

Zeitschrift: Kunst + Architektur in der Schweiz = Art + architecture en Suisse = Arte + architettura in Svizzera

Band: 74 (2023)

Heft: 1

Artikel: Die Kraftwerkbauten im Kanton Graubünden : über die Faszination des unterirdischen Bauens

Autor: Clavuot, Conradin

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1044260>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.10.2024

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

Conradin Clavuot

Die Kraftwerksbauten im Kanton Graubünden

Über die Faszination des unterirdischen Bauens

Ein Blick auf die Landkarte des Kantons Graubünden mit den eingetragenen Kraftwerkanlagen – inklusive deren Verbindungsstellen – zeigt, dass die vermeintlich ungestörte Naturlandschaft unterirdisch durch ein weitläufiges Netz aus Beton und Stahl verbunden ist.

Es ist uns Zeitgenossen wohl eigen, dass wir das, was wir sehen, zum Thema machen, während dasjenige, das unsichtbar verbleibt, uns weniger interessiert. Dies zeigt sich eindrücklich an den Hochdruckanlagen der Wasserkraftwerke in den Bergen. Im Freien erstellte Zentralen, Nebengebäude, Leitungsmasten, Staudämme und andere Infrastrukturen werden von allen möglichen Instanzen hinterfragt und architektonisch diskutiert. Was jedoch unter der Erde liegt, stört anscheinend weniger und wird allein dem Ingenieur überlassen. Dies ist eigenartig und nicht wirklich konsequent, hat aber betreffend Architektur und Faszination

am Menschenwerk sowie an der Natur auch sein Gutes.

So verdeutlicht die Landkarte des Kantons Graubünden mit den eingetragenen Kraftwerkanlagen, dass im Untergrund eine dichte Vernetzung vorhanden ist – jedoch ist für den Betrachter die Gesamtkonzeption dieser Anlage kaum begreifbar. Es tauchen an nicht nachvollziehbaren Orten sonderbare Betonkonstrukte aus einer Waldlichtung auf, kammähnliche Stahlraster stehen im Seeausfluss, eine auf einem perfekt gerundeten und sich erhebenden Unterbau stehende vermeintliche Kapelle ohne betretbaren Innen-



Die Reisekarte des Kantons Graubünden mit den talübergreifenden Kraftwerkanlagen und unterirdischer Infrastruktur wie Stollen (gestrichelte Linien). © Rhätische Bahn, 1990

raum steht am Rand des Dorfes, oder riesige metallene Wasserrohre dominieren einen Berghang. Die im Berginnern liegenden – eben unsichtbaren – Installationen verbinden diese einzelnen Funktionsteile zu einem sinnhaften Ganzen.

