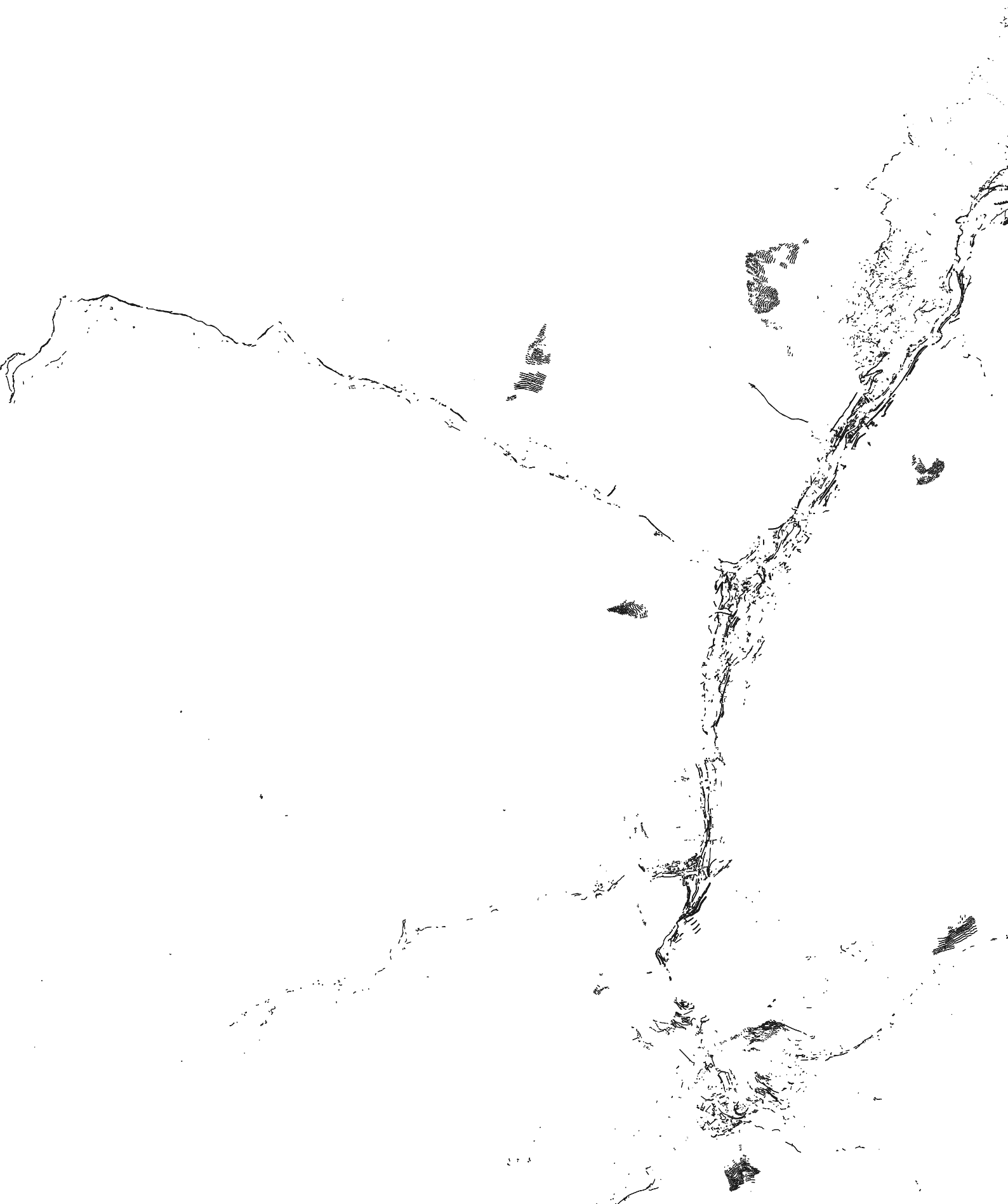


ERRATISCHE INFRASTRUKTUREN
STUDIO MENN AVERMAETE | HS2022
VORBEREITUNGSPHASE CHRISTIAN SEITERLE



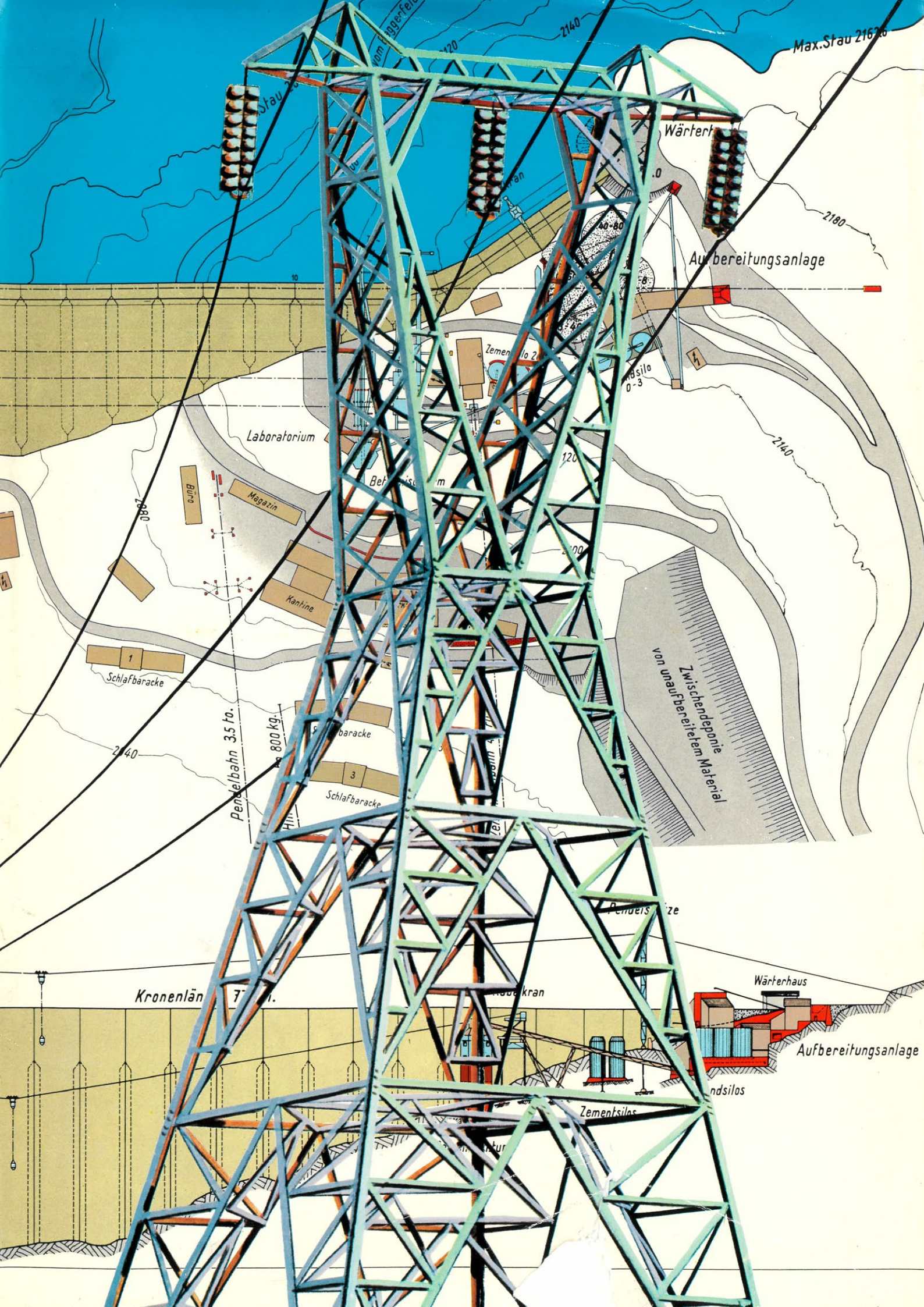
ERRATISCHE INFRASTRUKTUREN

TEIL	I	KAMPF GEGEN DIE NATUR
TEIL	II	ADDITIVER VERLUST
TEIL	III	FINDLING INFRASTRUKTUR
TEIL	IV	DIE FRAGE
TEIL	V	APENDIX

INFRASTRUKTUR & ÖFFENTLICHKEIT
MASTER THESIS | HS2022
STUDIO MENN AVERMAETE
CHRISTIAN SEITERLE



WILDE WASSER-STARKE MAUERN



Max. Stau 2167.0

Wärterh

Aufbereitungsanlage

Laboratorium

Pendelbahn 3.5 to.

800 kg.

Schlafbaracke

Schlafbaracke

Kronenlän

Kabelkran

Wärterhaus

Aufbereitungsanlage

Zementsilos

Zwischenablage Material
von neuen Fabrikate Material



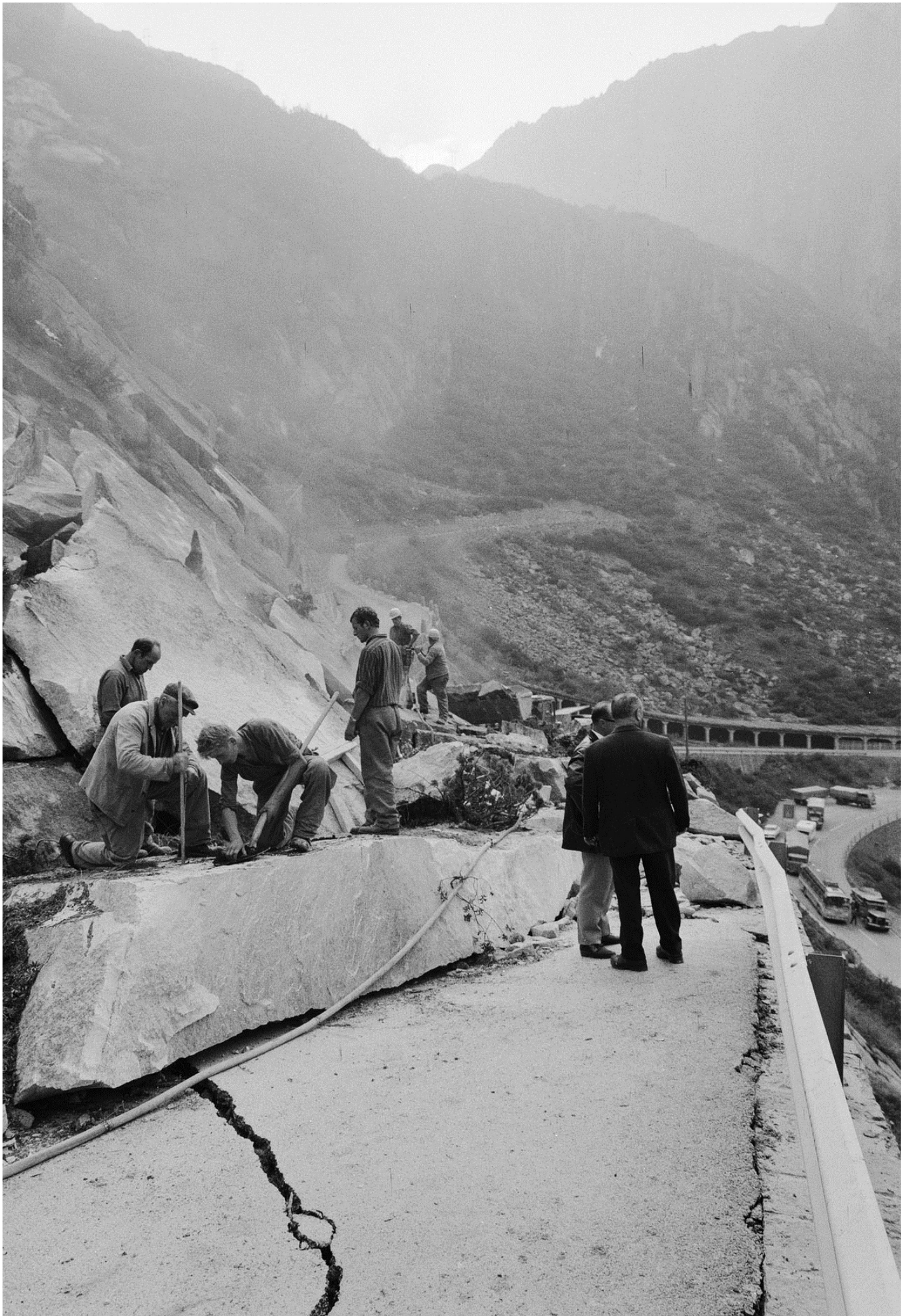
ENTSCHIGTALLAWINE, 1923, SBB HISTORIC

**Es gibt nur eine topografische Entwicklungsrichtung am Berg:
Alles fließt abwärts.**

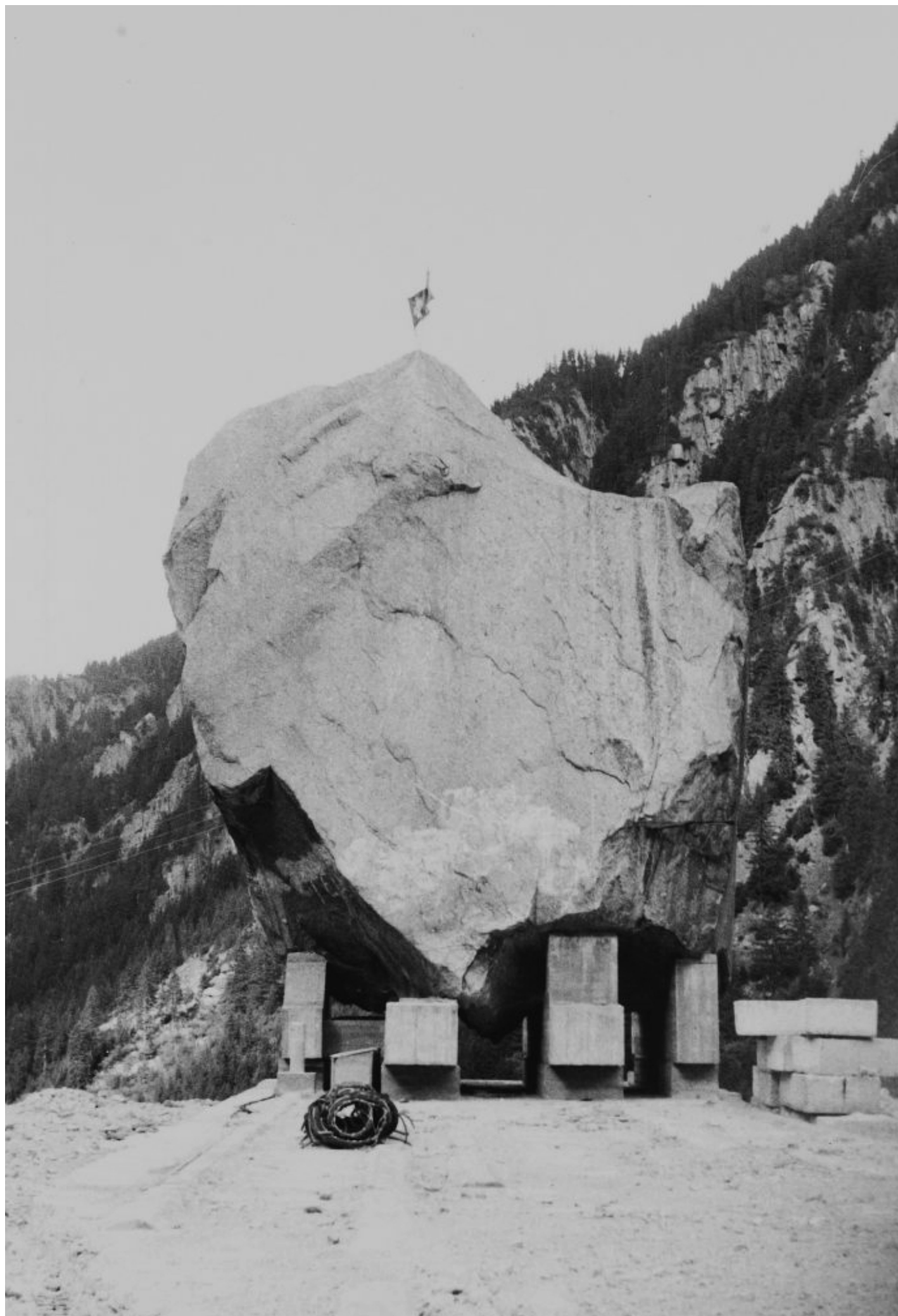
Ob Findlinge, Steinschläge, Lawinen oder Niederschlag, sie alle sind Zeugen dieses Kurses. Als Booten informieren sie die Wahrnehmung des Alpenraumes als ein dynamisches Gefüge, welches stetig in Bewegung ist. Ein Verständnis, welches sich löst von der Auffassung eines gefestigten, massiven Ort, der sich nicht verändern wird.

Historisch gesehen ist das Reusstal des Kanton Uri sinnbildlich für die vorherrschende Furcht dieser wilden, unberechenbaren Natur. Berge, Wälder und Kluften wurden lange Zeit gemieden, weil dort unheilvolle Kräfte vermutet wurden.

Seit der Etablierung einer Nord-Süd-Achse über den Gotthard, wurde der Schutz vor diesen Naturgewalten immer wichtiger. So bewahren Schutzwälder, Fangnetze und Bauten aus Stein die Schienen, Schwellen und Strassen vor Lawinen und Murgänge. Die Verbauungen durchschneiden die Landschaft und zeugen von der schrittweisen Entwicklung der Transportinfrastruktur. Schutzbauten sind bauliche Antworten auf die Dynamik der Berge.



