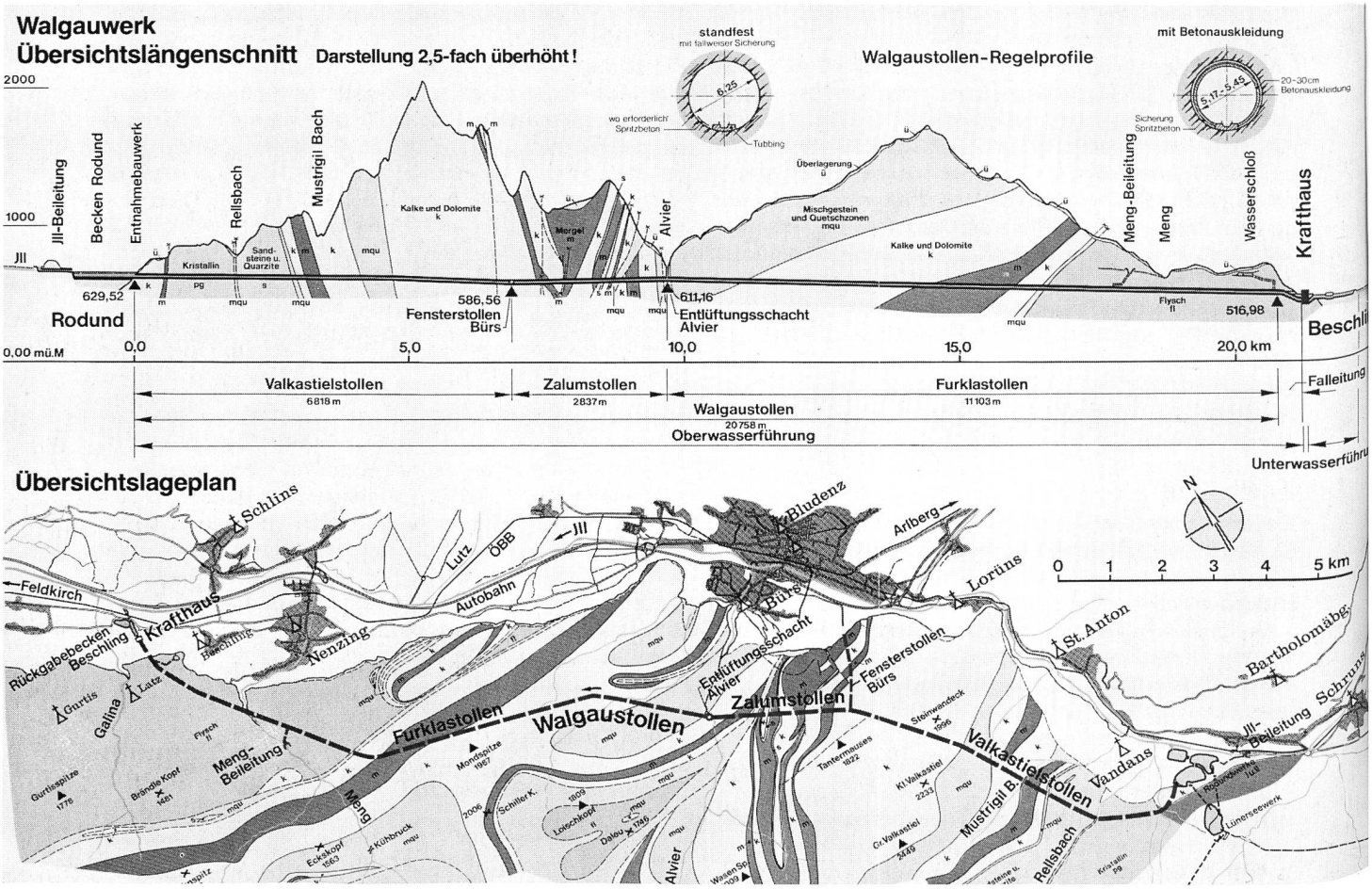
Ein grosses Problem für den Projektingenieur war das Definieren der Abflussmengenänderung aufgrund einer bestimmten Torverstellung. Es sind dabei derart viele Faktoren zu berücksichtigen (zum Beispiel Stellung der Nachbartore, Anströmrichtung usw.), dass erst Messungen einigermassen sichere Werte ergeben konnten.
Um diese Messungen vornehmen zu können, wurden in einer ersten Phase die Lokalsteuerung, die Übertragungseinrichtungen für die Pegelwerte sowie die Fernsteuerung Bern–Thun installiert. Die modulare Bauweise erlaubte es, ohne die Automatikeinrichtung ein funktionierendes System aufzubauen.
So konnten nun ferngesteuert und ferngemessen von Bern aus verschiedene Messprogramme durchgeführt werden, deren Resultate dann Eingang in die Programme der später installierten Automatik fanden. Dieses Apparatekonzept der ersten Phase bewies übrigens dem Anwender, dass er auch dann, wenn die automatische Steuerung Thun einmal ausfallen sollte, den Prozess von Bern aus beeinflussen und überwachen kann.
Regulereingriffe können zu Schwingungen führen. Es ist denkbar, dass beim Regulierregime «Seespiegel konstant» der Thunersee in unerwünschtes Pendeln gerät. Durch Verändern des Proportionalitätsfaktors des PID-Regelkonzeptes wird diesem Verhalten entgegengewirkt.
Nur, wie soll man nun das Regelverhalten des Sees bei niedrigstem Pegelstand erproben? Den See für solche Versuche abzulassen, würde wohl bei niemandem Verständnis finden. Daher wurde ein den See nachbildendes Simulationsprogramm entwickelt, das solche «Sandkastenspiele» erlaubte.
Anerkennung für seine Arbeit wird der verantwortliche Ingenieur aber erst dann erhalten, wenn die automatische Schleusensteuerung mindestens ein Jahr lang auf schöne Tage, Schneeschmelze, Regen und Stürme richtig reagiert hat.
Das Bewährungsjahr ist nun bald vorbei. Aufgrund des statistischen Materials und dank der Flexibilität der Anlage wird es nun möglich sein, gewisse Festwerte genauer den Verhältnissen anzupassen.