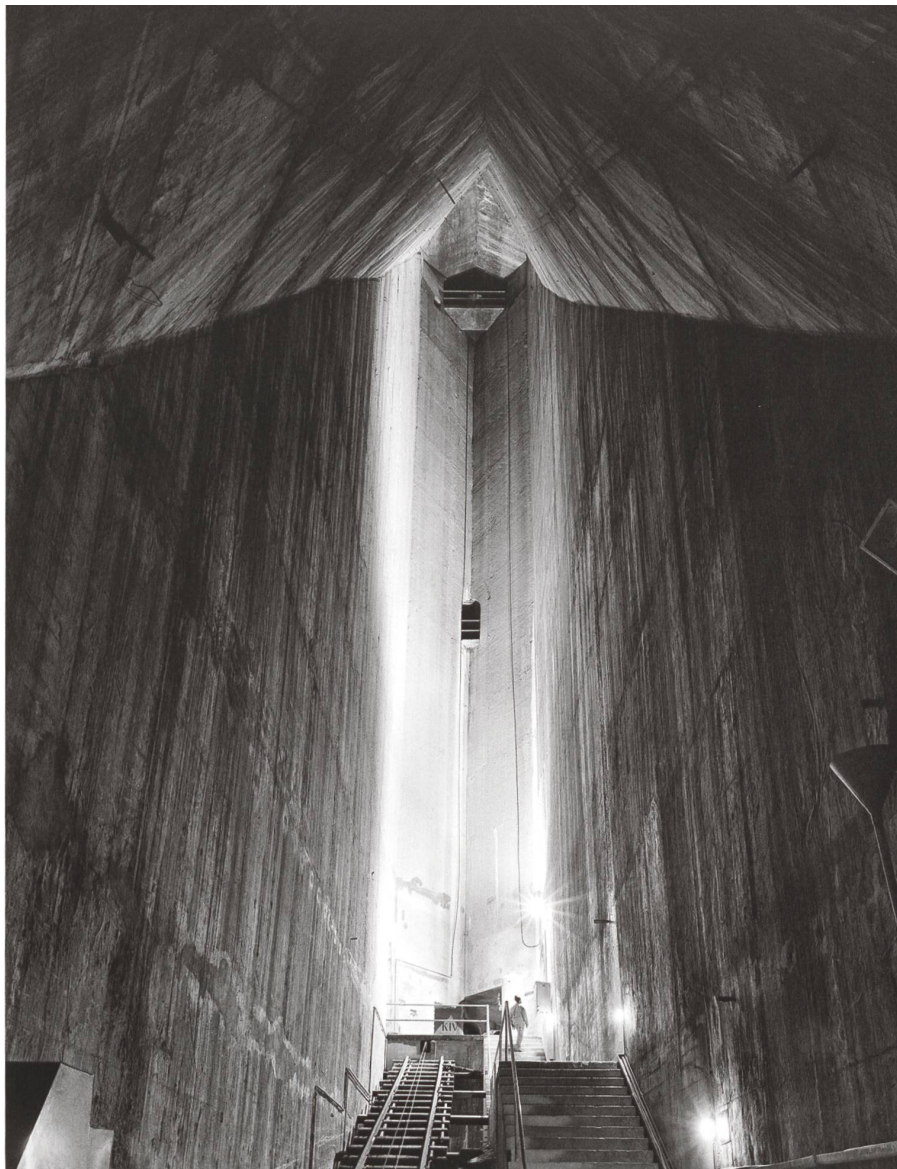
Ort und Formensprache

Architekten hätten die Aufgabe, Raum, Material, Funktion und Ort zu einer Symbiose zu bringen. Vielfach geschieht – und geschah – dies mittels Dekoration, Tarnung, mittels Bezugs von Analogien zu verharmlosenden oder zu bekannten bestehenden, gewohnten Baubeispielen. Diese Strategie benutzten Architekten vor allem, weil sie in einem Umfeld von historischen Kleinbauten oder unberührten Landschaften plötzlich riesige Baukomplexe präsentieren sollten. Der Bezug auf gewohnte Bautypologien war hier eine Möglichkeit, die Grossprojekte als neue menschliche Interventionen im Umfeld annehmen und akzeptieren zu können. So finden wir frühe Kraftwerkzentralen, die Anleihen bei Schlössern oder Kathedralen machen. Die Formensprache der Moderne führte dann Richtung Abstraktion, die Gestaltung leitete sich von der architektonischen Funktion ab, die Ausgestaltung war von reduzierter Schlichtheit, es dominierten Baustoffe wie Beton, Glas und Stahl.

Gehen wir aber ins Berginnere, dann eröffnen sich andere, ungewohnte Eindrücke! Wir treffen auf Funktionsteile, die jegliche Massstäbe sprengen, die sich nicht um Fassaden und um Repräsentanz kümmern. Diese Räume sind vollständig vom Ort bestimmt – der Berg ist omnipräsent und definiert das statische Konzept. Sie haben auch mit der Funktion zu tun: Sie sind reiner Ausdruck der eigenen Bestimmung in der Gesamtkomposition. Sie sind durchgehend definiert durch das vor Ort anzuwendende Baumaterial – im Allgemeinen Beton und Naturstein. Und die Räume sind zumeist grandios. Die Bauteile sind nicht bewusst architektonisch gestaltet, sie sind nicht inszeniert. Sie sind Ausdruck ihrer eigenen Bestimmung vor Ort. Und dies genügt, um gute Architektur zu sein.