FELSSTURZ BEIM BÄZBERG OBERHALB VON ANDERMATT, 1969, SBB HISTORIC

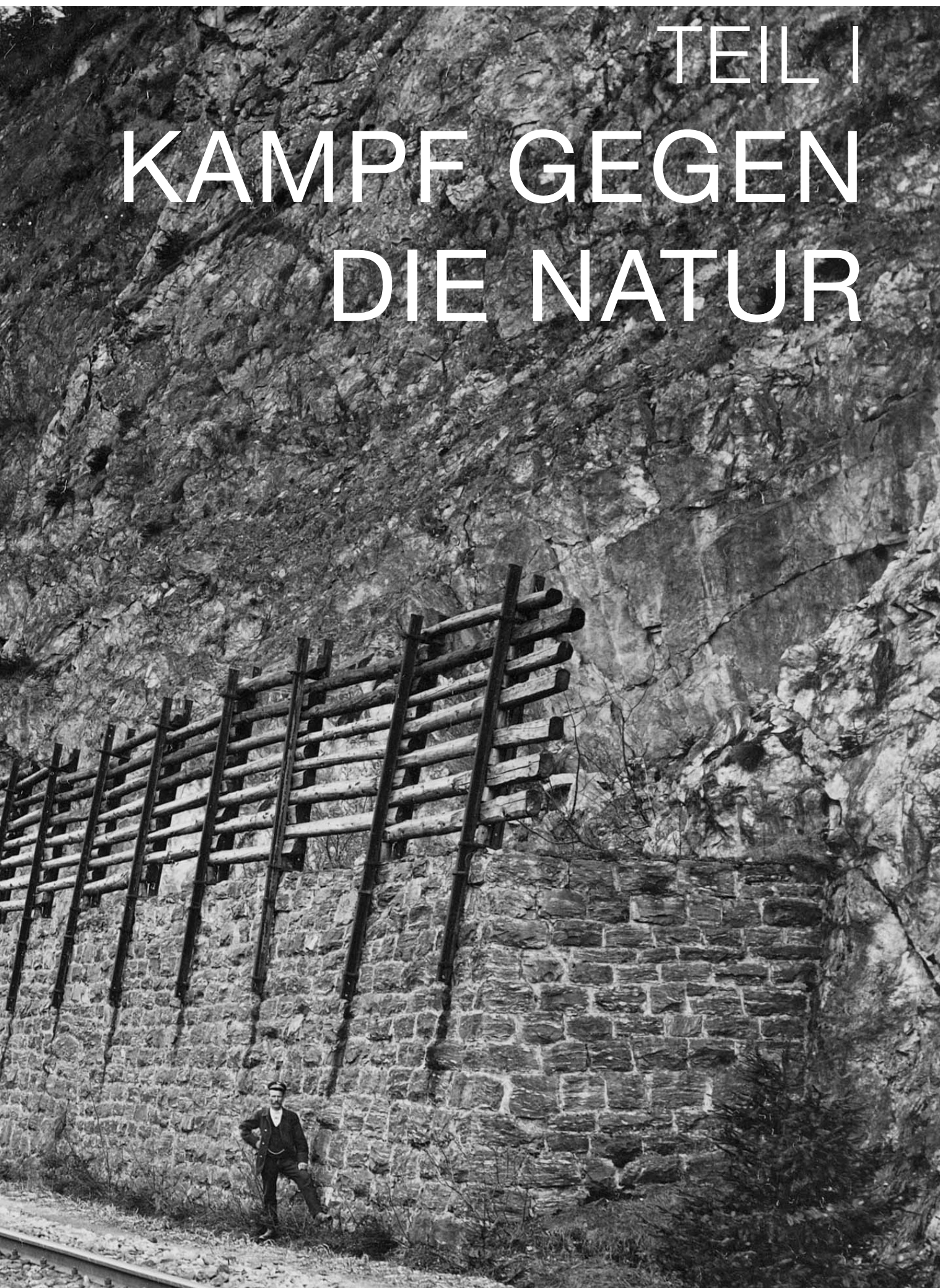


TEUFELSTEIN BEIM PORTAL DES VORTUNNELS, GÖSCHENEN, 1974, E-PICS

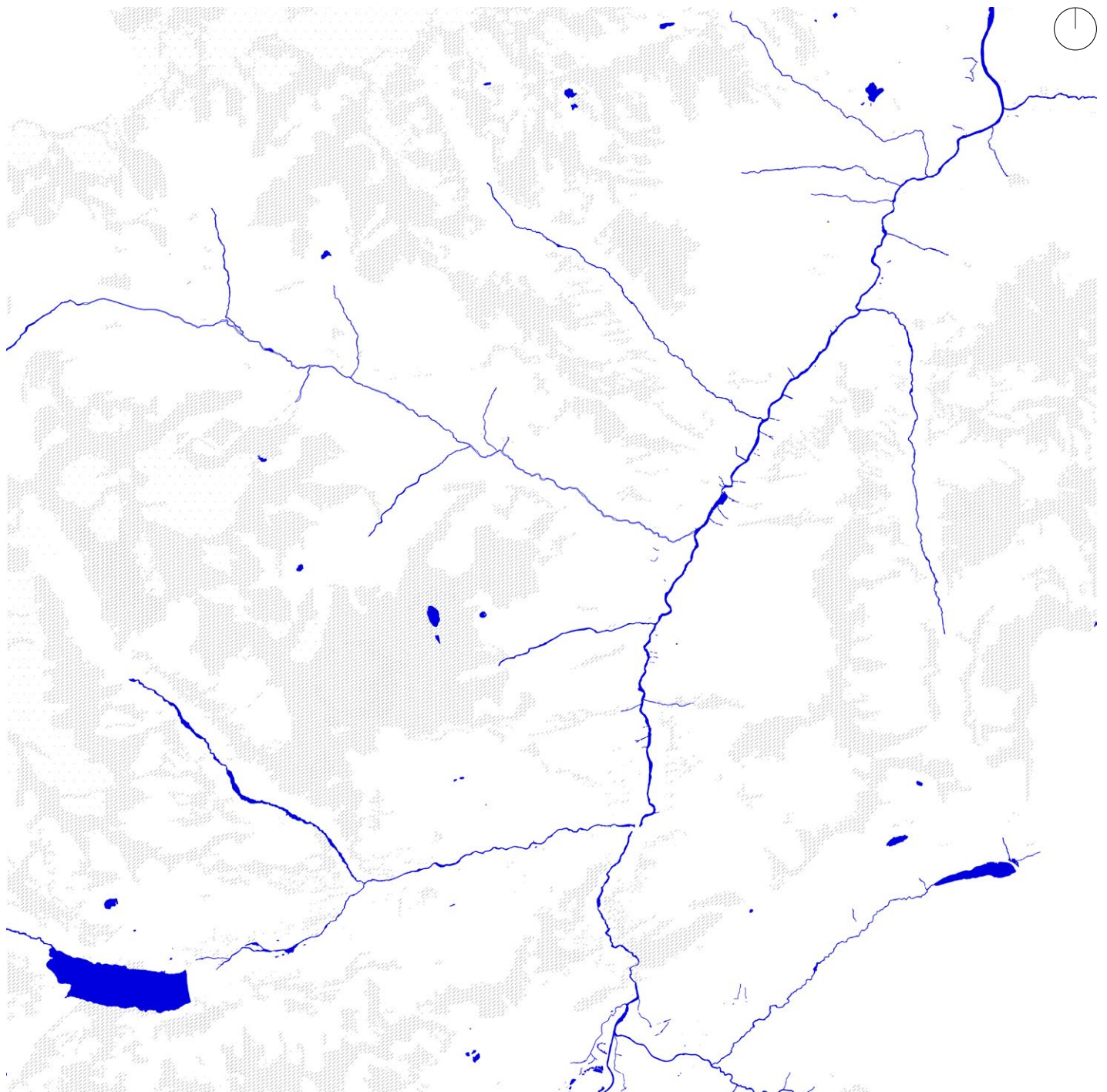


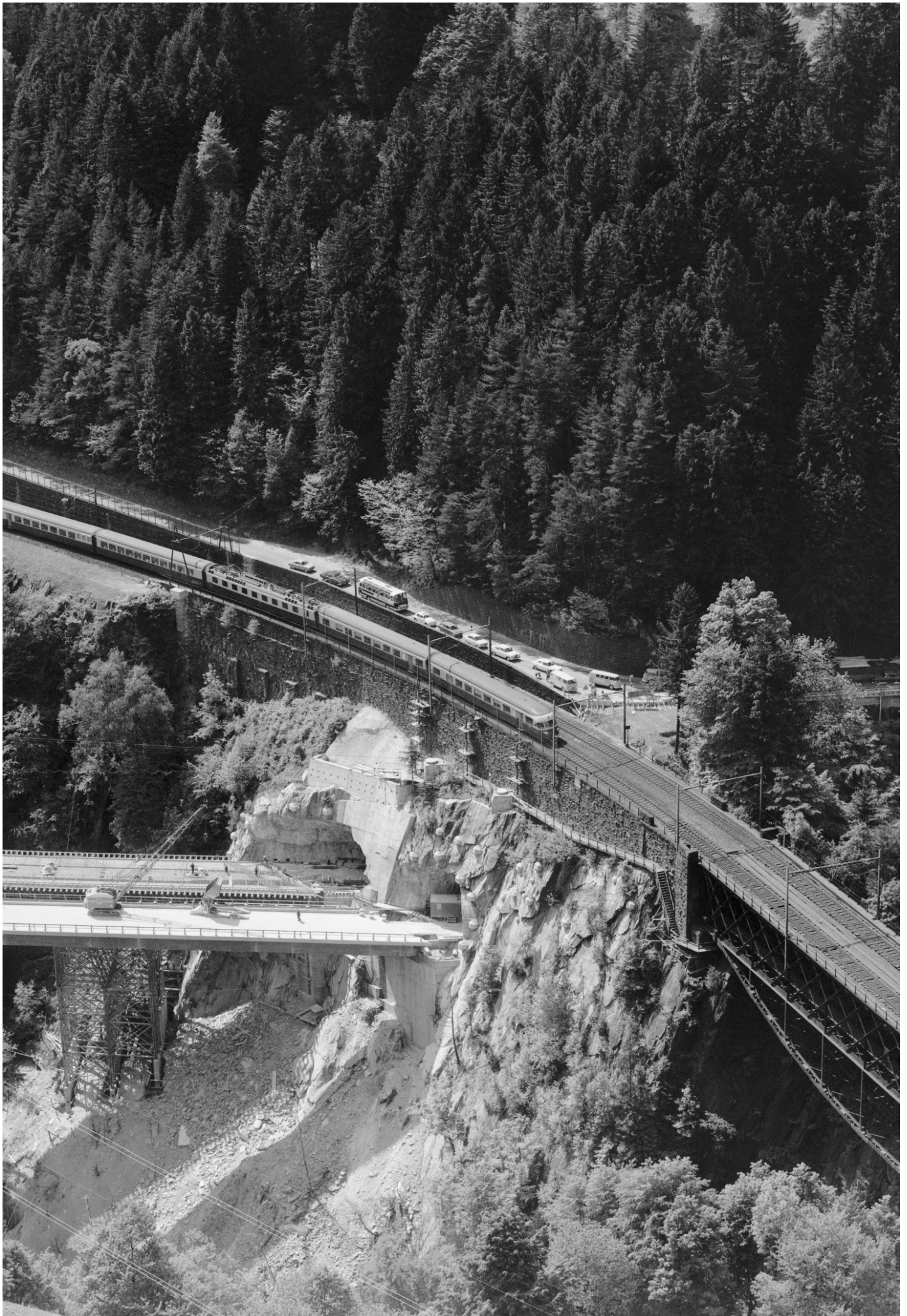
AIROLO-PIOTTA, SCHUTZMAUER UND SCHUTZWÄNDE GEGEN STEINSCHLAG, 1914

TEIL I KAMPF GEGEN DIE NATUR

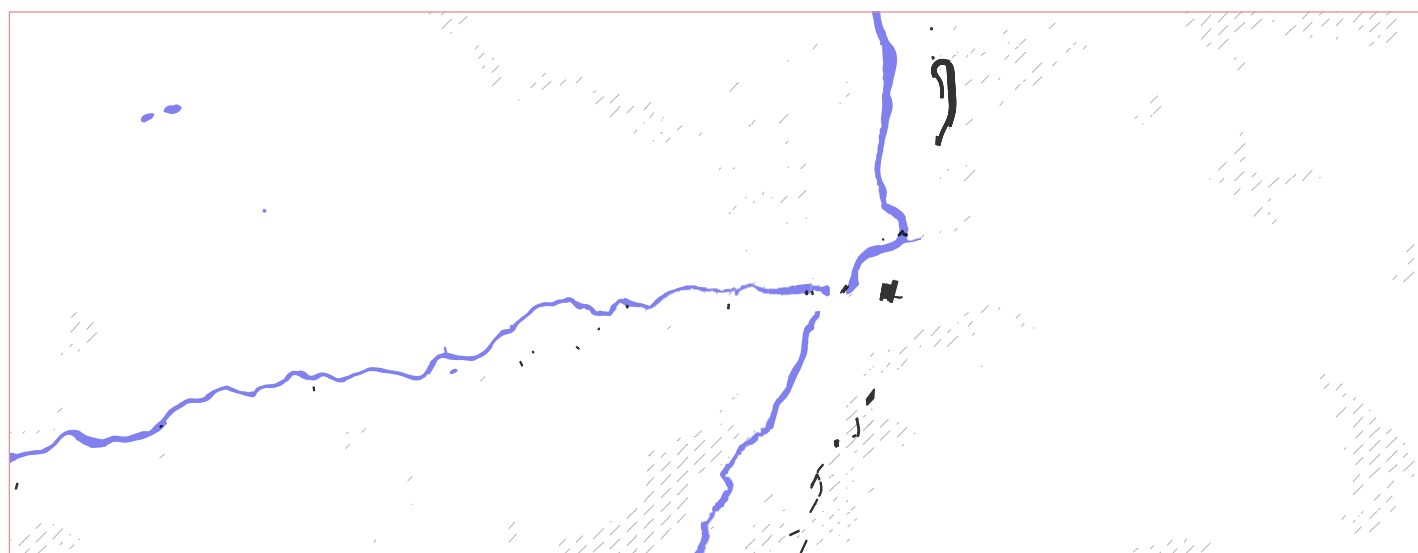
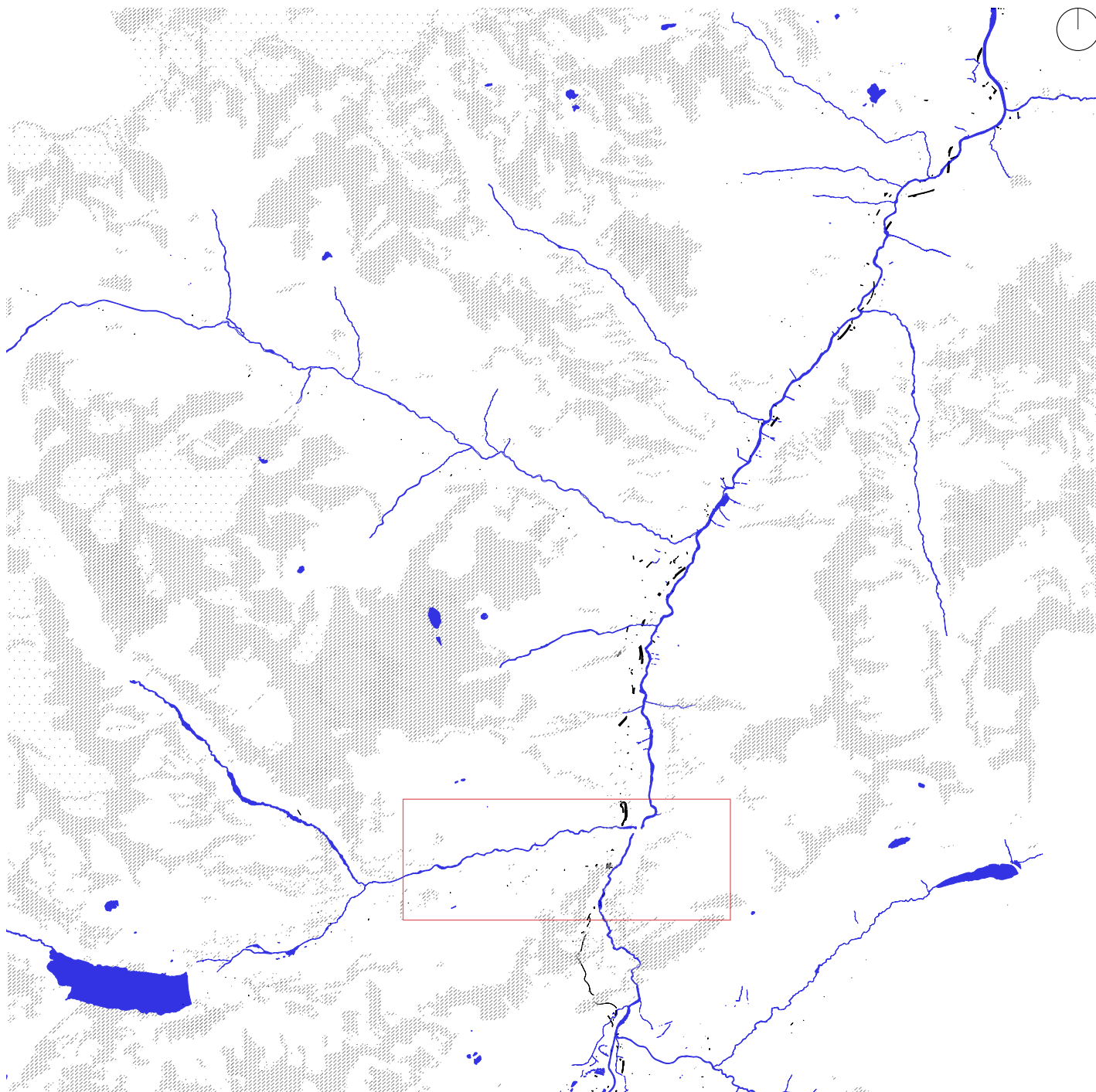


Für den Bau, Ausbau und Erhalt dieser wichtigen Achsen fallen viele temporäre Infrastrukturen an. Von Wohn-Baracken der Arbeitenden, zu Zufahrtsstrassen und Stollen oder wo das Terrain es verlangt eigens errichtete Seilbahnen. Als klare Formen prägen sie den Raum, aber nur für eine begrenzte Zeit. Sie können für Jahre Bezugspunkte aufbauen nur um bei der Fertigstellung des Nächsten Infrastruktur-Projektes wieder abgebaut zu werden. Diese Strukturen ziehen keine Grenze zwischen Natur und Kultur, sondern verdeutlichen, wie sich diese Sphären durchdringen. Sie bergen ein Potenzial durch ihre Zeitlichkeit das genutzt werden soll.





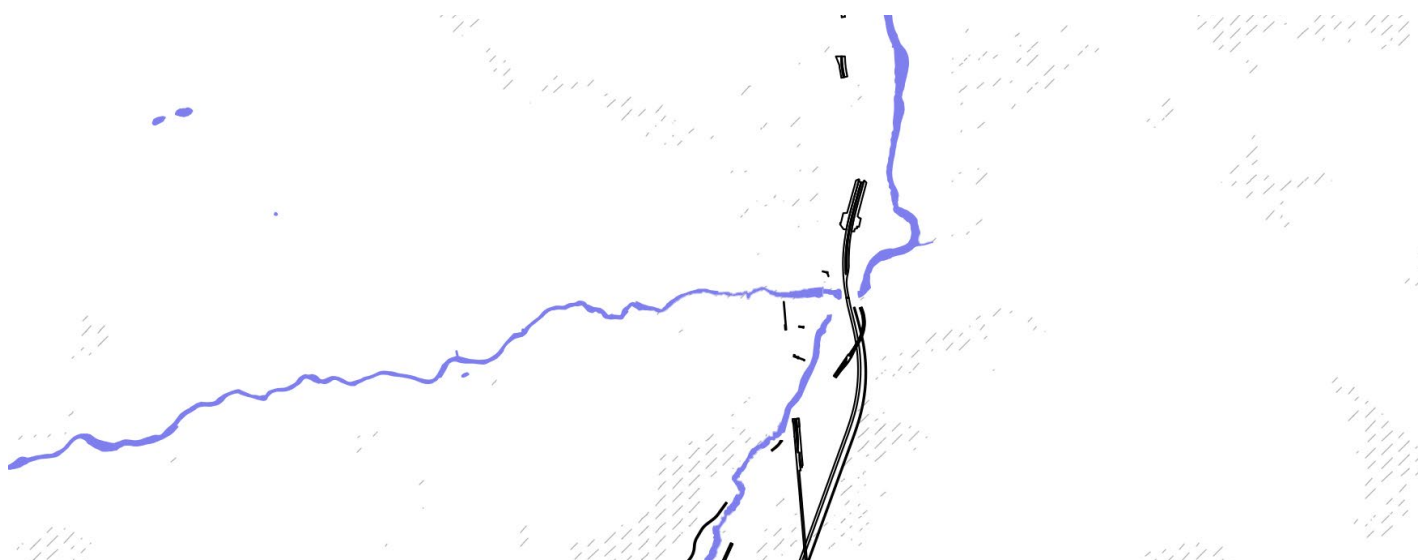
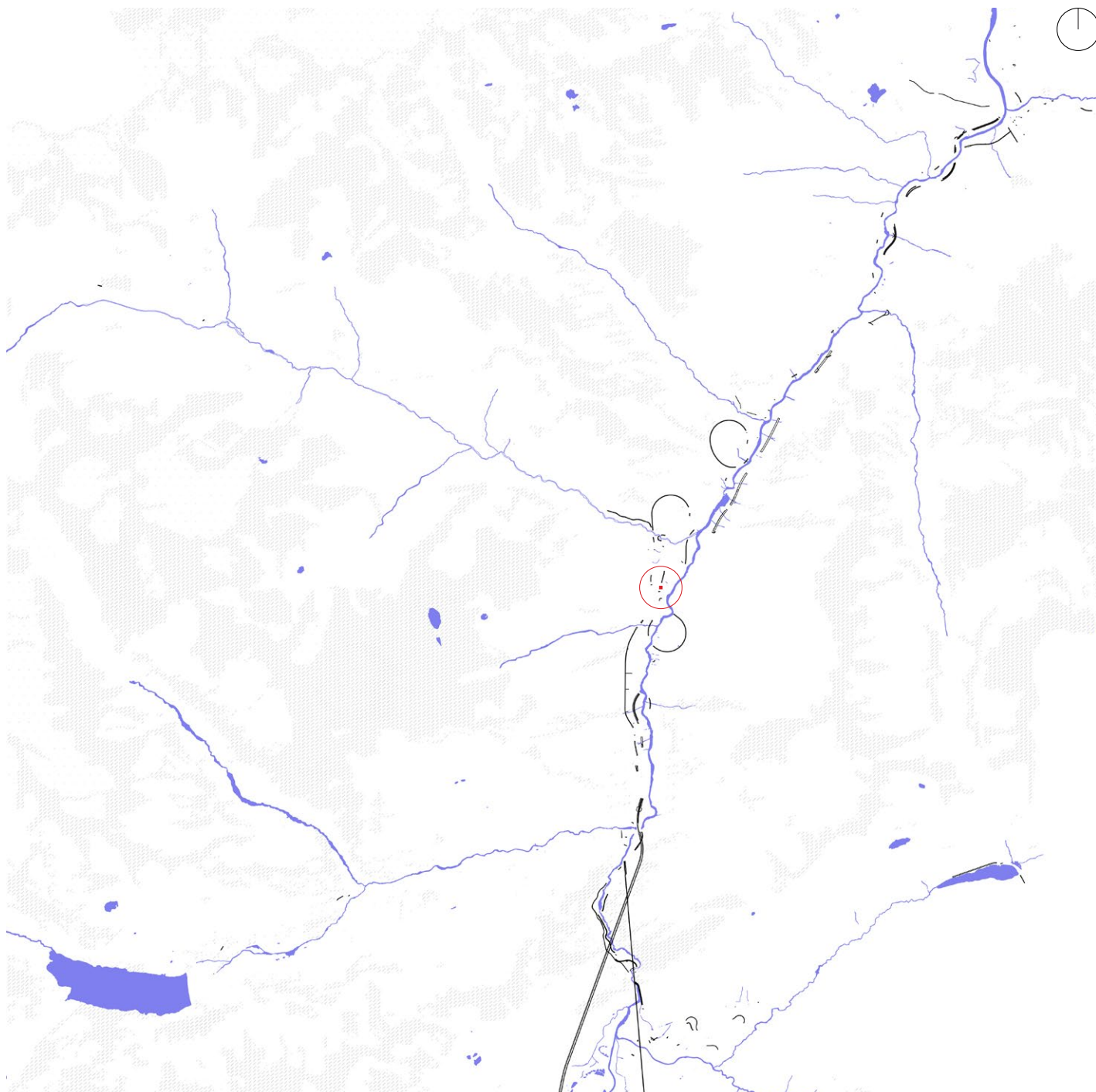
N2 REUSSBRÜCKE, INTSCH, 1969, E-PICS