Adresse der Verfasser: *Hans Blaser* und *Andreas Mörikofer,* Gfeller AG, 3018 Bern.

Das Walgauwerk in Vorarlberg

Anton Schleiss

Am 4. Februar 1983 besuchten 29 Bauingenieurstudenten und Assistenten der ETH Zürich (Vertiefungsrichtung Wasserwirtschaft) die Baustellen der Wasserkraftanlage Walgauwerk im Vorarlberg. Obwohl diese Anlage mit ihrem 21 km langen Druckstollen (Ausbruchsdurchmesser 6,25 m) zurzeit eines der bedeutendsten Stollenbauwerke Europas aufweist, ist sie in der Schweiz wenig bekannt. Die nachfolgenden Ausführungen sollen eine kurze Übersicht und einige Eindrücke vom Besuch vermitteln.
Das *Walgauwerk* nutzt die Ill sowie das Betriebswasser der Kraftwerksgruppe Obere Ill-Lünersee zwischen Rodund und Beschling. Die erwähnte Oberstufe liefert ⅔ der jährlich nutzbaren Wasserfracht, dank den vorhandenen Saisonspeichern vorwiegend im Winterhalbjahr. Das Walgauwerk kann somit einen grossen Anteil seiner Jahresproduktion zu Wintertarifen absetzen.
Die Ill wird unterhalb von Schruns gefasst und in die bestehenden Ausgleichsbecken der Rodundwerke I und II eingeleitet. In der Nähe der Zentrale des Pumpspeicherwerkes Rodund II befindet sich der Einlauf des Druckstollens, welcher das Wasser zur 21 km entfernten Schachtzentrale Beschling führt. Von dort erfolgt die Rückgabe in die Ill über einen kurzen Unterwasserkanal mit Unterdükkerung der Bundesstrasse und der Bundesbahn. Um Schwallerscheinungen im Unterlauf der Ill zu vermeiden, wird in einer bestehenden Kiesgrube neben dem Unterwasserkanal ein Rückgabebecken errichtet, welches beim



Anfahren der Turbinen das Wasser zurückhält und später wieder dosiert abgibt.