Die Kraftwerkbauten im Kanton Graubünden – ein kurzer historischer Rückblick

Der Beginn des Kraftwerkbaus im Kanton Graubünden lässt sich auf das Jahr 1878 datieren. In diesem Jahr besuchte Johannes Badrutt, Gründer des Kulmhotels in St. Moritz und eifriger Förderer der Wintersportinteressen des Kurorts, die

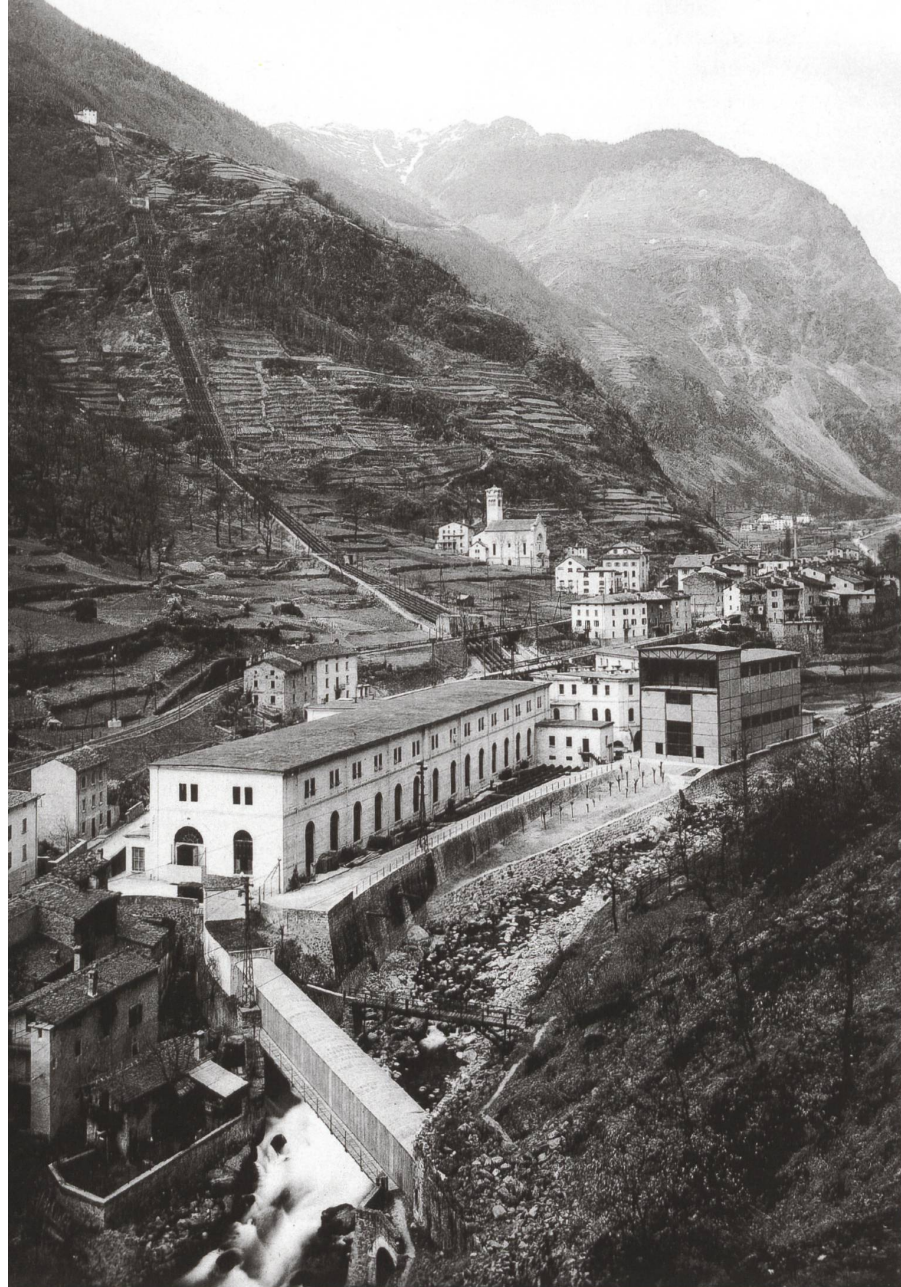


Weltausstellung in Paris. Er sah dort die ersten Belichtungsanlagen und muss die Bedeutung des elektrischen Lichts und dessen Verwendungsmöglichkeiten als Attraktion für die Hotellerie und den Tourismus erkannt haben. Sogleich erstand er eine der Anlagen und liess noch im selben Jahr am Bach in der Nähe des Kulmhotels ein kleines Kraftwerk erstellen. Bereits an Weihnachten erstrahlten für die Gäste im Speisesaal des Hotels neben Petroleumleuchten auch einige Bogenlampen.