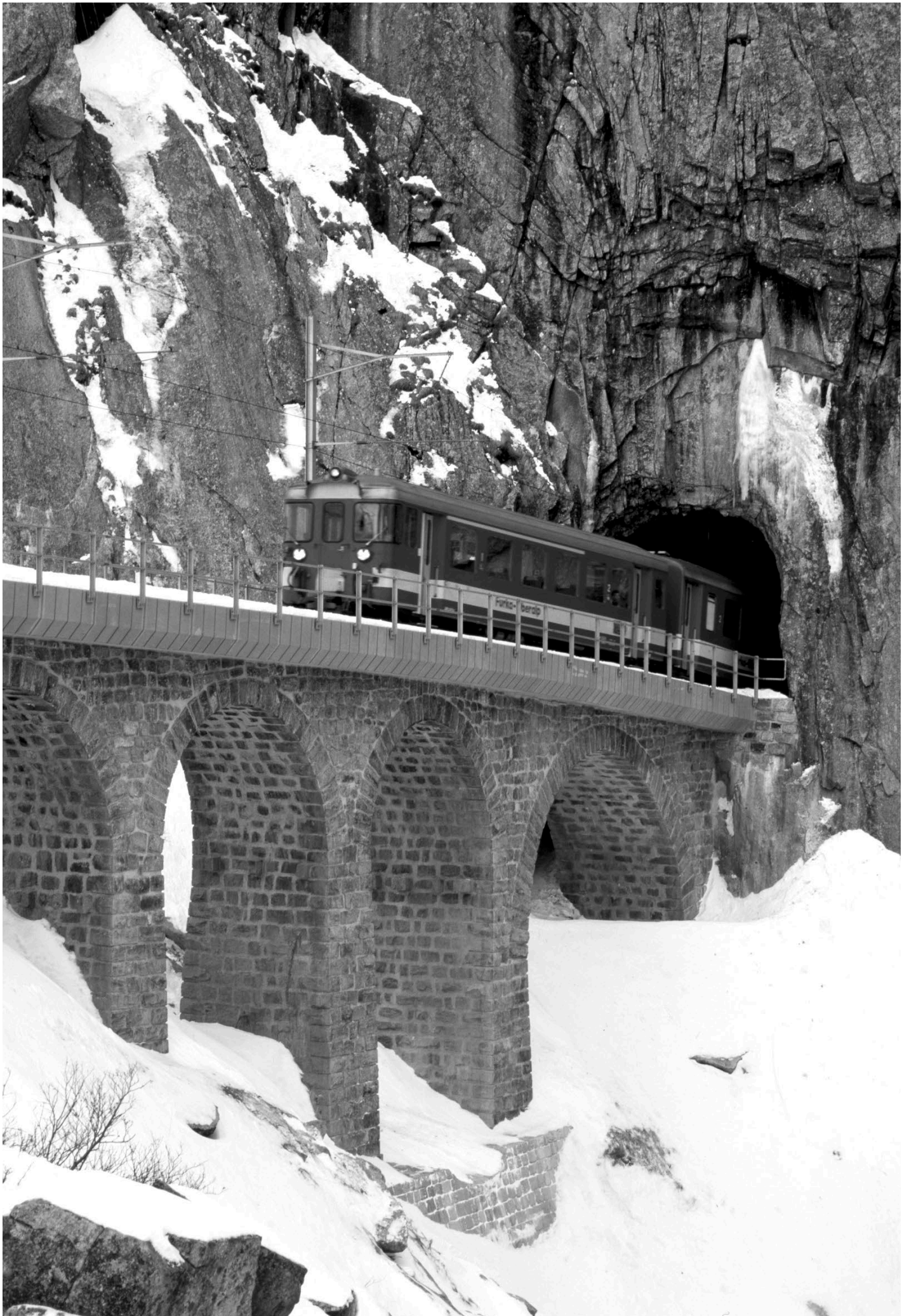
BRÜCKEN



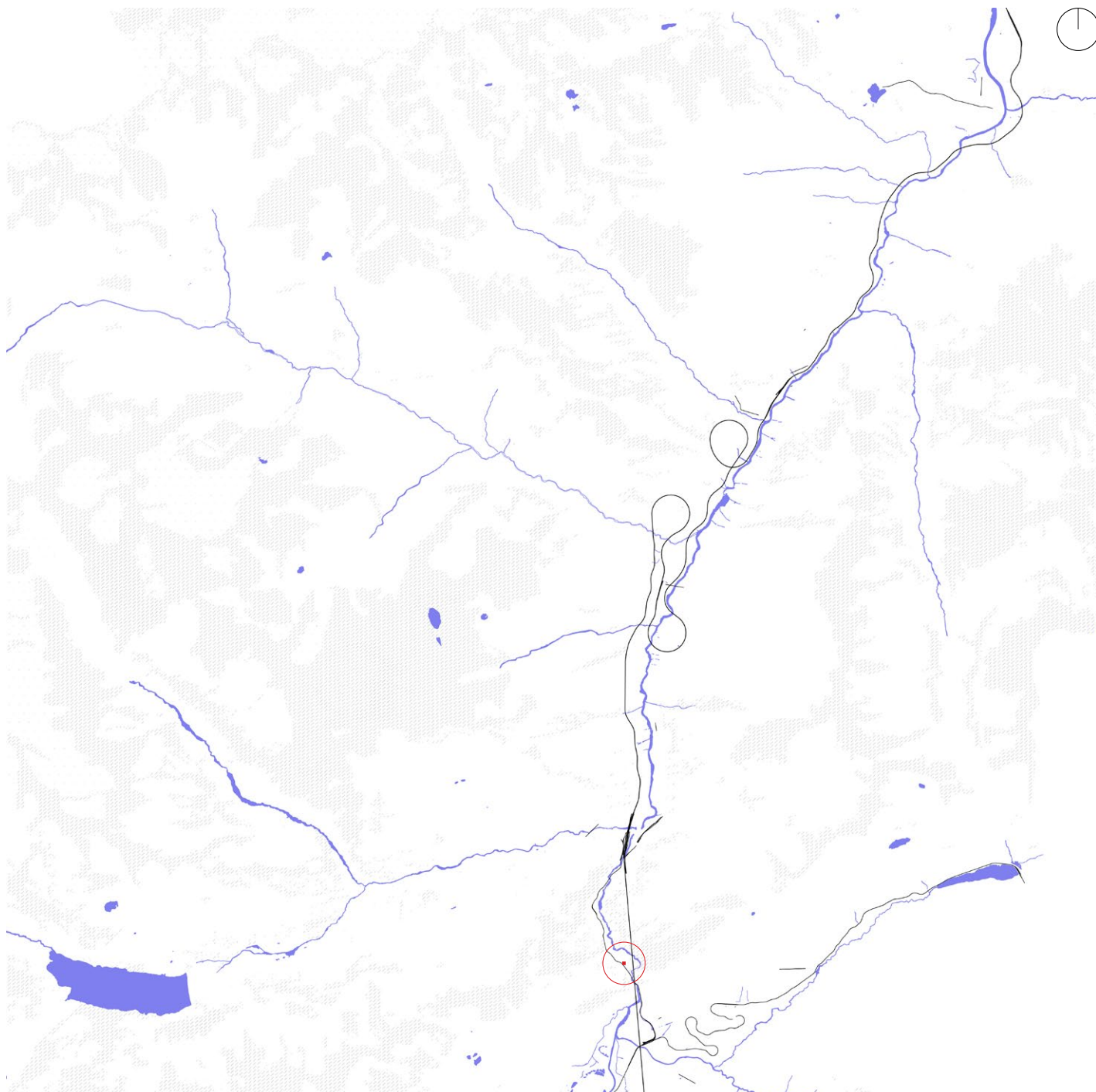
MÄRCHLIBACHLAWINE, ÜBERFÜHRUNG DURCH EINE GALERIE, 1914, SBB HISTORIC



TUNNEL



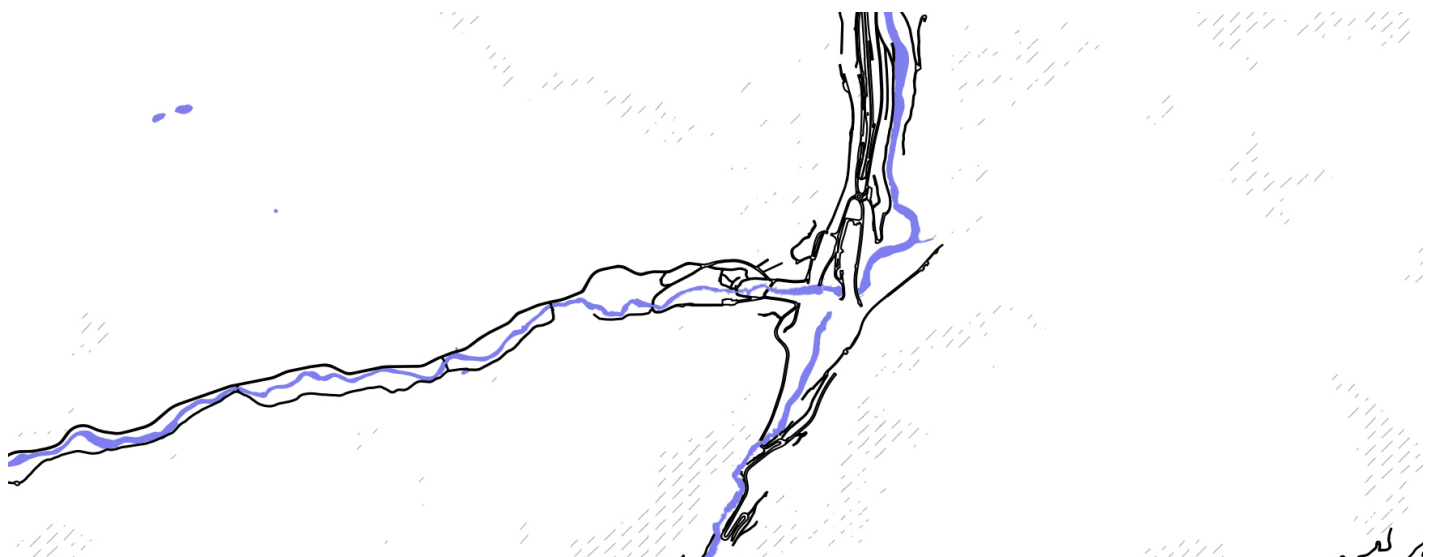
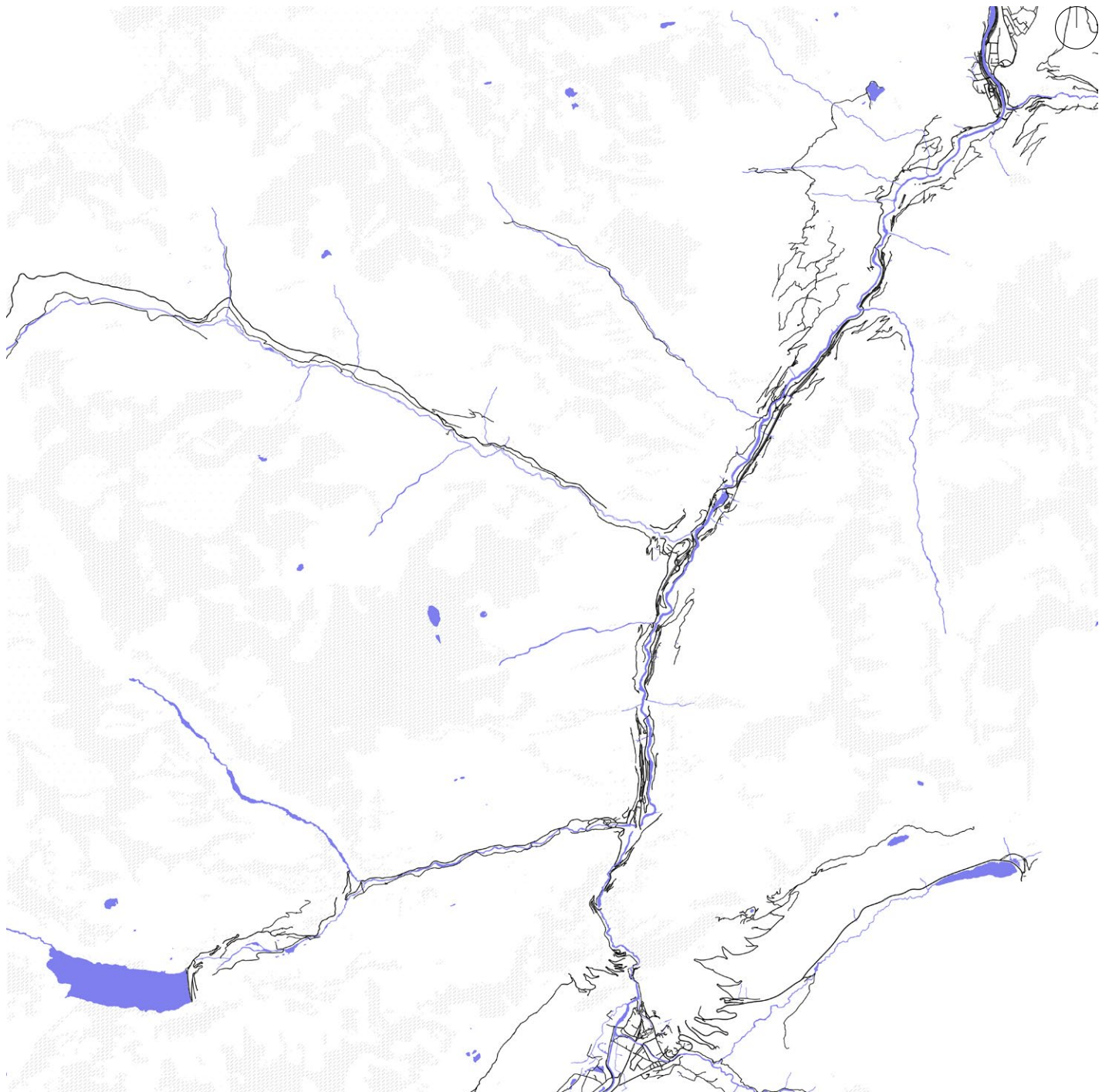
FURKA-OBERALPBAHN BEI DER TEUFELSBRÜCKE, BENSBERG RALPH, 1992, E-PICS



SCHIENEN



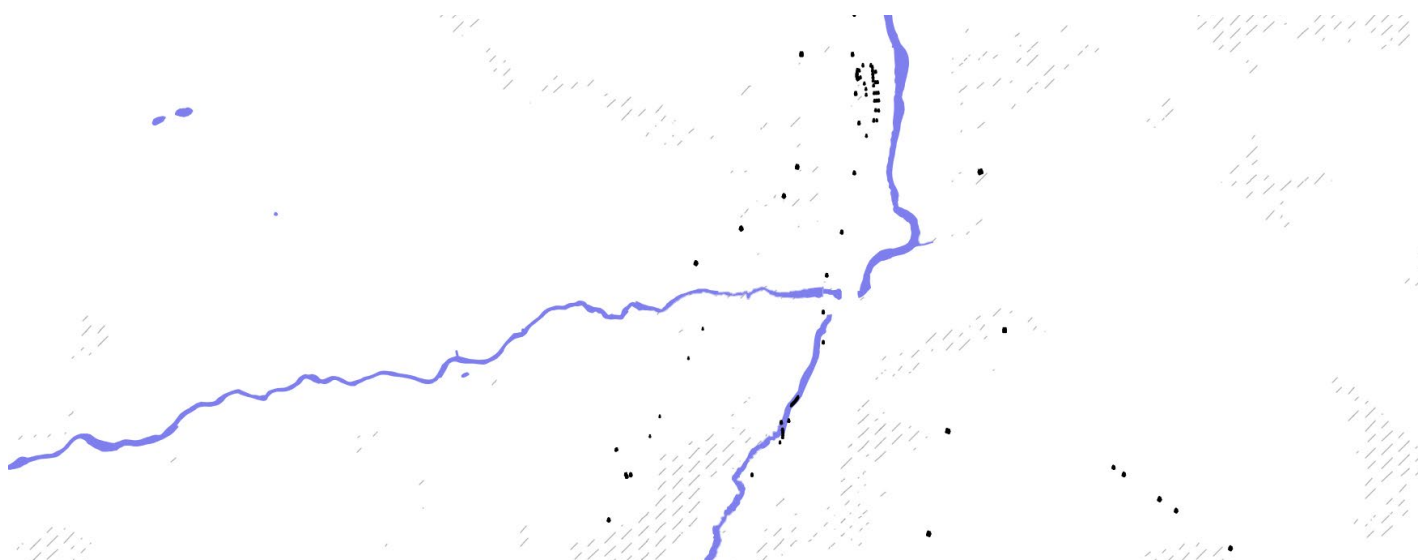
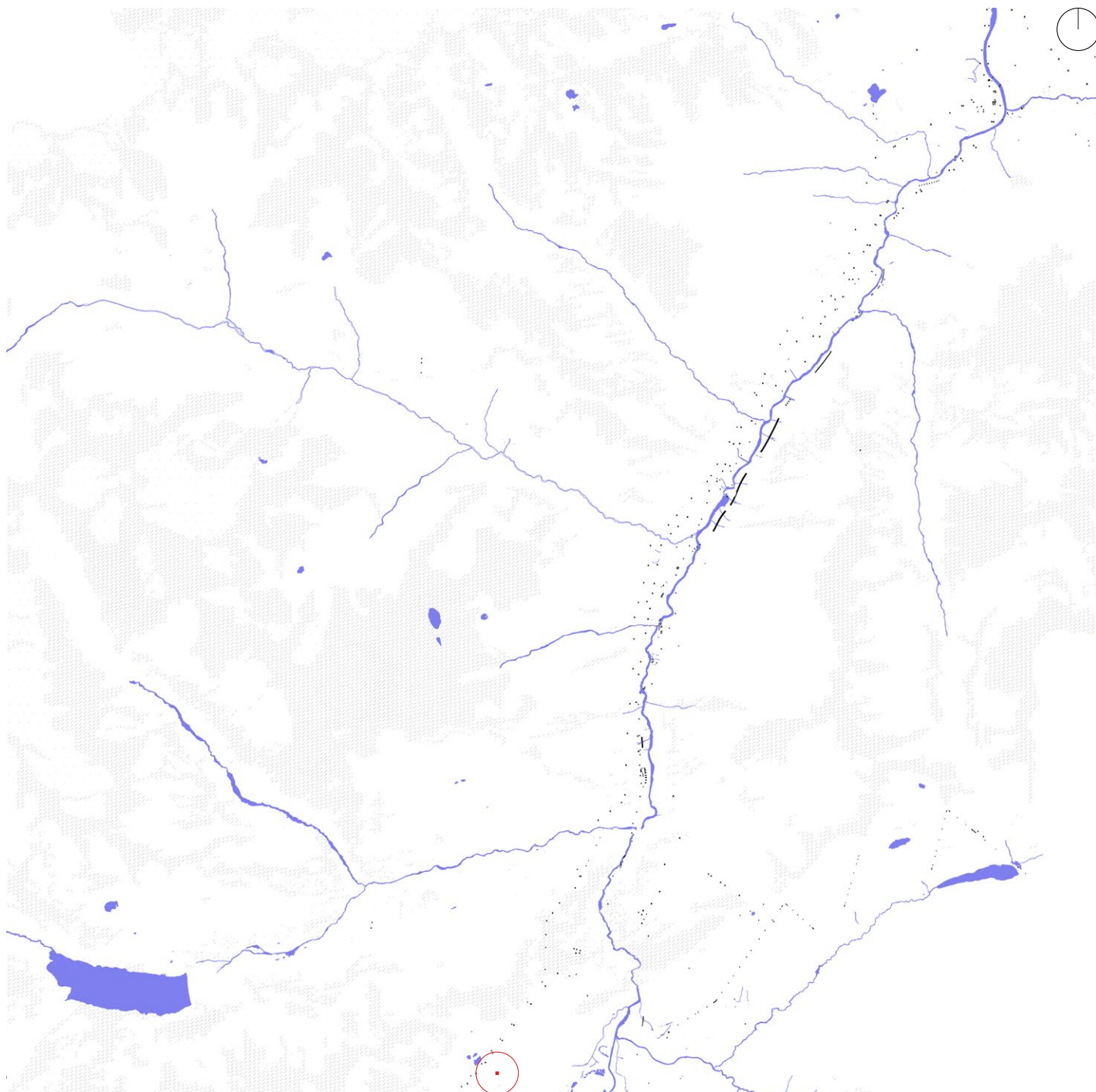
A2 BASEL-CHIASO, POSTKARTE, 1967