Der *Druckstollen* durchfährt nahezu alle Gesteinsfolgen der Nordalpen. Mit welcher Sorgfalt die geologischen Voruntersuchungen zur Festlegung des Stollentrassees durchgeführt wurden, konnten die Exkursionsteilnehmer am ausgezeichneten räumlichen Geologiemodell feststellen.

Der Stollenabschnitt zwischen dem einzigen Fenster Bürs und der Zentrale Beschling wurde gleichzeitig von den Abschnittsgrenzen aus mit zwei Robbins-Vollschnittmaschinen aufgefahren. Nach Erreichen der druckhaften Raiblerschichten unterhalb des Entlüftungsschachtes wurde die obere Fräse wie geplant zerlegt und in Richtung Rodund neu eingesetzt. Vom freigewordenen Angriffspunkt aus wurde der verbleibende Stollenabschnitt konventionell ausgebrochen.

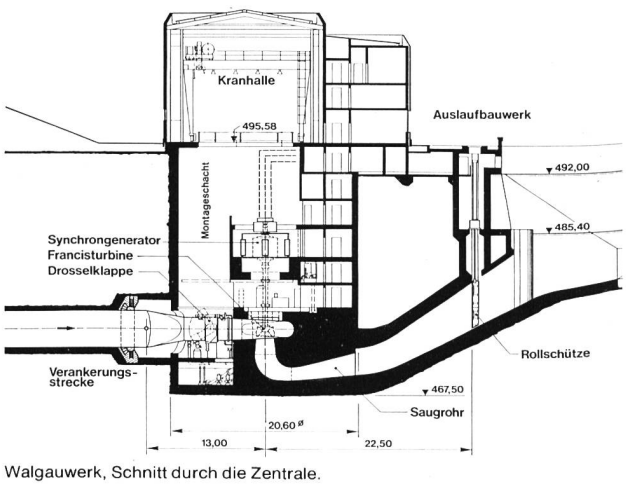
Trotz erheblichen lokalen Schwierigkeiten (Verbrüche mit ausserordentlichem Wasseranfall) konnten die beiden Baulose im Herbst 1982 nach nur 21 Monaten Bauzeit beendet werden! Die Stollenfräsen erreichten grösste Tagesleistungen von 52,5 m resp. 1019 m im besten Monat.

Anlässlich des Besuchs konnten die begonnenen Auskleidungsarbeiten im Stollen besichtigt werden. Da der Innendruck nirgends den Gebirgswasserdruck übersteigt, sind abgesehen von den Anhydritstrecken keine Dichtungsmassnahmen nötig; 5% der Stollenlänge können sogar unverkleidet bleiben.

Am Ende des Stollens befindet sich ein *Wasserschloss,* bestehend aus Vertikalschacht (Durchmesser 3,4 m), einer durchflossenen unteren Kammer (26 m²), dem Steigschacht (18 m², 15% Neigung) sowie der oberen, als freies Becken ausgebildeten Kammer.

Tabelle 1. Hauptdaten des Walgauwerkes

Rohfallhöhe	162 m
Engpassleistung	86 MW
Ausbauwassermenge	
Triebwasserleitung	68 m³/s
Turbinen	2 à 34 m³/s
Illfassung	20 m³/s
Meng-Beileitung	9 m³/s
Mittlere Jahreserzeugung	356 GWh
Triebwasserführung	
Druckstollen	
Auskleidungsstärke	0–45 cm
Innendurchmesser	5,17–6,25 m
Gefälle	3–10‰ °
Max. dynamischer Innendruck	135 m
Druckschacht	
Innendurchmesser	4,1 m
Panzerungsstärke	13–21 mm
Gefälle der Schrägstrecke	18,3%



Walgauwerk, Schnitt durch die Zentrale.