In der Folge wurden viele weitere solcher Kleinanlagen gebaut. Erstellt und genutzt wurden sie vor allem durch Private, von Hotels und Kleinindustrien. Die Zeit der dunklen, rauchigen und lärmigen Küchen und Werkstätten schien vorbei zu sein.

In der Folge entstanden auch Anlagen für das Gemeinwohl. Hierfür wurde mehr produzierte Energie benötigt, und man begann, grössere Gebiete als Wasserlieferer funktional zusammen zu denken. Es entwickelten sich so komplexere

Spiel mit Licht und Schatten im Inneren der Schwergewichtsmauer Albigna (Baujahr 1959) mit Raumhöhen von bis zu 110 m.
Foto Christian Kerez

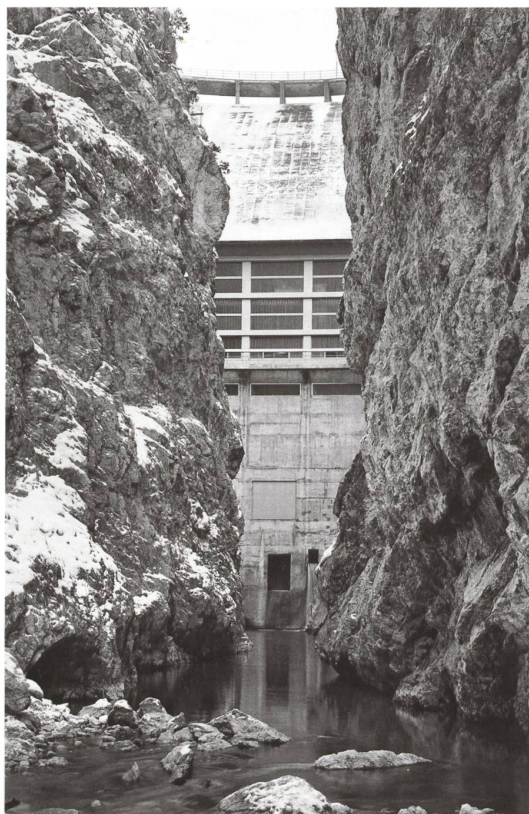


Betriebssysteme, die auch immer mehr mit den Tücken der Topographie zu kämpfen hatten: Die Rohre mussten möglichst direkt zu den Maschinen geführt werden und hatten so Hügel zu durchstossen oder Abtiefungen zu überbrücken. Wasser sollte zu bestimmten Zeiten zu Strom verarbeitet werden können, so musste man Reservoirs bauen. Die idealen Orte der Wasserfassungen lagen manchmal weit entfernt von den Zentralen, und es benötigte Freileitungsstollen und Kanäle. Der produzierte Strom musste schliesslich auf eine im Haushalt nutzbare Spannung gebracht werden, und so entstanden die ersten Transformatorengebäude und die Freiluftschaltanlagen. Weitere neue Raumbegriffe und Nutzungen mit märchenhaften Namen wurden kreiert: Wasserschloss, Umformerstation, Druckleitungsstrasse, Speicherbecken, Grundablass, Schützenkammer. Bis zum Beginn des Ersten Weltkriegs 1914 entstanden die ersten wirklich grossen Kraftwerkanlagen. Anlagen, die ganze Talschaften veränderten.