STRASSEN



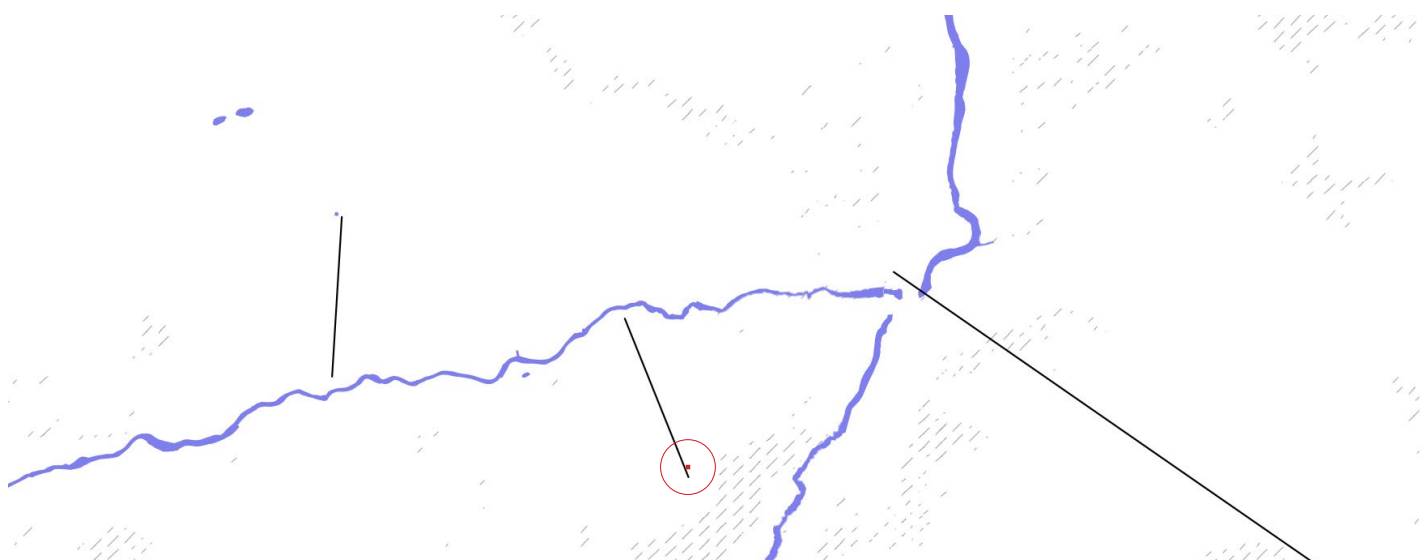
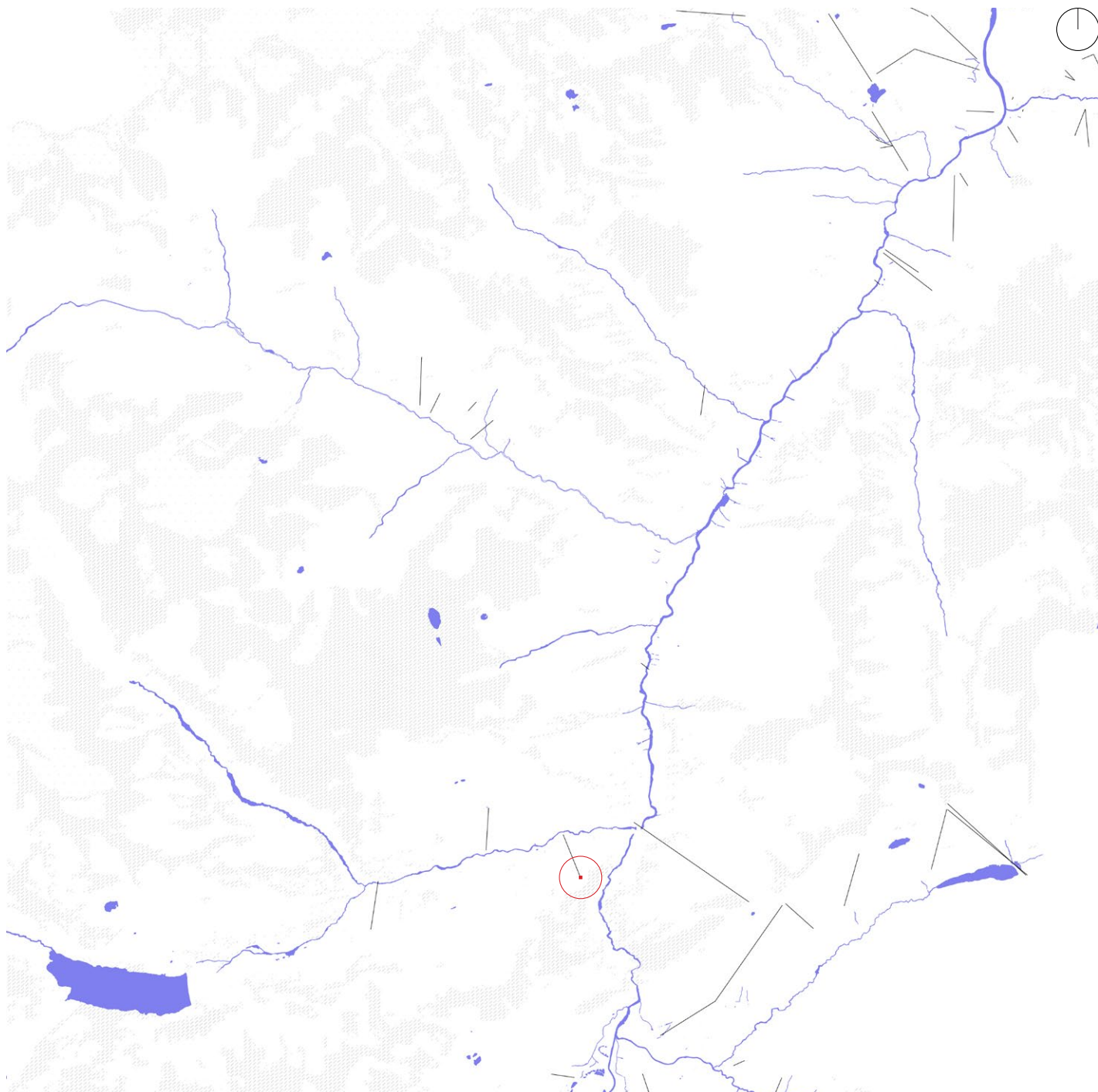
STROMMAST GOTTHARD-PASS, BFE



MASTEN



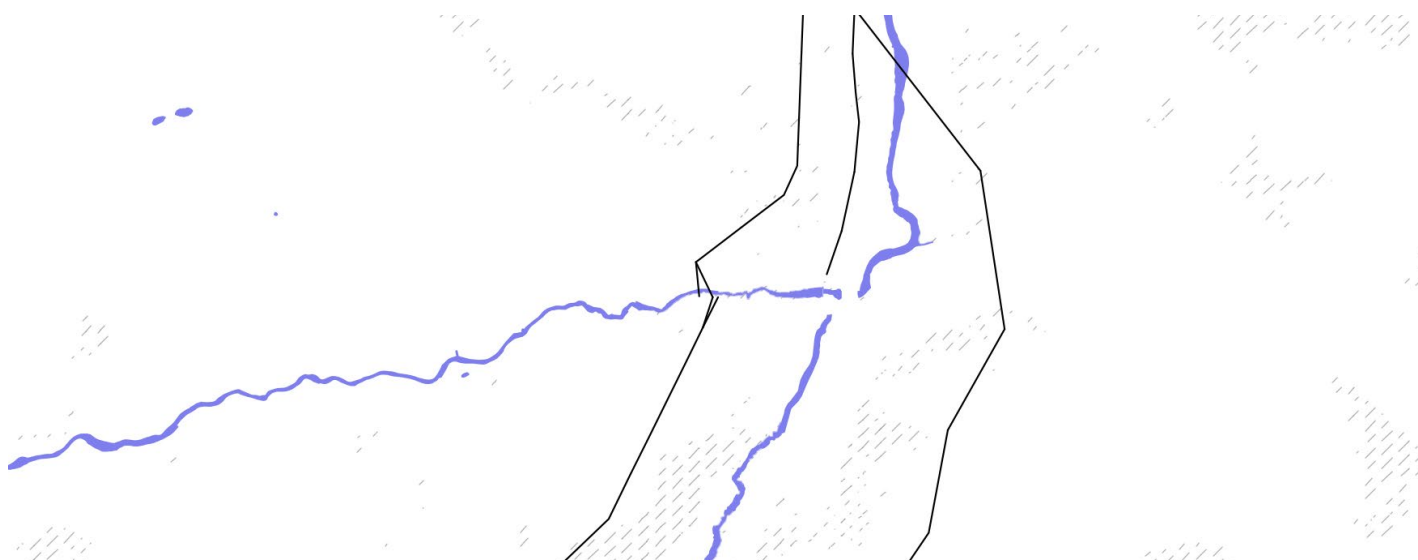
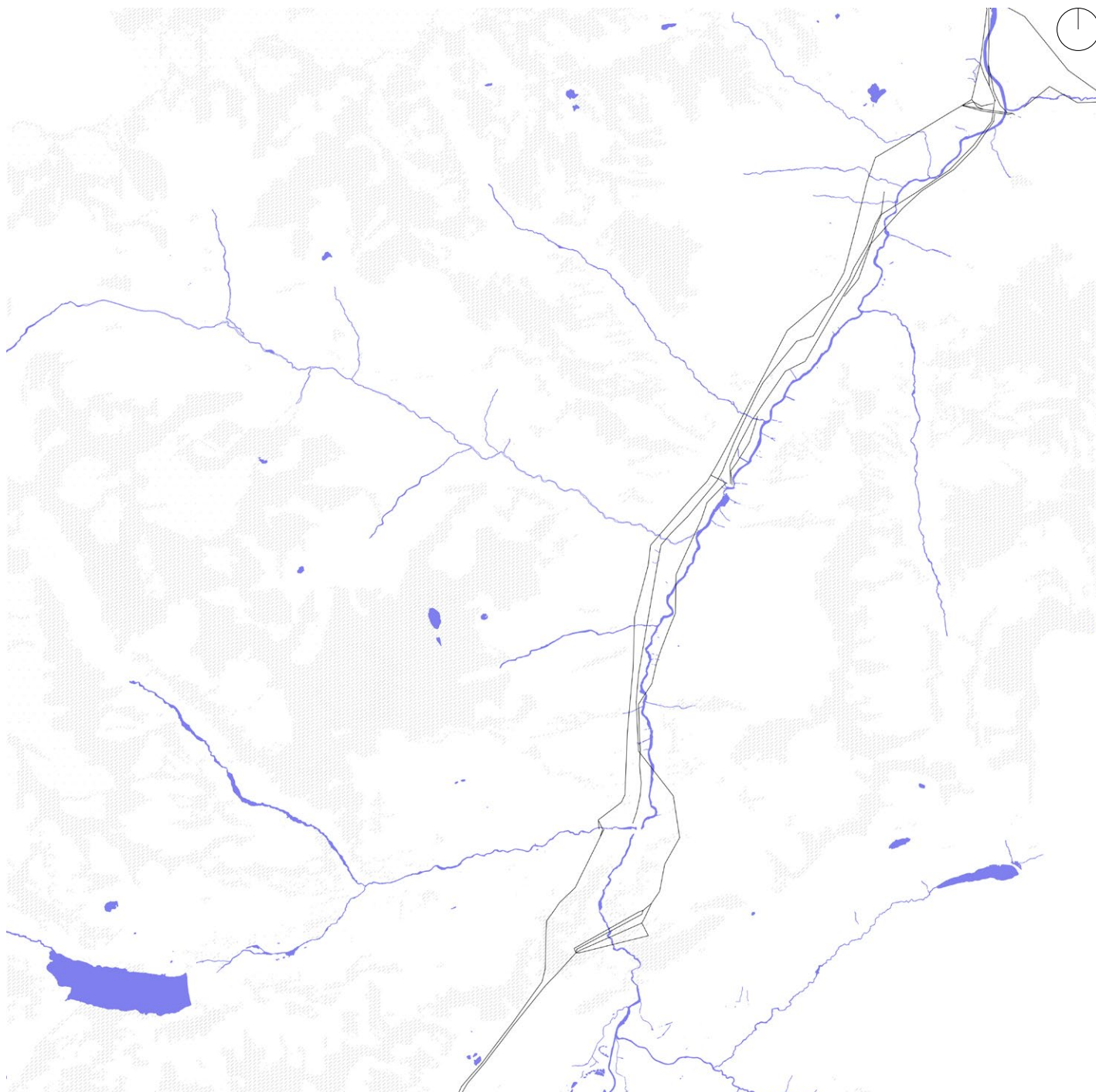
LUFTSEILBAHN GÖSCHENEN WIGGEN, 2014



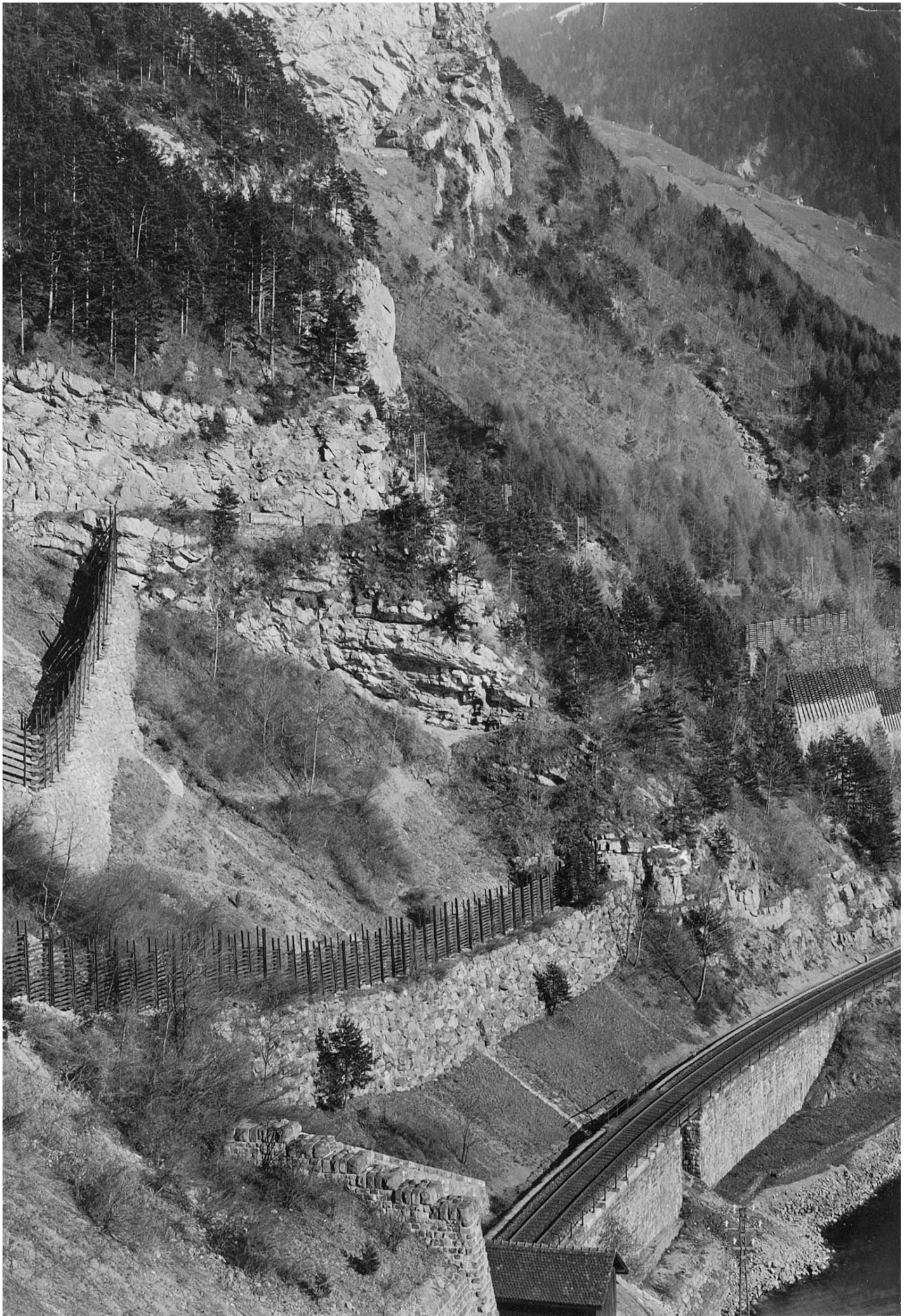
SEILBAHNEN



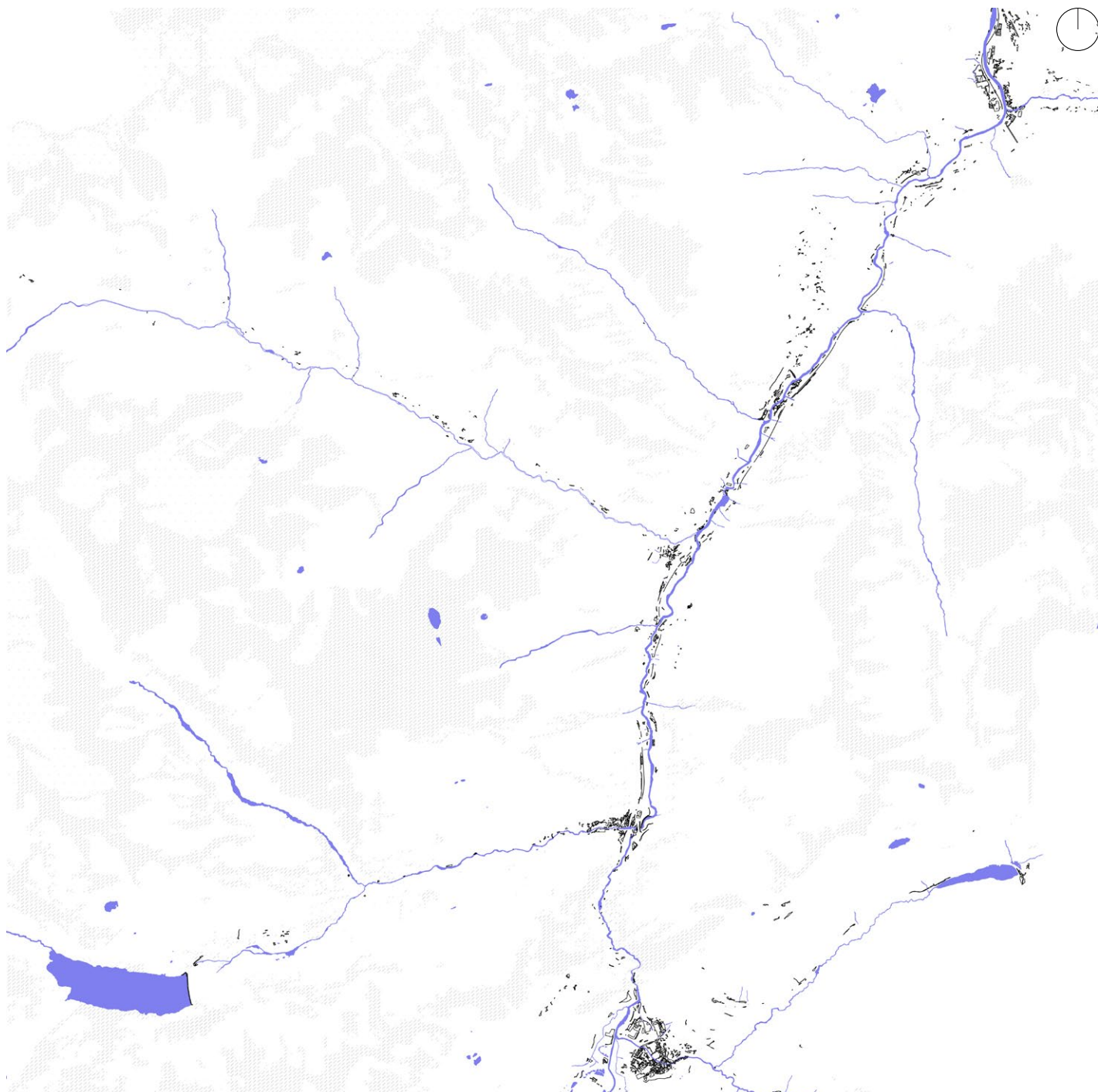
BAU FREILEITUNGSMAST, NANT DE DRANCE



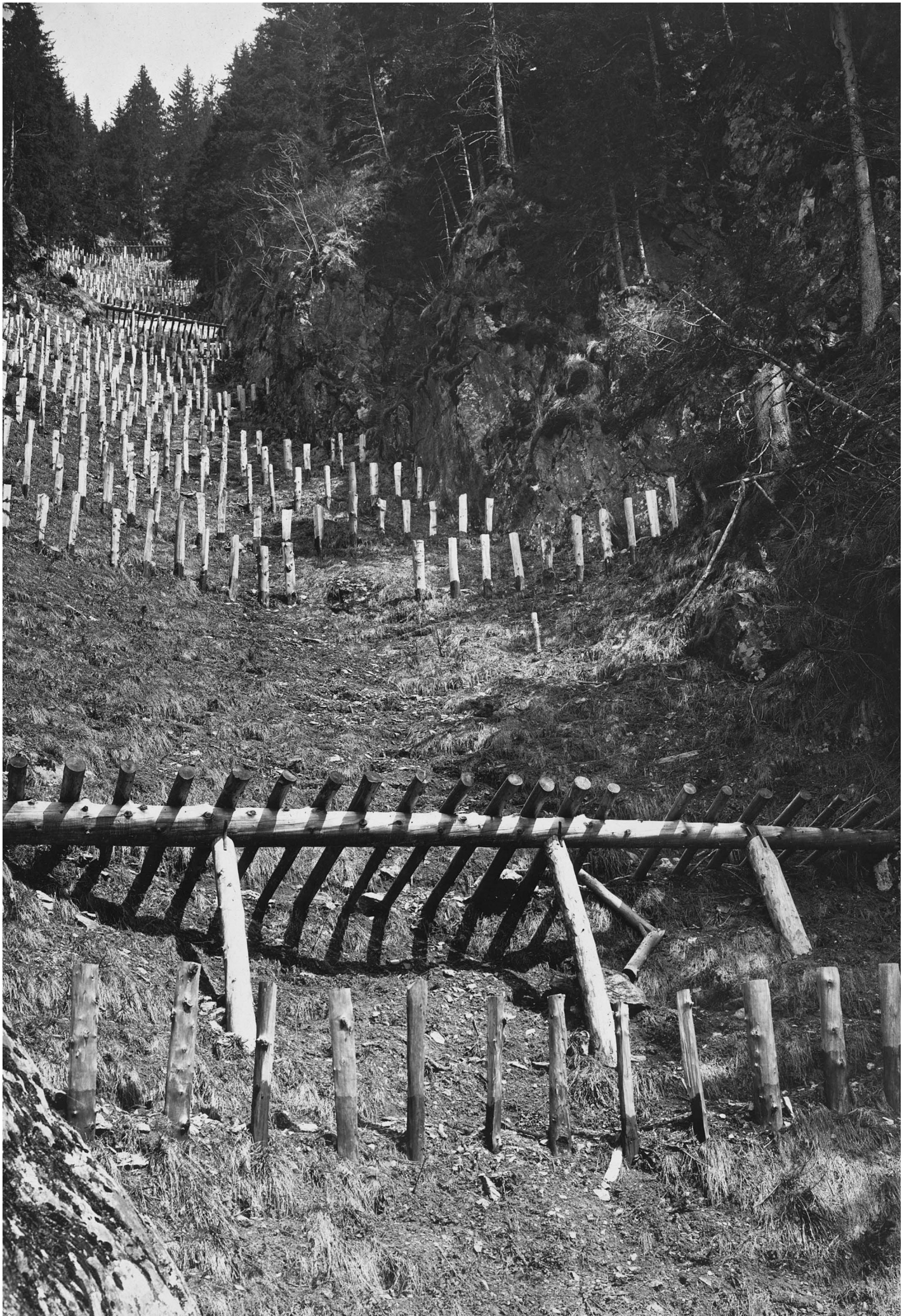
HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN



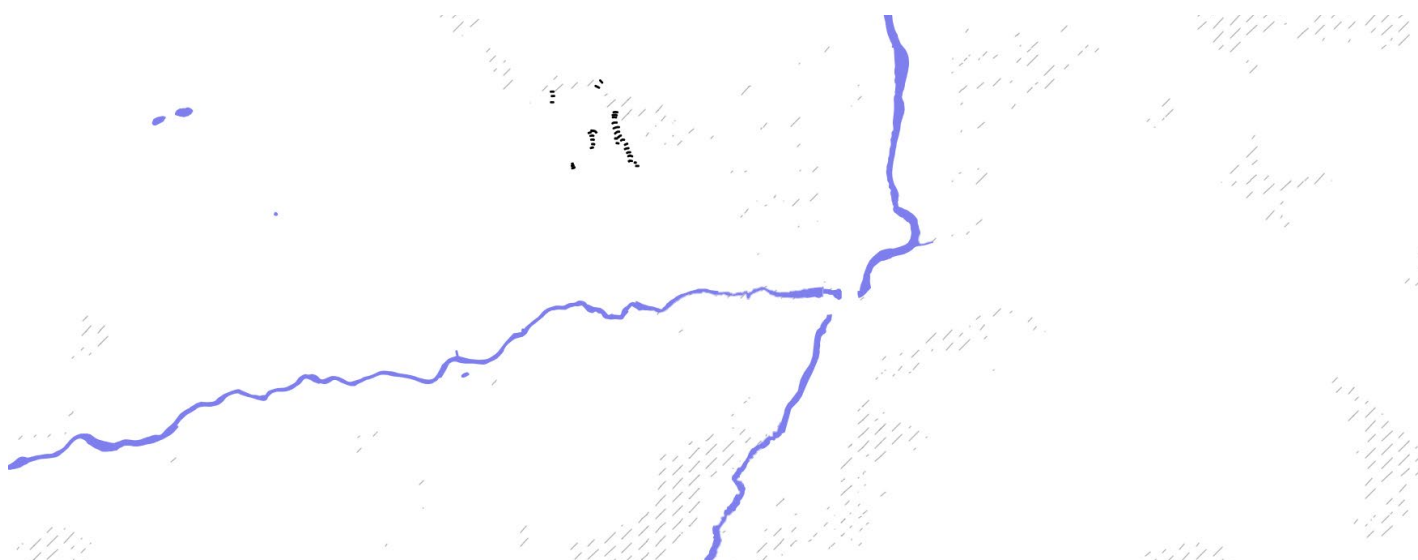
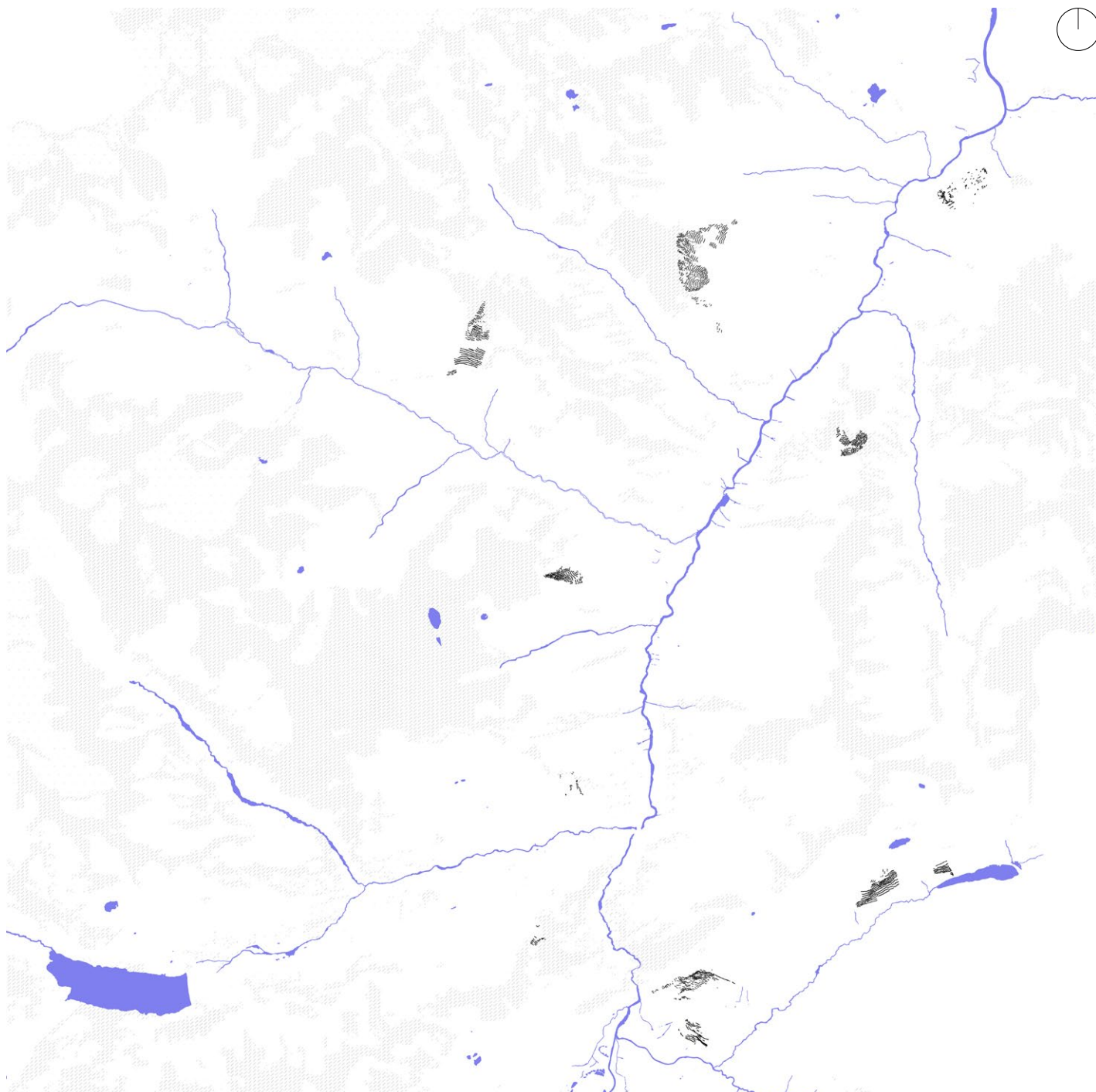
AXENECK-SULZEGG, SCHUTZBAUTEN GEGEN STEINSCHLAG, 1914



HANGSICHERUNGEN



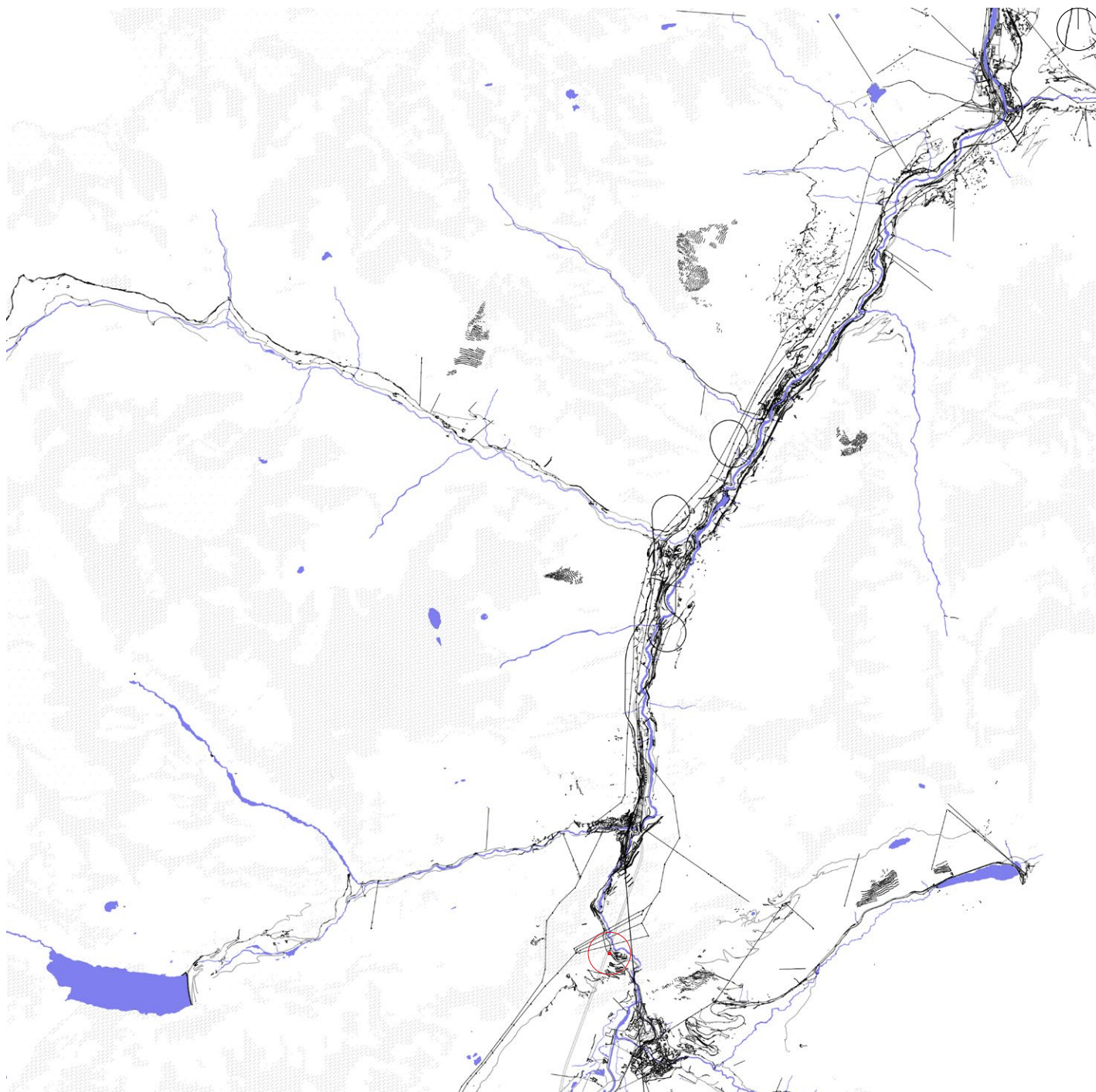
RONEBODEN-STOTZIGZUG, SCHNEEBRÜCKEN MIT PFAHLREIHEN, 1914



SCHNEESPERREN



GOTTHARDLANDSCHAFT, CHAIR OF LANDSCAPE ARCHITECTURE C.GIROT, 2022

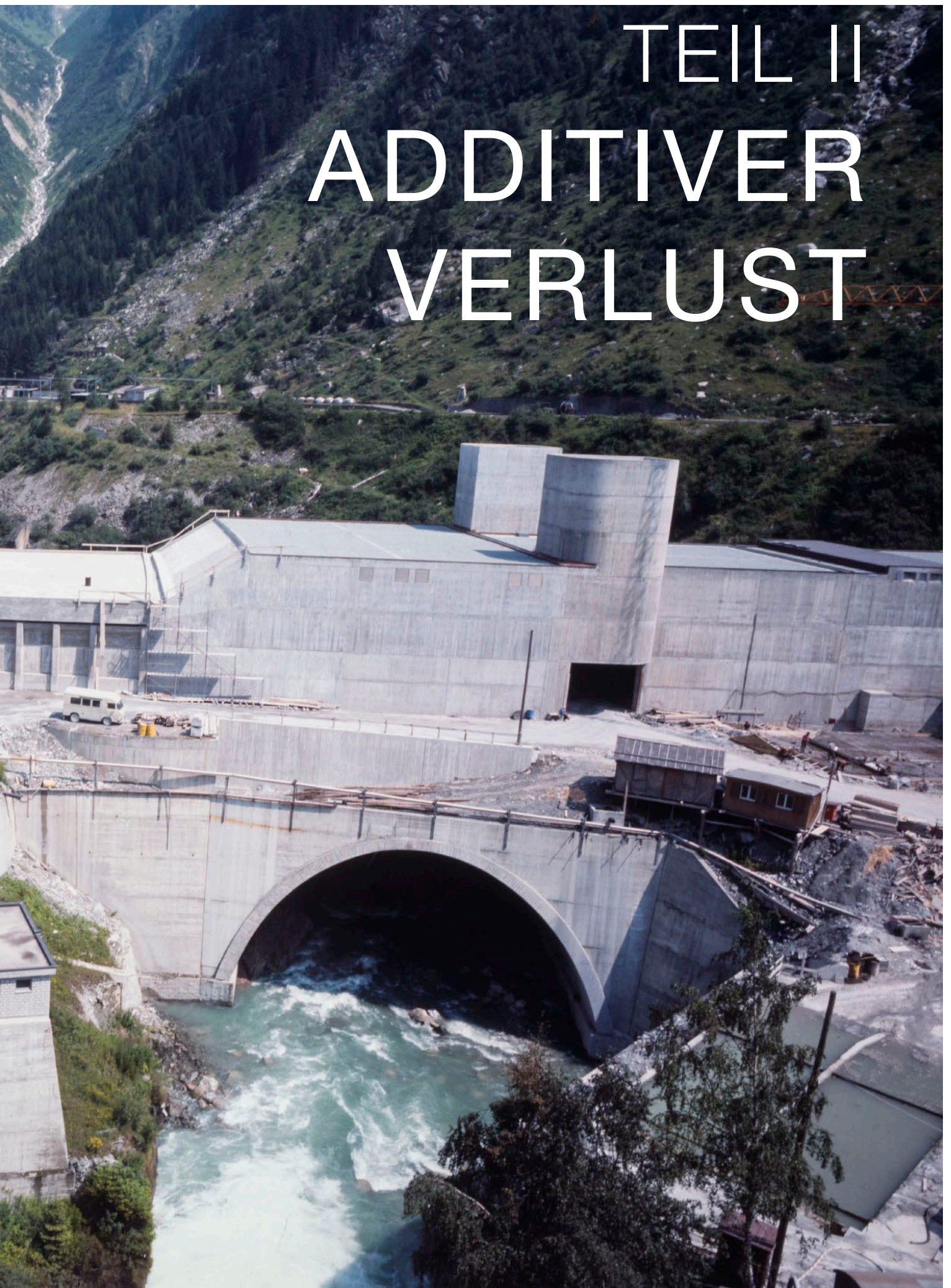


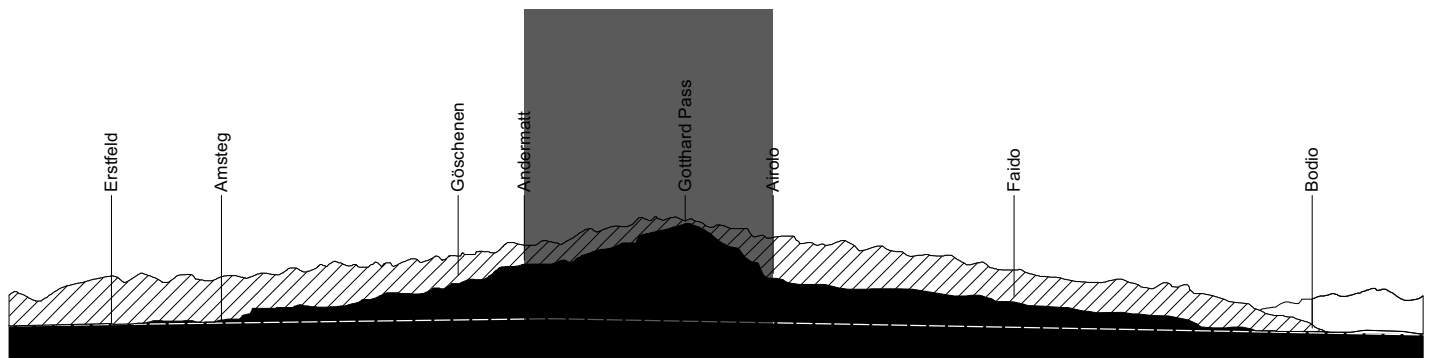
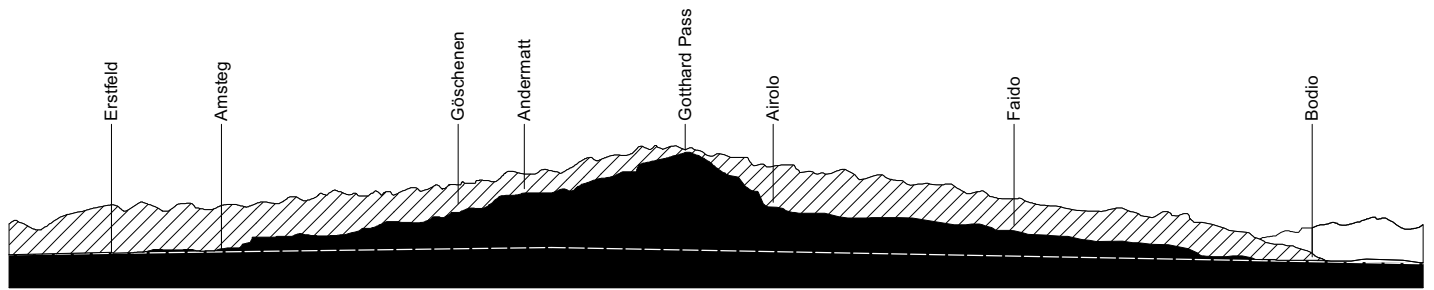
INFRASTRUKTUR NETZ



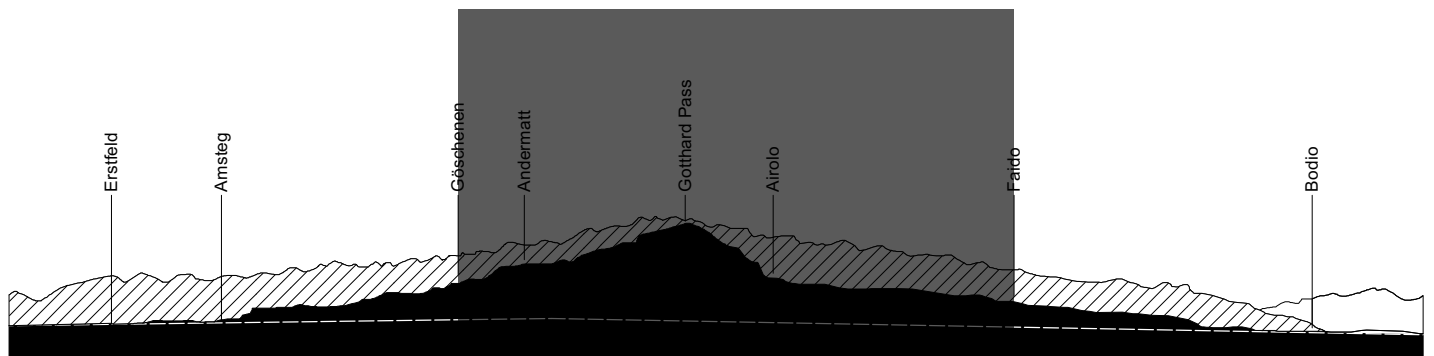
GOTTHARDTUNNEL UND N2, HANS KREBS, GÖSCHENEN, 1977

TEIL II ADDITIVER VERLUST

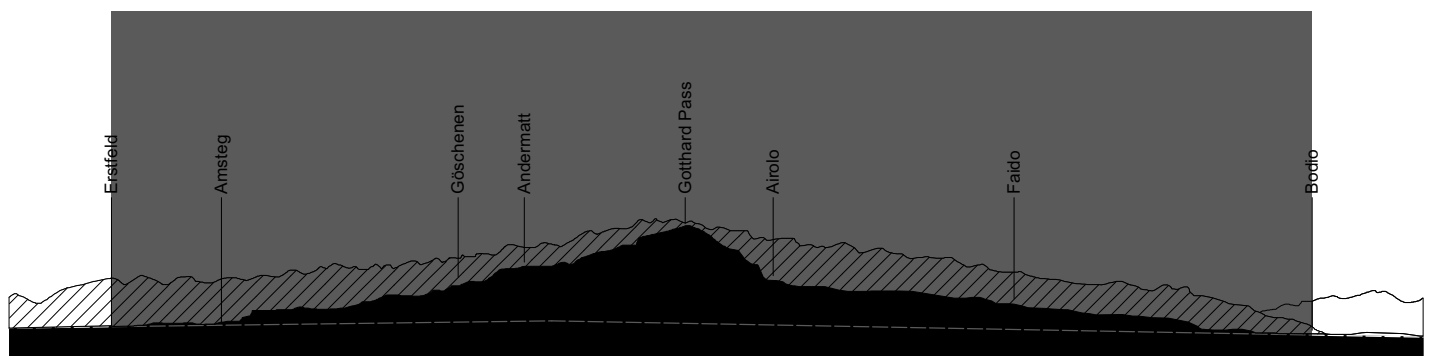




1880



1980

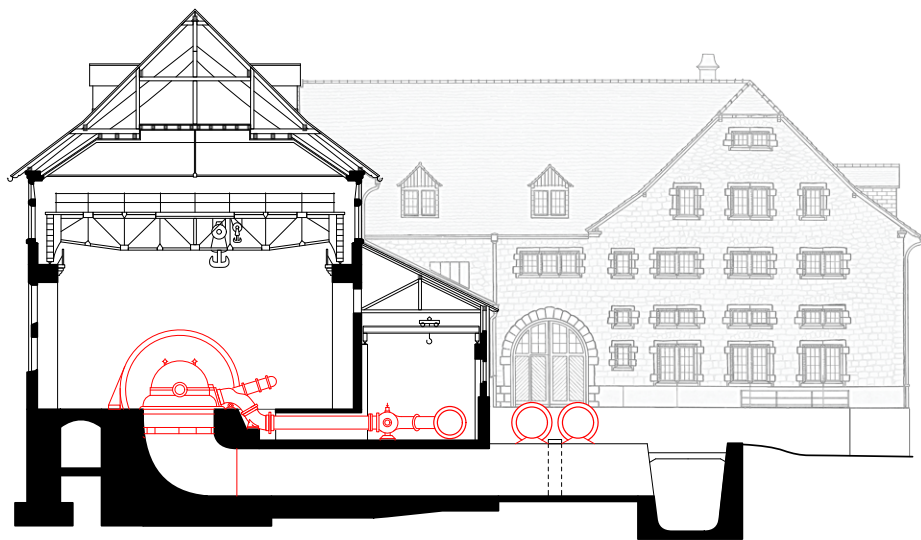


2016

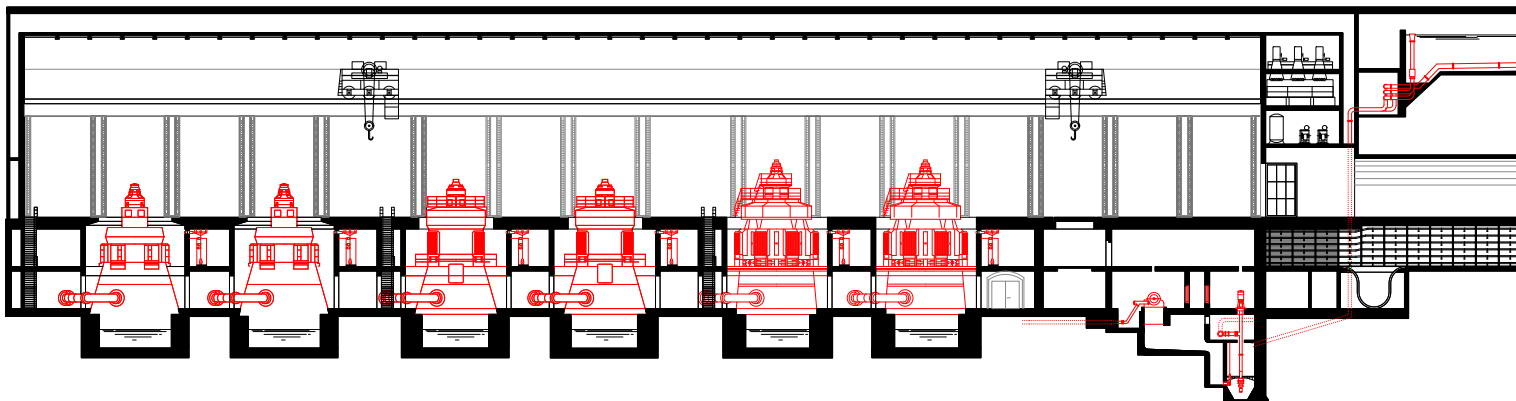
Der Alpine-Raum, wie wir in heute kennen ist keine Refugium der Ursprünglichkeit, sondern Produkte der Moderne. Wir sehen die Spuren in bemerkenswerter Dichte entlang der Reusskaskade. Das Verlangen von immer zeiteffizienteren Routen, komfortablerem Reisen und mehr Gütertransport, hat immer längere Tunnelbauten zur Folge. Mit Ihnen verschieben sich die Portale immer weiter ins Flachland und ziehen die für den Bau nötigen Infrastrukturen mit sich mit. Der Alpenraum zwischen den Portalen verschwindet. Das Alpenmassiv verliert an Bedeutung und wird immer mehr verlassen. Der Verlust von Visibilität geht mit dem Verlust von Öffentlichkeit einher.