Die anschliessende 500 m lange Panzerungsstrecke speist die zwei vertikal in der *Schachtzentrale* angeordneten Francisturbinen. Die Ausbauarbeiten für die 28 m tiefe und 20,6 m weite Schachtzentrale sind zurzeit im Gange, ebenso das Hinterbetonieren der Panzerung.
Das Walgauwerk soll Ende 1984 den Betrieb aufnehmen. Zum Schluss sei dem Bauherrn und Projektanten des Walgauwerkes, den Vorarlberger Illwerken AG, noch einmal bestens für den freundlichen Empfang und die ausgezeichnete Führung bei der Besichtigung gedankt.

Literatur
Martin D.: TBM's defy water and bad ground to drive 21 km in the Austrian Alps. «Tunnels & Tunneling» November 1982.

Innerhofer G.; Loacker H.: Der maschinelle Ausbruch des 21 km langen Walgaustollens. Beitrag zum 5. Int. ISRM-Kongress, Melbourne 1983.

Adresse des Verfassers: *Anton Schleiss,* dipl. Ing. ETHZ, Assistenz für Wasserbau, ETH Zürich, Hönggerberg, 8093 Zürich.

Schlauchwehre

Zusammenfassung eines Vortrages von Paul Oberleitner, bearbeitet durch Daniel Vischer

Vorbemerkung

Am VAW-Kolloqium vom 21. Dezember 1982 an der ETH Zürich hielt *Paul Oberleitner,* Baudirektor der Österreichischen Elektrizitätsgesellschaft, Wien, einen Vortrag über *«Neue Bauelemente und Materialien für den Wasserkraftwerkbau».* Dabei ging er insbesondere auf die Möglichkeit des Aufstaus mit Schlauchwehren ein, für die er sich im Rahmen der *Arbeitsgemeinschaft Ziviltechniker BGO (Brunner, Goldbacher, Oberleitner),* Steyr, einsetzt. Seine Zusammenfassung wird hier im Interesse der schweizerischen Fachkreise abgedruckt.

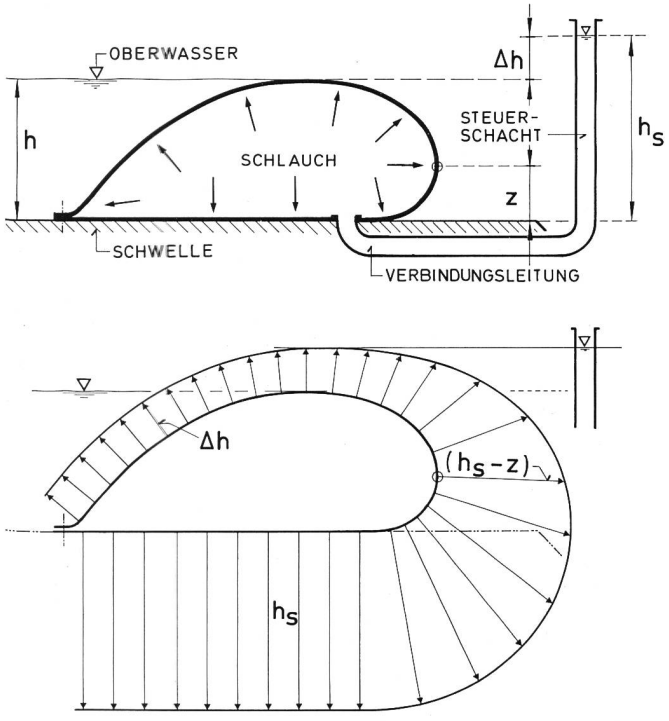


Bild 1. (Oben) Schema eines Schlauchwehrs. Für den Aufstau wird der Schlauch mit Wasser gefüllt. Mit einem Steuerschacht (der in Wirklichkeit seitlich angeordnet ist) wird dafür gesorgt, dass der Wasserdruck im Schlauchinnern höher ist als der Oberwasserdruck. (Unten) Verteilung des Innenüberdrucks in oben skizziertem Zustand.

Einleitung

Schlauchwehre werden seit kurzer Zeit auch in Österreich ausgeführt. Ähnliche Konstruktionen, doch viel längerer und grösserer Art, existieren seit Jahrzehnten in den USA, in Frankreich, in Jugoslawien und in der benachbarten CSSR. Dort haben sich diese beweglichen Verschlüsse wegen ihrer Einfachheit und ihrer selbsttätigen Automatik, auch in stark geschiebeführenden Flüssen, bewährt.
Der Verschluss selbst ist nicht nur wartungsarm, sondern auch in der Anschaffung sehr preiswert. Die ausschliessliche Anwendung in Österreich hat sich die Arbeitsgemeinschaft Ziviltechniker BGO, Steyr, gesichert.