Hier begann sich auch die Öffentlichkeit in die Fragen der Ausgestaltungen einzubringen: «Der Schweizer Heimatschutz wurde am 1. Juli 1905 in Bern ins Leben gerufen. Gruppierungen aus den Kantonen Basel, Bern und Graubünden sowie aus der Waadt und Zürich waren bei der Gründung aktiv. Der Zusammenschluss kam unter dem Eindruck der fulminanten wirtschaftlichen, industriellen und touristischen Entwicklung im ausgehenden 19. Jahrhundert zustande und bezweckte den Heimat-, Denkmal- und Naturschutz im weitesten Sinn.»⁴ Es wurden in den betreffenden Zeitschriften schlechte und architektonisch solid und gut ausgestaltete Beispiele einander gegenübergestellt und präzise beschrieben. Für die Ausgestaltungen der Repräsentationsbauten wurden Architekturwettbewerbe durchgeführt, und man versuchte dem Menschen die neuen Annehmlichkeiten der elektrischen Energie ansprechend zu präsentieren.

Im Berg drin entstanden in jener Zeit nur bescheidene Anlagen. So baute man in mühsamer Arbeit kleinere Rückhaltereservoirs am oberen Ende des Druckrohrs in den Fels, wenn sich keine Lage für einen kleinen See anbot. Die Lage des Beginns der Druckleitung war aus technischer Sicht definiert, und so musste man mit den vorhandenen Bedingungen vorliebnehmen. Da die Kleinkraftwerke auch mehr in durchlaufender Produktion genutzt wurden und die Wassermengen eher bescheiden dimensioniert waren, sind diese Innenräume auch zumeist eher klein. Ihre Ausstrahlung war bescheiden, in der öffentlichen Diskussion nahmen sie eine Nebenrolle ein.





Die Zentrale Ova Spin der Engadiner Kraftwerke AG (1970). Das enge Tal und die Unmöglichkeit, im Nationalpark grosse und frei stehende Bauten zu errichten, hatten zur Folge, dass Stausee, Zentralengebäude, Seeüberlauf und die gewaltigen Fundamente zu einem einzigen Gebäude verschmolzen wurden. Foto Christian Kerez

Der Maschinenraum der Zentrale Bärenburg (Kraftwerke Hinterrhein AG, 1963). Für Teilbereiche dieses Baus wurde der Architekt Konrad Metzger beigezogen, der bei der Motor Columbus AG in Baden angestellt war. Die Befensterung ist sehr sorgfältig proportioniert und detailliert – wenn auch kaum je für einen Menschen einsehbar. Foto Christian Kerez

Die Entstehung grosser unterirdischer Räume nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs

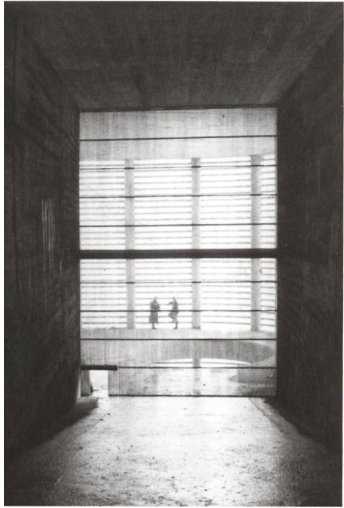
Der wirtschaftliche und soziale Wandel nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs brachte eine völlig neue Dynamik in den Kraftwerkbau. Der Bund verlangte von den Gemeinden und Kantonen eine umfassende Auflistung aller möglichen für die Wasserkraft nutzbaren Geländestufen. Da wurden ganze Talschaften wie der Hinterrhein, die Seelandschaft des Oberengadins oder das Urserental im Kanton Uri planerisch zu gestauten Talschaften umgedacht. Glücklicherweise wurden viele dieser Grossprojekte nicht verwirklicht. Notabene brauchte es bereits damals zu deren Verhinderung die Mobilisierung der gesamten Bevölkerung. Es wäre wünschenswert, dass sich in der aktuellen Energiediskussion und damit in der Frage um die Verbauung von Gebirgslandschaften – heute vor allem mit riesigen Photovoltaikanlagen und dazu benötigten Infrastrukturen, wie Strassen und Leitungen – nicht die überhitzten Gemüter aus der Wirtschaft unreflektiert durchsetzen. Auch hier existieren bereits Lösungen in weit nachhaltigerer Art: ein verminderter Verbrauch und die Benutzung bestehender Infrastrukturen als Montageorte, wie Lärmwände an Autobahnen oder Staumauern.