Die Kraftwerke entlang der Reusskaskade zeigen eine ähnliche Entwicklung wie die der Transportwege. Sie meiden die Gefahrenzonen der Steilhänge und weichen immer weiter in den Berg hinein. Während beim Kraftwerk Amsteg 1920 noch der gesamte Komplex sichtbar war, wurde 1949 bei Wassen-Kraftwerk die Maschinenhalle und Druckleitungen in den Fels versenkt. Beim Kraftwerk Göschenen (1961) wurde die gesamte Anlage in den Berg gebaut, nur die Freiluftschaltanlage und das Betriebsgebäude stehen am Rande des Dorfes.

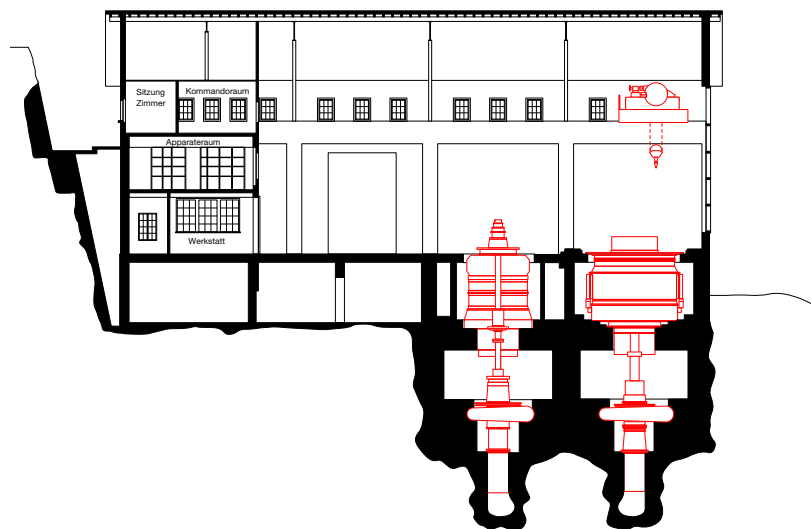
Diese Bewegung nach innen verneint Ihre Existenz und bewirkt eine Befremdung mit den Infrastruktur-Bauten und dem damit einhergehenden Verständnis ihrer Präsenz. Der daraus resultierende Verlust zur Öffentlichkeit verneint die aufgeladene Baugeschichte im Tal, nämlich wie der Mensch mit und gegen der Berg lebt. Auch diese Entwicklung zeugt, ähnlich wie beim Tunnelbau, von der räumlichen Verkürzung des Tales.



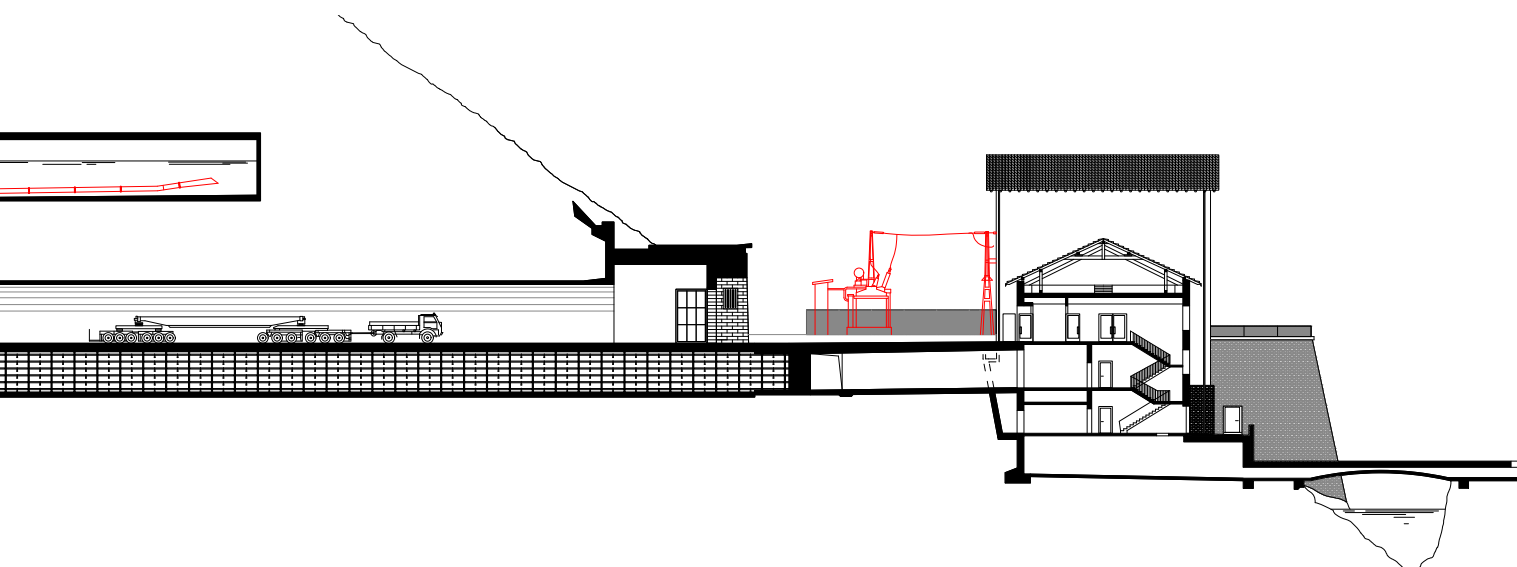
KRAFTWERK AMSTEG 1922



KRAFTWERK GÖSCHENEN 1960

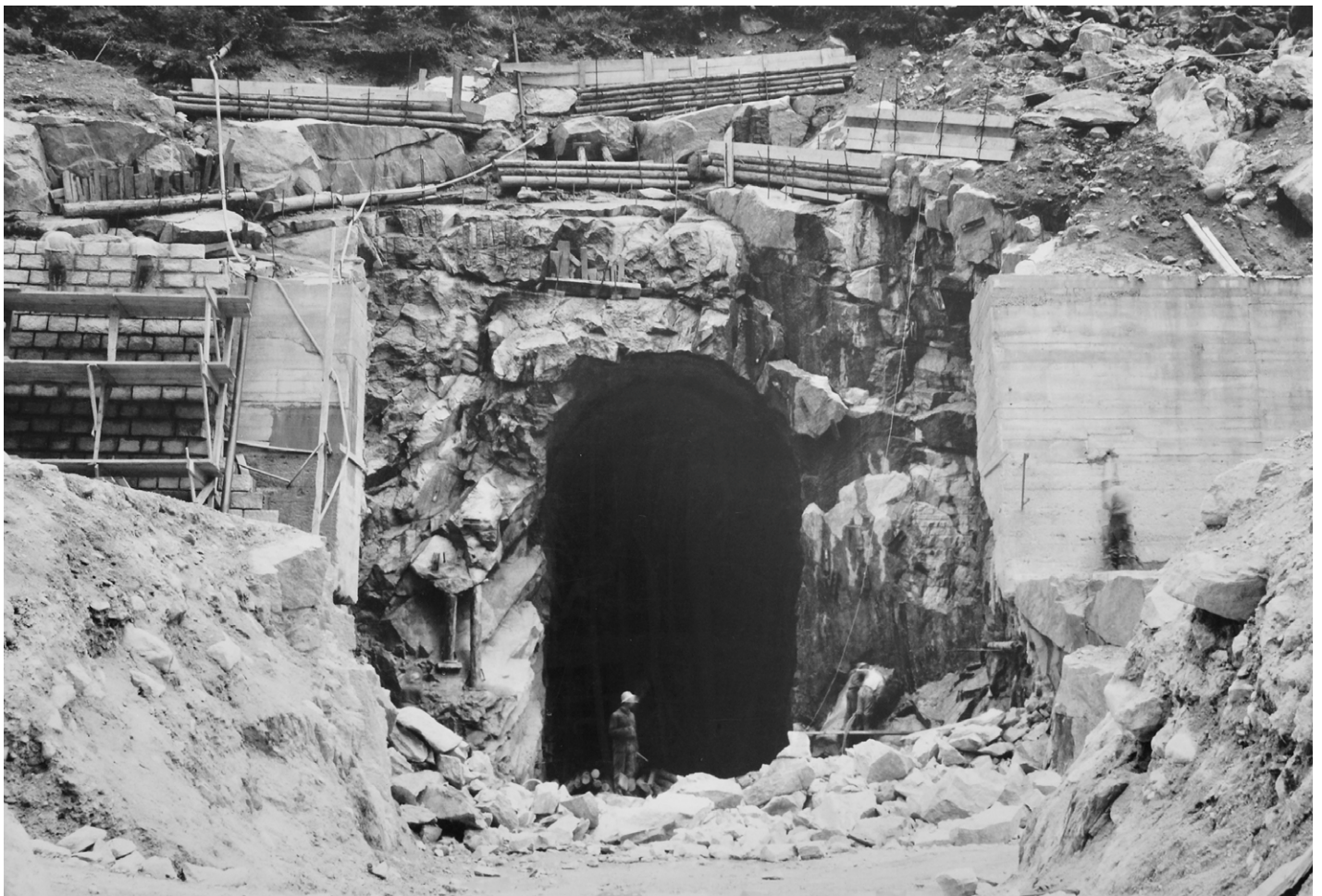


KRAFTWERK WASSEN 1949





PORTAL ZUR MASCHINENKAVERNE, GÖSCHENEN



BAU DES ZUGANSSSTOLLEN KRAFTWERK GÖSCHENEN, 1957

Kraftwerk Göschenen

Strom war die wichtigste technische, kulturelle und gesellschaftliche Veränderung der Schweiz im 20. Jh. Als Antrieb von Fortschritt genossen die Bauten dieses wichtigen Gutes eine relativ hohe Akzeptanz bei der Öffentlichkeit. Stauseen füllten Täler - Stromleitungen ersetzten die rauschenden Flüsse und Bäche der Alpen. Die Höhendifferenzen der alpinen Kantone wurden zu einer wichtigen Ressource. Ganze Landzüge, die lange als unproduktive Gebiete galten, wurden plötzlich zu Sammelbecken und Wasserspeicher.

Als die Euphorie um die Elektrifizierung abgenommen hat, und die Gesellschaft Strom als ein gegebener Zustand akzeptiert hat, verschwand damit auch das öffentliche Interesse. Nachdem 1951 die Pläne für das Urserenkraftwerk aufgegeben worden waren, welcher vorsah, das gesamte Urserental zu fluten, begann die Planung des Göscheneralpsee mit dem Kraftwerk Göschenen. Die Göscheneralp war weitaus weniger bewohnt und lag nicht auf der wichtigen Gotthard-Achse.

Das Kraftwerk in Göschenen wurde, im Gegensatz zu den bereits bestehenden Wasserkraftwerke der Reusskaskade, zum grössten Teil in den Berg gebaut. Sichtbar bleibt die Freiluftschaltanlage und das Betriebsgebäude, welche sich zwischen der Göschener-Reuss und dem Steilhang der Gemeindegrenze platziert. Während die Maschinenkaverne sich im Massiv dahinter eingräbt, wird sie nur durch einen Portalbau markiert. Interessant ist die Wichtigkeit, die dem Bau damit gegeben wird. Die historisierende Gestaltung suggeriert einen öffentlichen Bau.

Die Case Study zum Kraftwerk Göschenen verdeutlicht die Problematik versteckter und fertigen Infrastrukturen. Sie bleiben unbeweglich und werden dadurch unsichtbar.