Die Funktion des Schlauchwehres

Die Form des auf der Wehrstelle liegenden Schlauches passt sich den jeweiligen hydrostatischen und hydrodynamischen Verhältnissen an. Seine Standfestigkeit ist durch den Fülldruck gegeben. Die Wasserfüllung wird über ein in der Sohle liegendes Rohr, das mit einem Regulierschacht verbunden ist, bewerkstelligt (Bild 1). Im Regulierschacht sind die entsprechenden Steuerungen, die zum Niederlegen und zum Aufstellen des Wehrverschlusses dienen, untergebracht. Der Schlauchdruck wird mit einem Überdruck von 20 bis 30% gehalten und ist auf die jeweiligen Bedürfnisse fein einstellbar. Die Regulierung kann so eingestellt werden, dass bei bestimmten Zuflüssen oder auch zur Einhaltung eines festen Stauzieles das Schlauchwehr mit seiner Krone verändert wird. Damit ist es auch möglich, dass der ganze Verschluss bei Hochwasser sich ohne äusseres Zutun vollständig niederlegt. Das Druckwasser des Schlauchwehres wird dabei durch den Strömungsdruck des ankommenden Flusswassers von selbst ausgedrückt. Man hat auch die Wahl, ein automatisches Aufstellen oder ein manuelles einzurichten. Eine Leckwassersteuerung sorgt für den Ausgleich eventueller Druckwasserverluste.

Bedingungen bei Eis

An ausgeführten und überströmten Schlauchwehren liegen jahrelange Erfahrungen bei Winterbetrieb vor. Auch Winter mit mehreren Wochen dauernden Temperaturen unter −10°C haben zum Beispiel in Mähren die automatische Tätigkeit der Schlauchverschlüsse nicht behindert. Da die Wassertemperatur der Flüsse erfahrungsgemäss meist deutlich über 0°C liegt, ist mit einem sicheren Winterbetrieb zu rechnen. Für eine nachträglich einzubauende elektrische Heizung des Druckwassers kann konstruktiv vorgesorgt werden (Wasserumlauf aus Regulierschacht). Auch nur das Umwälzen des Druckwassers im Schlauch in der kritischen Zeit führt zum selben Ergebnis.

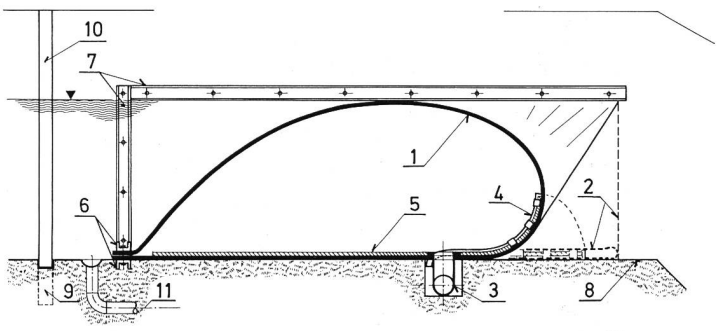


Bild 2. Querschnitt durch ein Schlauchwehr nach Oberleitner: 1 Schlauch (3 bis 5 mm dicke Gummimatte mit einvulkanisiertem Textilgewebe) in gefülltem Zustand, 2 Schlauch in leerem Zustand, 3 Verbindungsrohr zum seitlichen Steuerschacht, 4 Füll- und Entleerungsschlauch, 5 Schaumstoffpolster, 6 Klemmleiste auf der Schwelle, 7 seitliche Klemmleisten, 8 Betonschwelle, 9 Stecklöcher für Rühlwand als Notverschlussmöglichkeit bei Bau und Revision, 10 Rühlwand (horizontale Steckbretter zwischen vertikalen I-Profilen), 11 Entwässerungsmöglichkeit bei eingesetzter Rühlwand.