Gründe für unterirdische Anlagen beim Kraftwerkbau

Die enorme Nachfrage nach elektrischer Energie hatte etwa ab 1950 den Bau grosser Infrastrukturen zur Folge. Man begann, Anlagen zu erstellen, die ganze Talschaften überwandten und verbanden. Gigantische Wassermassen aus dem Alpenraum sollten zur richtigen Zeit den Haushalten und der Industrie in den Ballungszentren den Strom liefern. Finanziell lukrative Funktionssysteme wurden entwickelt: Der teure Tagesstrom ergab mehr Geld, als das Heraufpumpen des Wassers aus einem tiefer gelegenen in einen höheren See kostete. Die Infrastrukturen wurden – wenn nicht allzu gross – aus verschiedenen Gründen in den Fels verlegt: Zunächst bezweckt das von Ingenieuren ausgearbeitete und letztlich starre Funktionssystem eine optimierte, verlustfreie Energienutzung. So ergeben sich die Standorte von Bauteilen zuweilen an geographisch herausfordernden und auch bautechnisch unsinnigen Orten. Manchmal die einzige Möglichkeit, dort zu bauen, sind aufwendige Stollen und Kavernen im Berg. Auch liegen die Bauten im Gebirge vielfach an durch Lawinen und Murgängen gefährdeten Orten. Zu deren Schutz werden sie ins Erdinnere verlegt. Dies betrifft vor allem Druckleitungen und Zentralengebäude. Zudem haben Kriegszeiten

«**Zentrale und Druckleitung der 1904–1907 erbauten Zentrale der Kraftwerke Brusio in Campocologno (1967 abgebrochen).** Zu seiner Zeit weltweit das Kraftwerk mit dem höchsten genutzten Gefälle. 12 in Serie geschaltete Pelton-turbinen lieferten Strom in die lombardischen Industriezentren. © Archiv der Kraftwerke Brusio AG

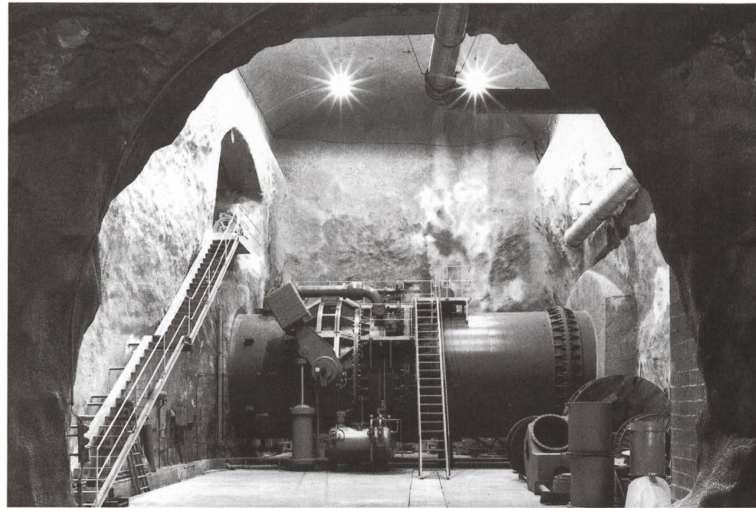
Die Zentrale Palü, erbaut 1927 – Beispiel der ersten Generation von Kraftwerkbauten. Architekt Nicolaus Hartmann (1880–1956) spielte mit Analogien und orientierte sich an der Formensprache der Burgen Graubündens. Foto Christian Kerez



1



2



3



4



5

die Verletzlichkeit der Energieinfrastrukturen aufgezeigt. Im Berg geschützte Anlagen zeigen hier viele Vorteile.