▽ 1800

Wasserschloss Rötiboden



▽ 1660

Windenkammer Rötiboden

▽ 1430

Wasserschloss Stockwald

▽ 1390

Windenkammer Stockwald

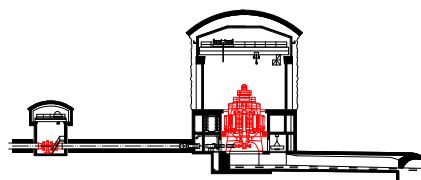


▽ 1080

Turbinenachse

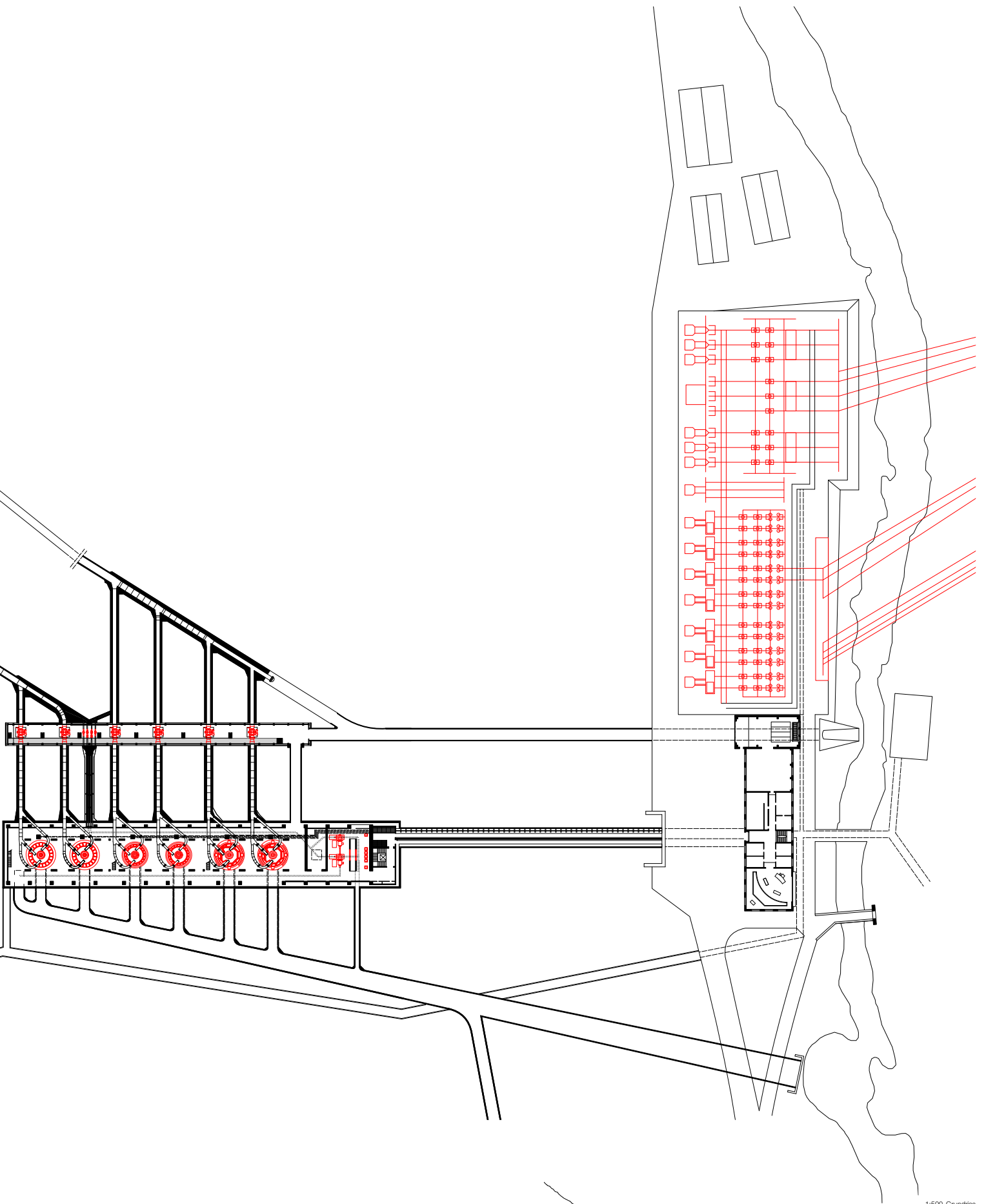
1:500

Ansicht Maschinenkaverne

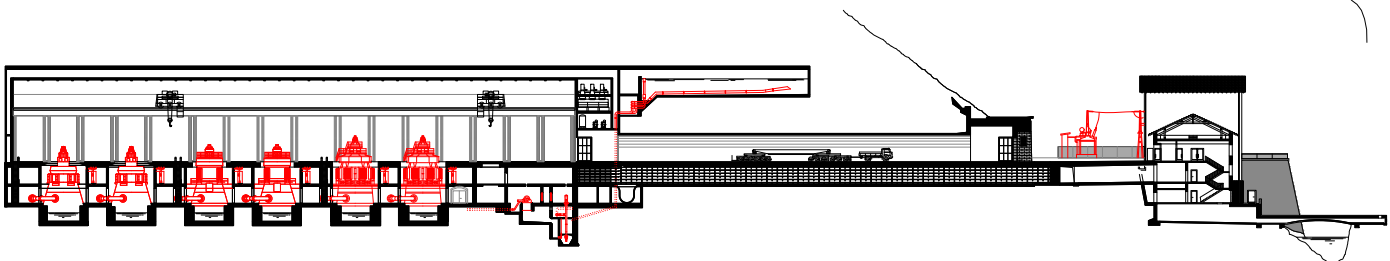


1:500

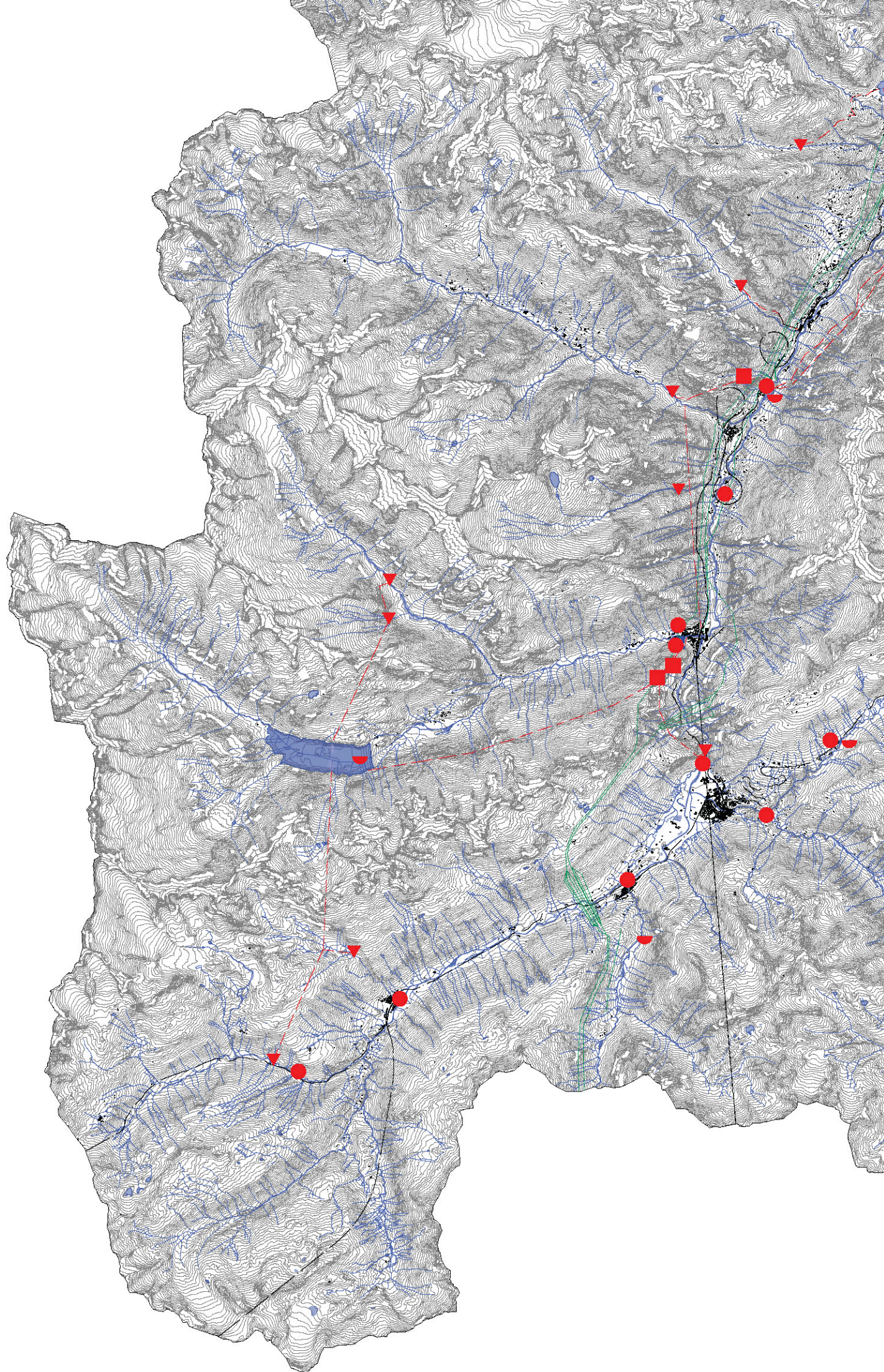
Querschnitt Kaverne

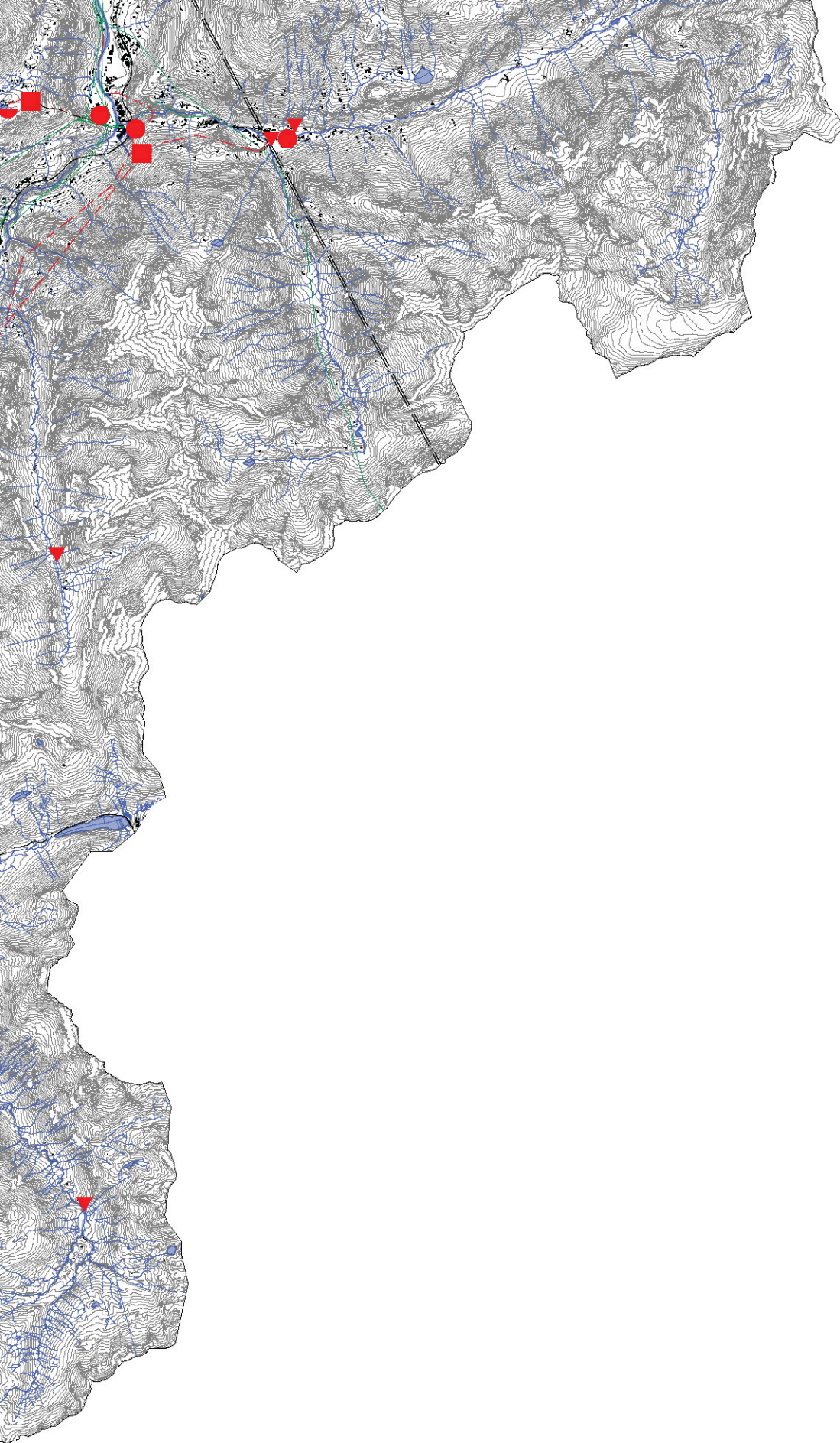


1:500 Grundriss



1:500 Schnitt





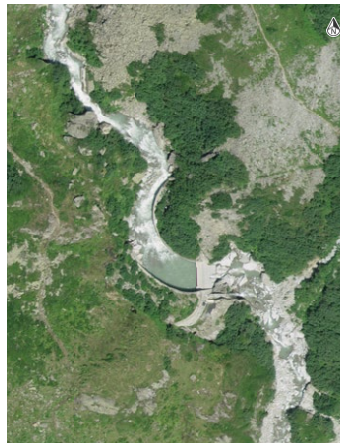
- WASSERSCHLOSS
- ▼ WASSERFASSUNG
- WASSERKRAFTWERK
- ◐ WASSERSPEICHER



Furkareuss



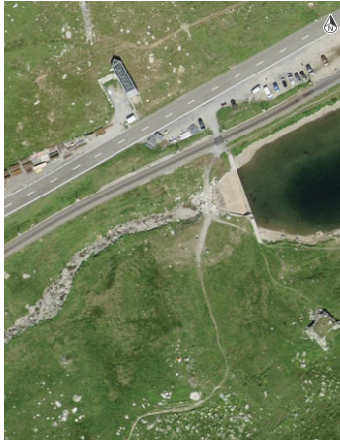
Urnerloch



Voralpreuss



Stockbach



Oberalpsee



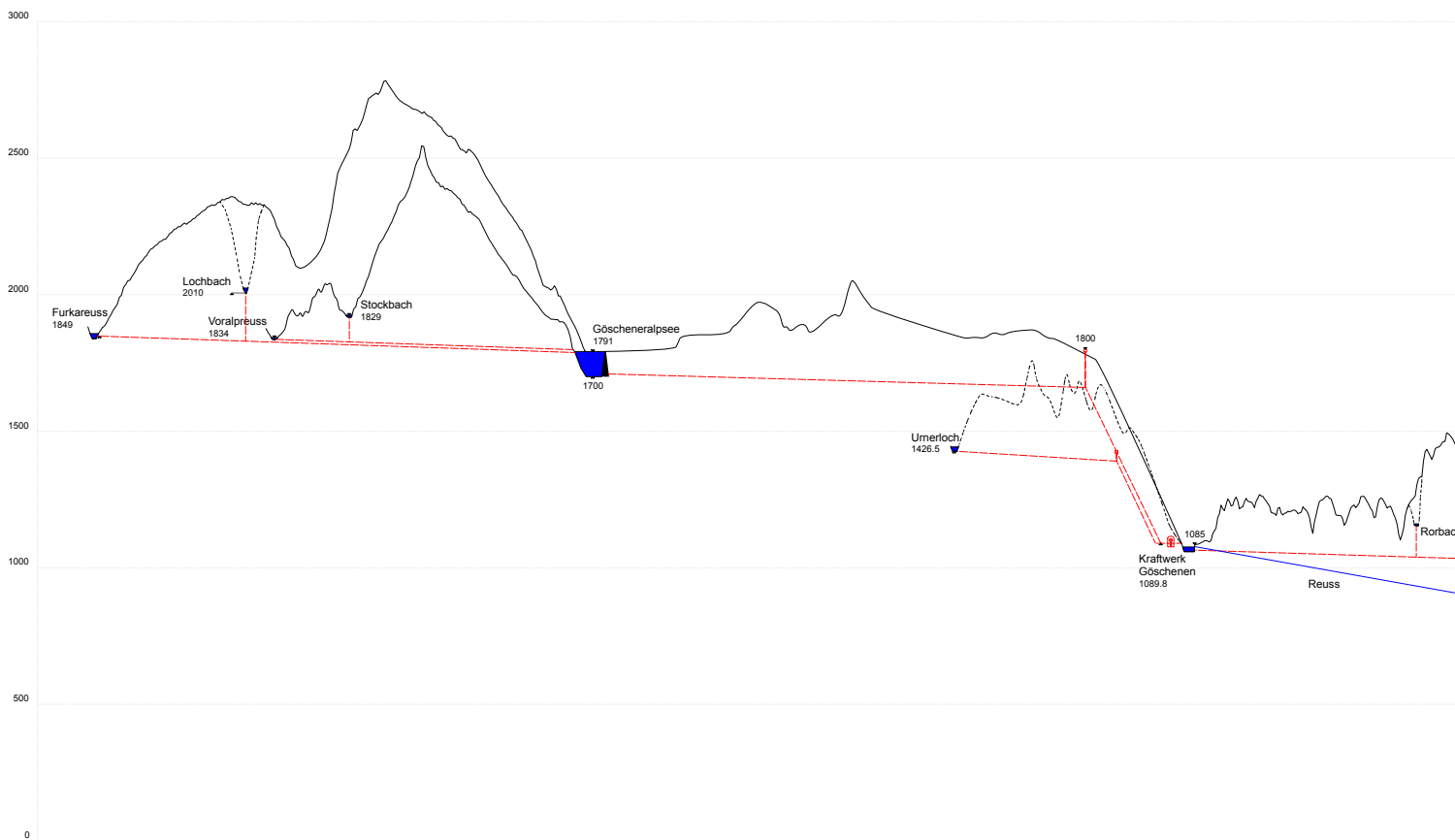
Oberalpreuss



Arnisee



Gotthardreuss





Mainenreuss



Realp I



Unteralpreuss



Gornerbach



Realp II



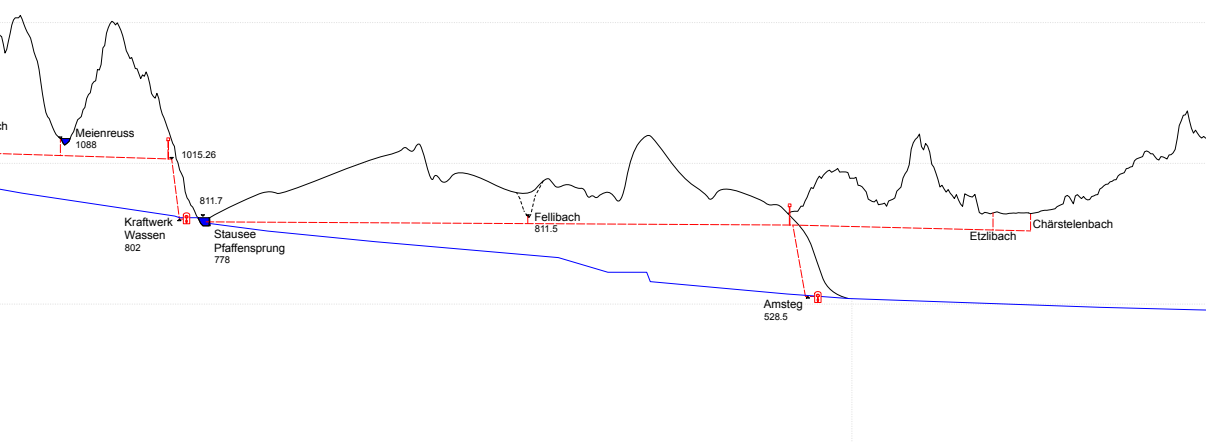
Oberalp



Hospental

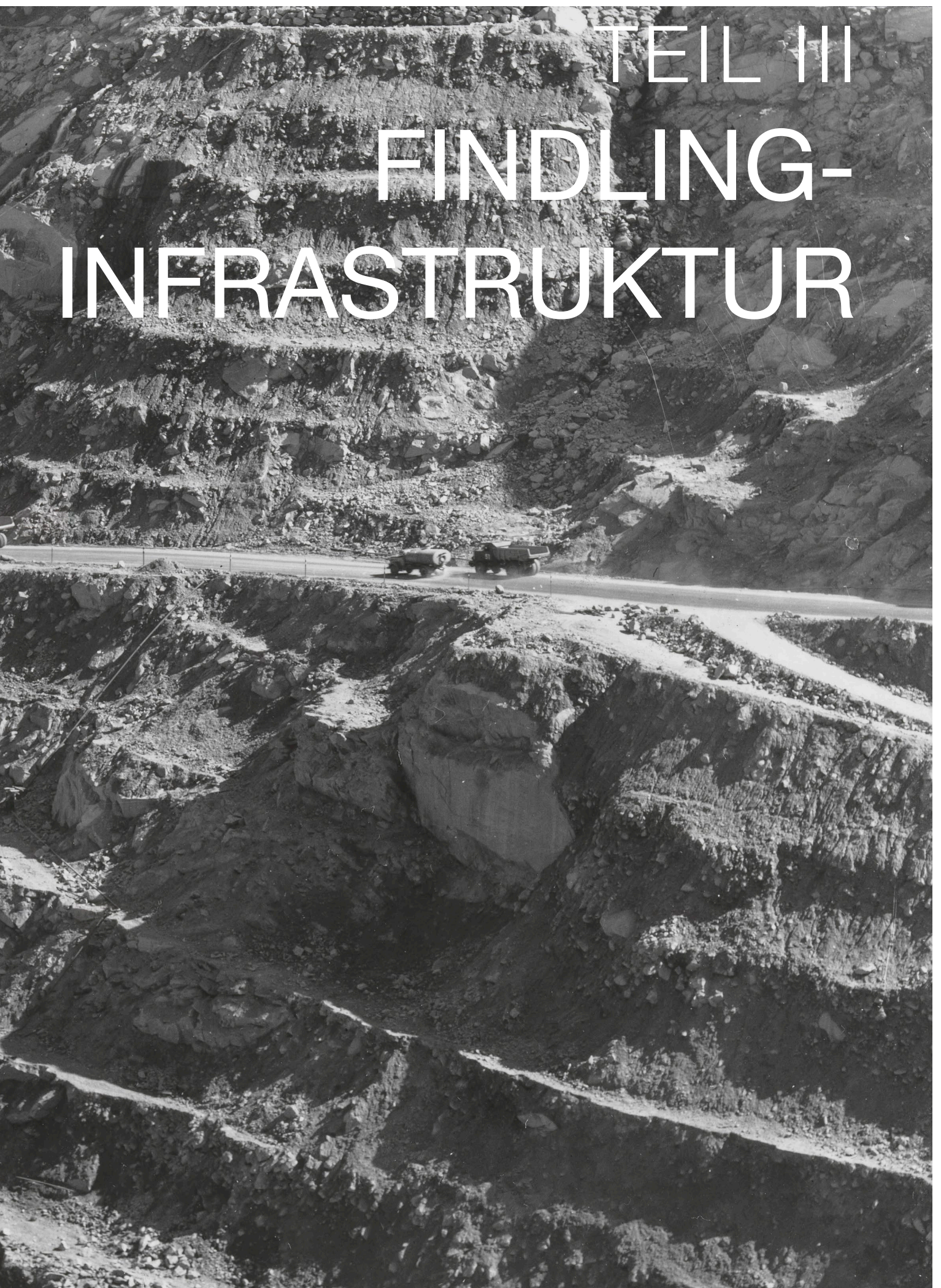


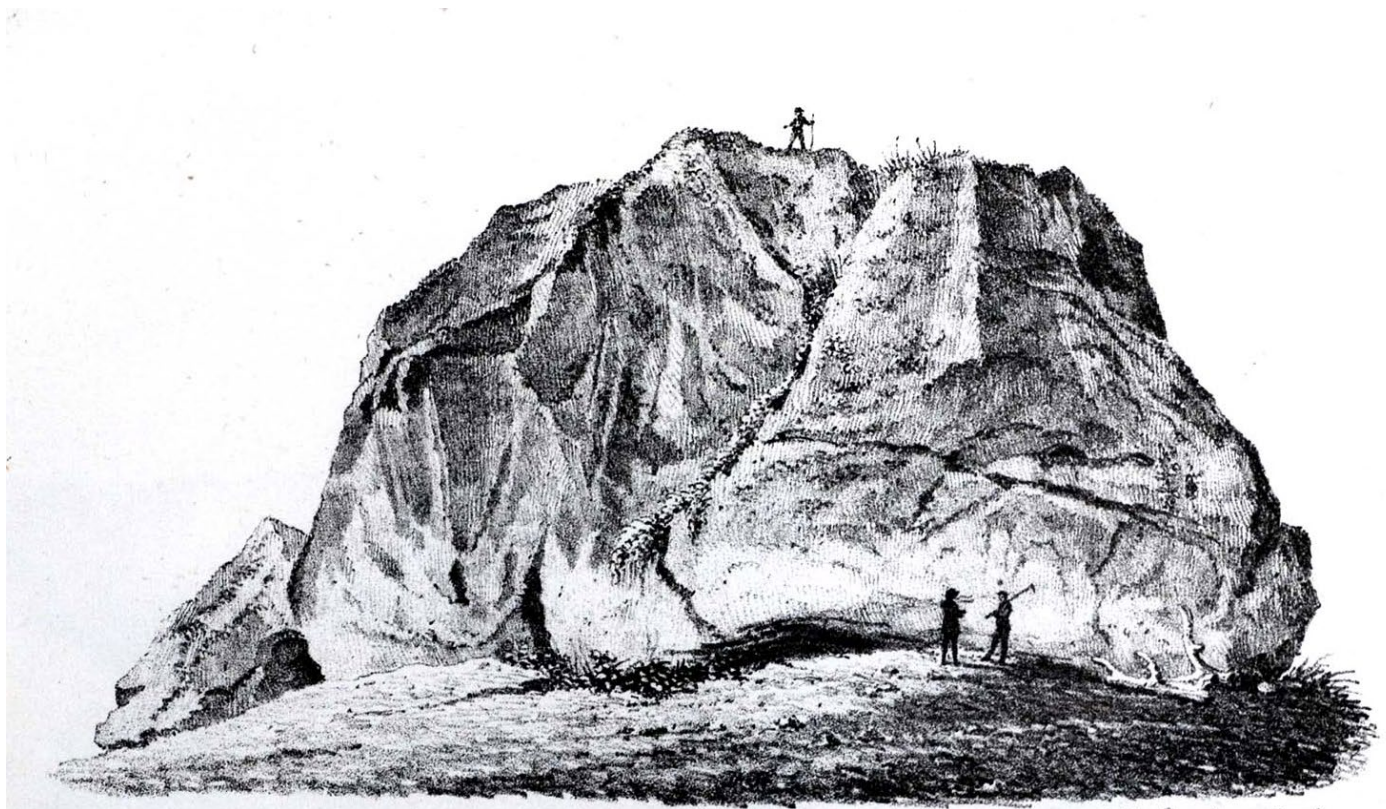
Rorbach





TEIL III FINDLING- INFRASTRUKTUR





Lith. Sponglér et Comp^{te}

N^o 1. PIERRE DES MARMETTES.

PIERRE DES MARMETTES, JOHANN VON CHARPENTIER , 1841



VERSCHIEBUNG DES TEUFELSTEINS, GÖSCHENEN, JULES VOGT, 1973

Nach der Fertigstellung von Grossprojekten wie Stauseen, Tunnelarbeiten oder Strassenerweiterungen bleiben oft nur noch Spuren des Bauprozesses in der Landschaft zurück.

Scheinbar zufällig verteilt wirken diese Strukturen heute wie Findlinge. Erratische Blöcke, welche mit den Bauprojekten immer weiter Tal abwärts fliessen. Ob verlassen oder noch genutzt, ist die Reusskaskade heute übersät mit diesen Findlingen der Moderne. Diese Findlinge verfügen über eine gewisse Polarität. Ob Sie uns anziehen oder zwingen Sie zu umgehen, stellen sie Bezugs- und Orientierungspunkte in der Landschaft dar.

Infrastrukturen werden in der Öffentlichkeit oft statisch wahrgenommen, was der Vorstellung entspricht, dass Infrastrukturen im Hintergrund arbeiten und erst dann ins Blickfeld geraten, wenn sie nicht mehr funktionieren.

Erratischen-Infrastrukturen ermöglichen eine Sichtweise hin zu einem dynamischen Verständnis für die statisch wahrgenommen Strukturen. Diese Überbleibsel ermöglichen den öffentlichen Verlust eines Projekts, der mit seiner Fertigstellung einhergeht, durch eine Konzentration auf Bewegung und Prozess, auf den ständigen Kampf zwischen Erneuerung und Zerstörung zu ersetzen. Diese Dynamik erfordert eine andere Sichtweise auf Strukturen die *sind*, hin zu welchen die *werden*.