Im Weiteren ist die Geologie der jeweiligen Standorte zuweilen sehr komplex. Im Berg kann ein notwendiger Grossbau auch einfacher auf verschiedene Kleinbauten aufgeteilt werden. Ein zusätzlicher Grund ist die lokale Bevölkerung, die oft nur schwer zu überzeugen ist vom Bau von Grossanlagen im eigenen Kulturraum. Bauten im Berg bieten hier weniger Angriffsfläche. Das «Tarnen» von Bauten wird zu dieser Zeit gesellschaftsfähig und auch bei zivilen Bauten angewandt. Die Kraftwerksbauten sind Investitionen in eine lange Zeitperiode – und daher kostengünstiger. Ein Bauwerk im Untergrund unterliegt den immer etwa gleichen Temperaturen – dies macht einen Betrieb und den Umgang mit der Bauphysik einfacher. Eine Anlage im Inneren des Gebirges kann das ganze Jahr hindurch betrieben werden. Der Zugang für im Winter notwendige Unterhaltsarbeiten kann durch Stollen ermöglicht werden. Heute allerdings werden diese unterirdischen Anlagen meist ferngesteuert und sind somit nicht mehr täglicher Arbeitsort. Das im Berg für längere Aufenthalte fehlende natürliche Tageslicht ist so nicht mehr relevant.

Die menschenleere Stadt

Und immer weiter lebt im Berginnern eine dunkle, immer produzierende, von niemandem beachtete und menschenleere Stadt. Das Produkt erreicht uns über sirrende, im Abendlicht glitzernde Hochspannungsleitungen. Vor Ort unbegreifliche, aus der Erde ragende Bauwerksteile ergeben vorerst keinen Sinn und Zusammenhang. Die enorme Menge produzierter Energie ist dennoch irgendwie immer spürbar. Dies alles weckt das

Interesse des Geniessers der Architektur und der Technik – im Zusammenhang mit dem Erleben des Kultur- und Gebirgsraumes. Hat man einmal die Gelegenheit, diese Unterwelt betreten zu dürfen, dann beginnt man zu staunen. Man soll sich die Dimensionen vorstellen: Druckleitungen von 30 km Länge mit Durchmessern von 5,80 m durchstossen die Erde unter der Alpweide. Stehende Betonzylinder von 100 m Höhe und mit Durchmessern von 20 m ragen in die besagten Wiesen, und bei Druckveränderungen in den Rohren können Wasserfontänen meterhoch herauschiessen. Riesige Drosselklappen regeln diese Druckverhältnisse so, dass die Turbinen nicht zu starken Druckschwankungen ausgesetzt sind.

Pumpspeicherwerke benötigen Unterwasserschlässe, um die Flüsse der riesigen Wassermengen nach oben oder nach unten zu regeln. Enorme Wasserstrudel bilden sich 30 m unter den Füßen, einzig und allein beleuchtet durch drei Glühbirnen.

In aller Regel haben die Planer im Berginneren nicht versucht, eine tagesähnliche oder gar eine angenehme Arbeitsatmosphäre auszubilden. Die Bauwerke wurden aus den vorgehend genannten Aspekten entwickelt, und die geschilderte Faszination basiert auf dem Zusammenkommen von Berg, Wasser, Energie und dem baulichen Umgang damit. Kaum Inszenierung, kaum Gestaltungswille: eine weitgehende Befreiung von dekorativen und überflüssigen Elementen. Wir haben es mit der kompletten Reduktion und Konzentration auf die Fragen der eigentlichen Aufgabe zu tun.

Und wenn dann doch einmal versucht wurde, einen Raum architektonisch besonders auszugestalten, führte dies selten zu einer Bereicherung oder zur besseren Lesbarmachung der Thematik des Bauens im Berg. Die danebenliegenden Resträume wirkten in aller Regel viel inspirierender, weil sie zum Staunen verleiteten, oft gigantisch in den Dimensionen, zum Teil auch unsinnig – und doch genutzt und durchgehbar. Und eben: immer ein Resultat des Bauens in der engen Felskammer. ●

Anmerkung

1 Vgl. www.heimatschutz.ch/unsere-geschichte.

Zum Autor

Conradin Clavuot ist dipl. Architekt ETH BSA SWB und arbeitet mit eigenem Büro in Chur. Diverse nationale und internationale Auszeichnungen für gutes Bauen, 2003 bis 2006 Gastdozentur an der ETH Zürich im Bereich Architektur. Seit 2021 ist er im Landesbeirat für Architektur und Landschaft, Südtirol. 2024 wird eine Monographie über seine Arbeiten im Quart Verlag erscheinen.
Kontakt: mail@clavuot.ch, www.clavuot.ch

Keywords

Bauen in den Alpen, Kraftwerkarchitektur, Architektur im Untergrund, Schweiz, 20. Jahrhundert

Résumé

Les centrales électriques dans le canton des Grisons

Un coup d'œil sur la carte des installations de centrales électriques dans le canton des Grisons – y compris leurs galeries de liaison – montre que le paysage naturel théoriquement intact est relié sous terre par un vaste réseau de béton et d'acier.

Les changements économiques et sociaux qui ont suivi la fin de la Seconde Guerre mondiale ont apporté une toute nouvelle dynamique à la construction de centrales électriques dans les Alpes suisses. De nombreuses infrastructures ont été enfouies dans la roche, tout d'abord pour des raisons d'ingénierie. Il en résulte une culture de la construction souterraine dont la fascination repose sur l'harmonie entre la montagne, l'eau, l'énergie et le savoir de l'ingénieur. La plupart des constructions se distinguent par leur minimalisme et la concentration sur la tâche qui leur est attribuée.

Riassunto

Le centrali elettriche nel Canton Grigioni

Uno sguardo alla carta geografica del Canton Grigioni con indicate le centrali elettriche e i rispettivi condotti di collegamento, rivela come il paesaggio naturale, apparentemente senza discontinuità, è attraversato nel sottosuolo da un'ampia rete di cemento e acciaio.

Dopo la seconda guerra mondiale, le trasformazioni economiche e sociali hanno portato un dinamismo del tutto inedito nella costruzione di centrali elettriche nelle Alpi svizzere. Molte nuove infrastrutture sono state relegate nel sottosuolo, in primo luogo per ragioni ingegneristiche. È nata così una cultura edilizia sotterranea, il cui fascino è basato sulla sintonia tra montagna, acqua, energia e conoscenze ingegneristiche. La maggior parte degli edifici si distinguono per il loro minimalismo e il focus sul compito che sono chiamati ad assolvere.

«

1 Der Stolleneinlauf der Staumauer Nalps (Kraftwerke Vorderrhein AG, 1967), bevor der Stausee zum ersten Mal befüllt wurde. Foto z.V.g.

2 Ein Technikzimmer in der Spritzbetonkammer der Wasserfassung Reischen (Kraftwerke Hinterrhein AG, 1963). Foto Christian Kerez

3 Drosselklappenkammer beim Wasserschloss der Zentrale Sils i. D. (Kraftwerke Hinterrhein AG, 1961). Die Durchmesser der Druckrohre erreichen mit ihren Innendurchmessern von 5,60 m die Dimensionen von Eisenbahntunnels. Die Rohre stehen dauernd unter höchstem Wasserdruck. Im Wasserschloss werden die Druckverhältnisse auf die Turbinen ausgeglichen. Foto Christian Kerez

4 Der Maschinensaal der Kaverne Ferrera (Kraftwerke Hinterrhein AG, 1962). Die Ausgestaltung der Turbinenhalle inmitten des Bergs ist völlig abstrahiert. Kein Bezug zum Berg, kein Bezug zum Tageslicht, keine Liebe zum Arbeitsplatz. Einfach sauber, hell, detaillös. Nur ein ständiges Surren und ein Geruch von Schmieröl und Putzmittel definieren den Raum. Foto Kraftwerke Hinterrhein AG (KHR)

5 Das Unterwasserschloss Ferrera (Kraftwerke Hinterrhein AG, 1962). Durch diesen unterirdischen Zylinder wird das Wasser zwischen den Stauseen Valle di Lei und Sufers hin- und hergepumpt (Pumpspeicherwerk). Der Zylinder misst im Durchmesser 20 m und ist rund 40 m hoch. Er befindet sich 200 m von der Felsoberfläche entfernt im Berginneren. Foto Kraftwerke Hinterrhein AG (KHR)