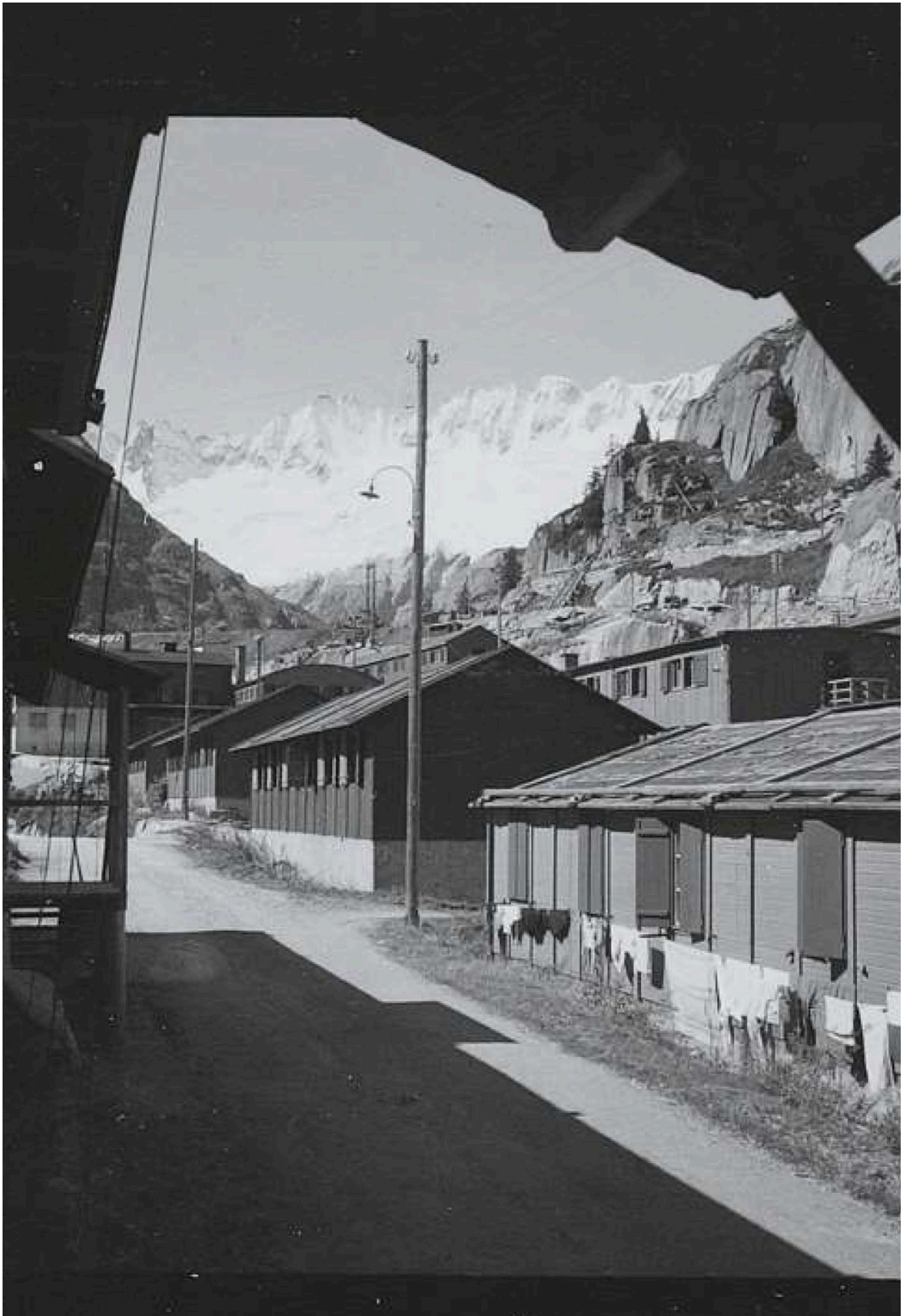
Indem wir Infrastrukturen als mobile Gebilde begreifen, können wir die Beziehung zwischen Auftauchen und Verschwinden besser begreifen.



SEILBAHNTRANSPORT EINES DRUCKROHRS, ELEKTROWATT, 1959

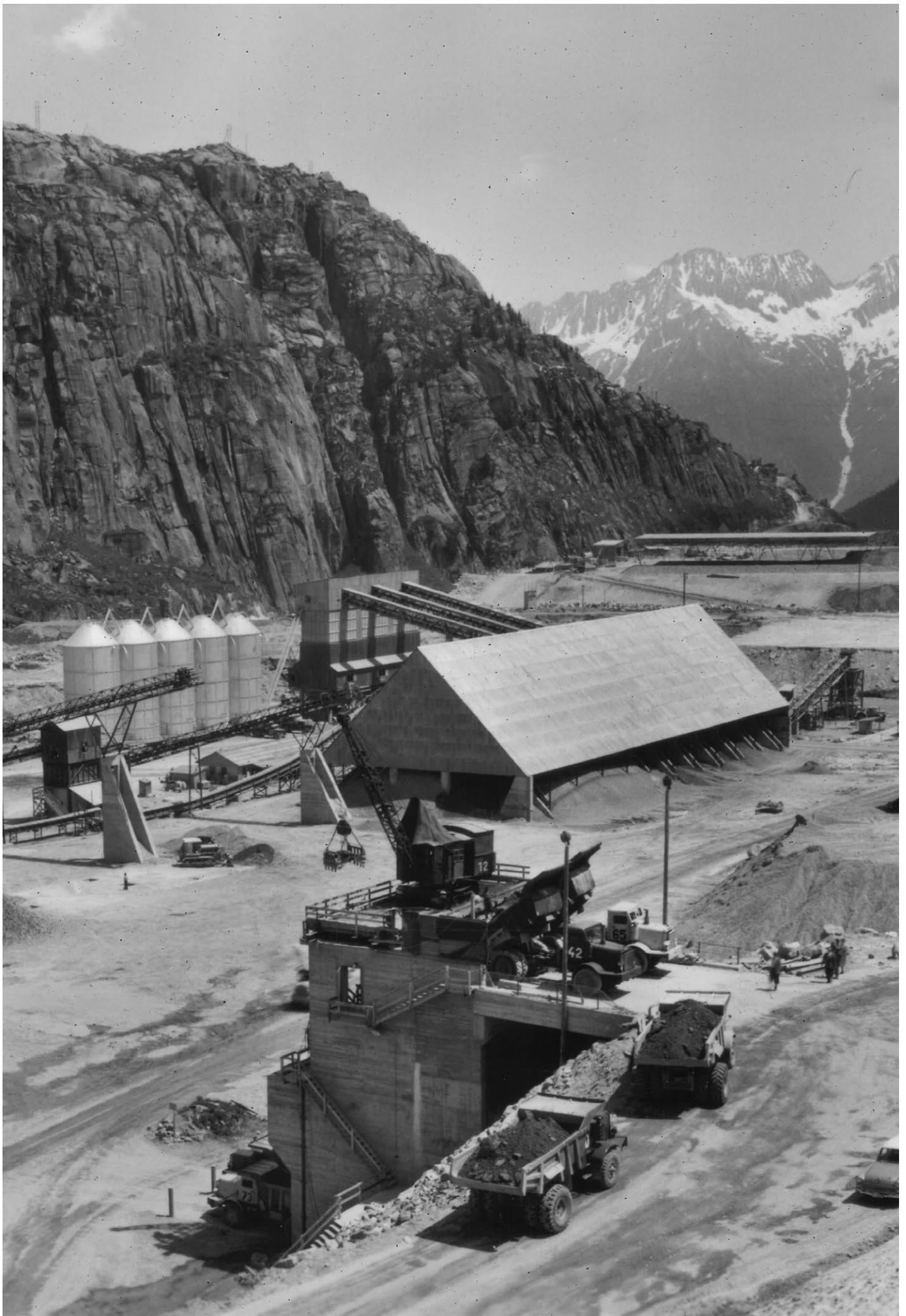


BAU GÖSCHENERALP, 1960

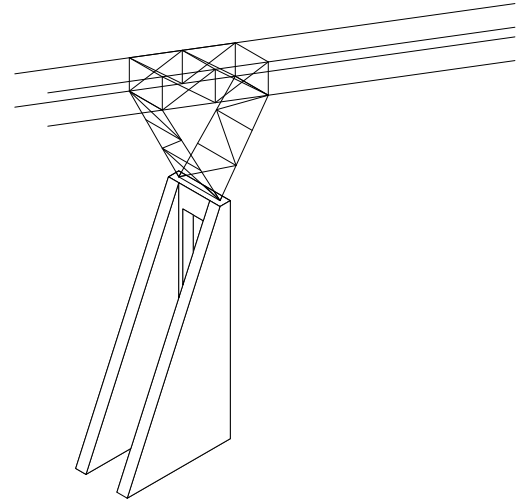
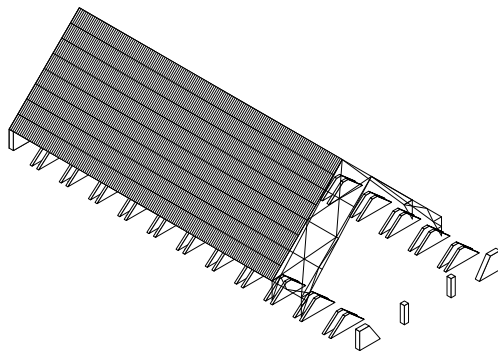
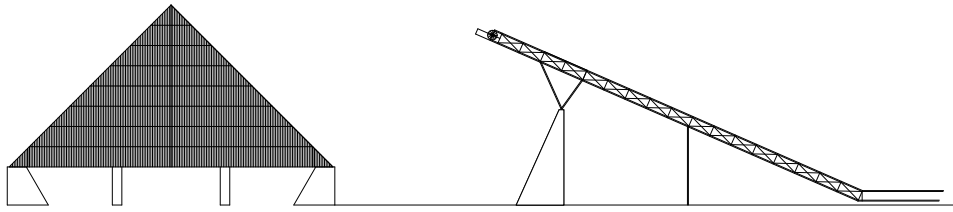


BARAKEN GÖSCHENERALP, 1960

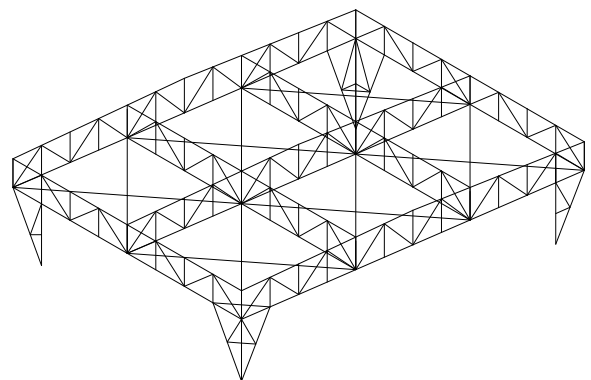
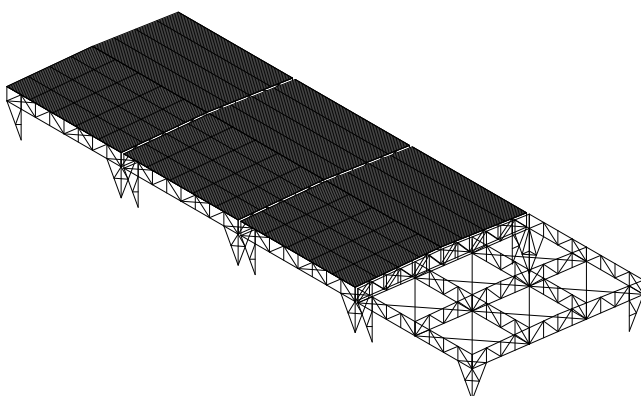
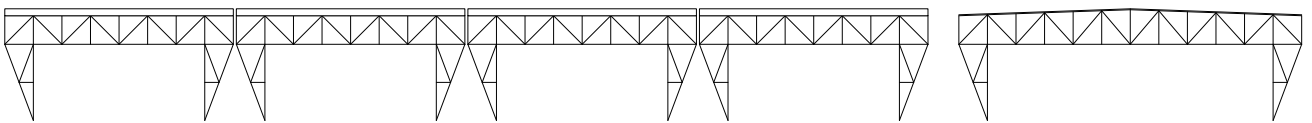




BAU GÖSCHENERALP, 1960



MATERIALDEPOTS



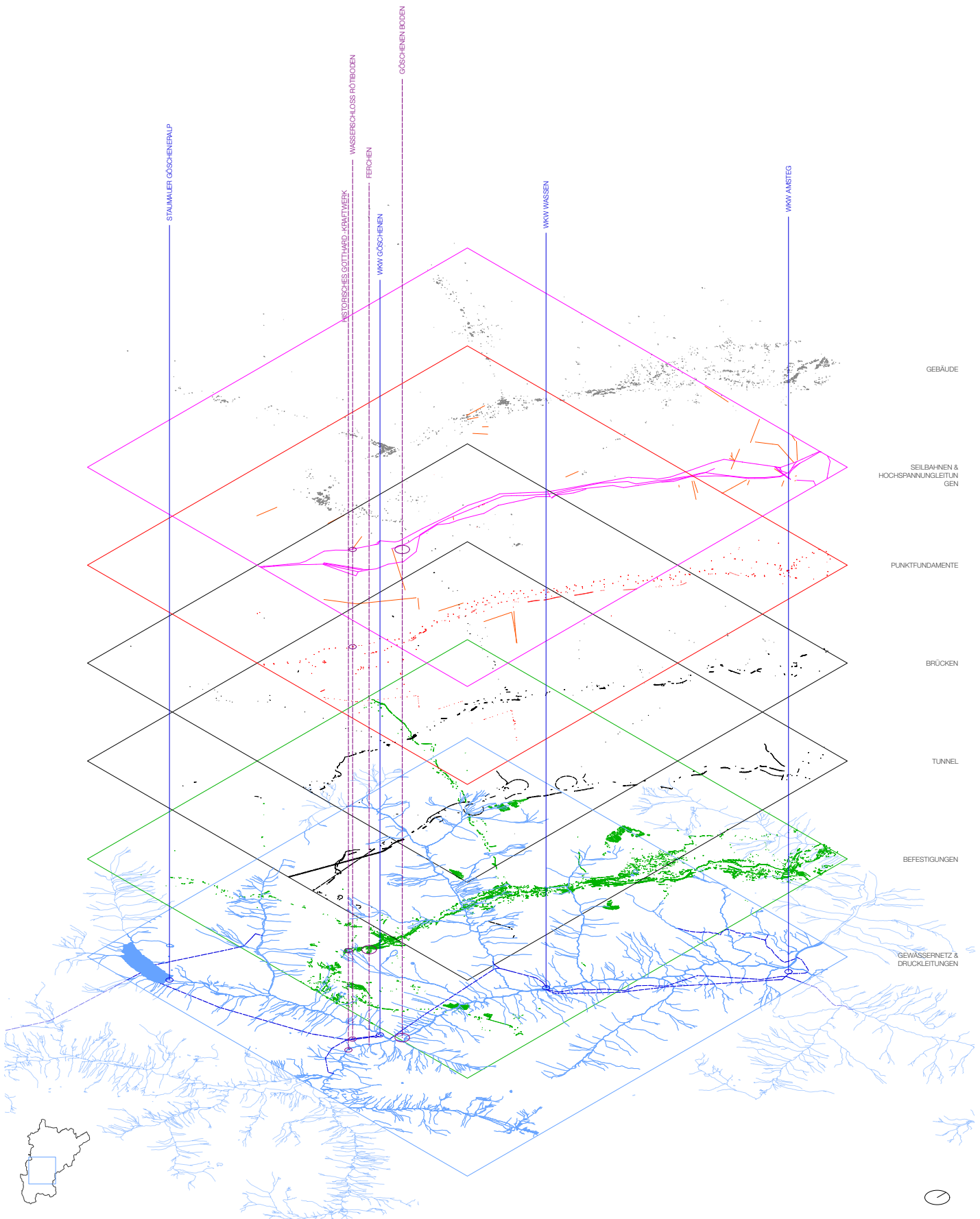
BEWEGLICHE ÜBERDACHUNG



AIROLO-PIOTTA, SCHUTZMAUER UND SCHUTZWÄNDE GEGEN STEINSCHLAG, 1914

TEIL IV DIE FRAGE





Die Frage

Die Wahrnehmung der unerschütterlichen, ewig bestehenden Berge ist einem dynamischen Entwicklungsbild des Alpenmassivs gewichen. Grund dafür sind zum einen fortlaufende natürliche geologische Prozesse, welche die Landschaft formen, doch werden diese übertönt von menschlichen Einflüssen im Zeitalter des Anthropozän.

Infrastrukturen werden in der Öffentlichkeit oft statisch wahrgenommen, sie werden vergessen, gerade weil sie fertiggestellt sind. Sie scheinen ab dem Zeitpunkt, ab dem sie funktionieren, und ihre öffentliche Rolle einnehmen, zu verschwinden. In anderen Worten gleicht die Inbetriebnahme auch dem Tod dieser Projekte.

Die Dynamik der Alpen fordert eine ebenso dynamische Infrastruktur, deren Fokus auf dem Fortschritt im konstanten Spannungsfeld zwischen erneuern, verlassen und zerfallen liegt.

Dieses Projekt sucht einen anderen Umgang im Verständnis von Infrastrukturen. Einen Ansatz bei dem nicht die Planung den Start darstellt und die Fertigstellung den Schluss. Der Ausgangspunkt besteht im Bestand der vorhandenen Infrastrukturen.

Auf der Suche nach einer shiftenden, ephemeren Struktur, die den Stillstand nicht als Normalzustand sieht. So können funktionale, materielle wie auch technische Antworten auf eine sich immer verändernde Ausgangslage gefunden werden. Eine Dauerhaftigkeit durch Veränderung.

Können wir Infrastrukturen als dynamische Dinge in Bewegung, als mobile Gebilde begreifen, welche die Beziehung zwischen Zukunft und Verfall besser begreifen?



HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN DER REUSSKASKADE



PUNKTFUNDAMENTE DER REUSSKASKADE

Ansatz

Mit dem Bau der Zweiten Röhre des Gotthard Strassentunnels wurde entschieden, die Hochspannungsleitungen, welche von den Kraftwerken der Reusskaskade mit dem Tessin verbinden, in den Tunnel zu verlegen. 70 Strommasten fallen durch dieses Vorhaben zwischen Göschenen und Airolo weg. Diese Masten dienen als materieller Ausgangspunkt und sollen, anstelle ihrer Entsorgung, einen neuen Nutzen im Tal finden.

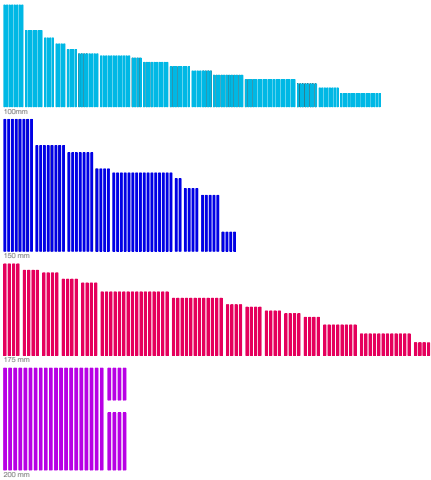
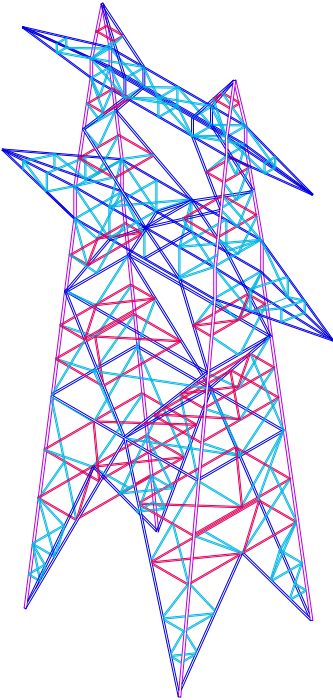
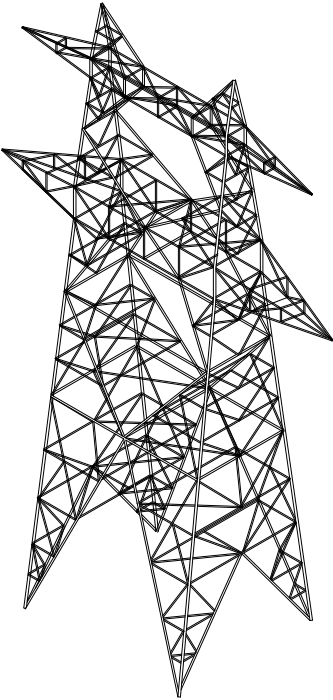
Insgesamt werden ca. 1200 Tonnen Stahl-Profilen bei diesem Rückbau anfallen. Zurück bleiben die Fundamente als verstreute erratische Blöcke in der Landschaft. Neben dem Material bieten auch sie Anhaltspunkte für Neuinterpretation.

In der Logik der topografischen Entwicklungsrichtung am Berg fließen diese Materialien weiter ins Tal hinunter und kommen dort zum Einsatz, wo ein Potenzial für einen neuen öffentlichen Nutzen besteht. Fertige Orte - verlassene Orte - Ruinen.

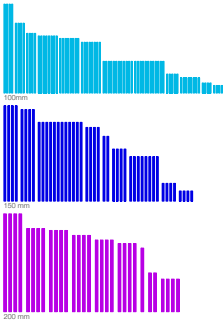
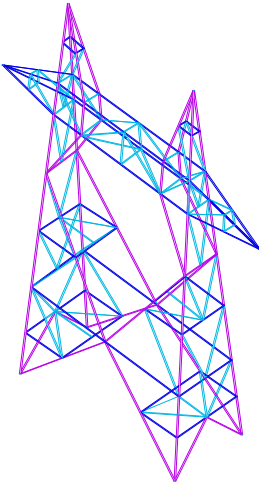
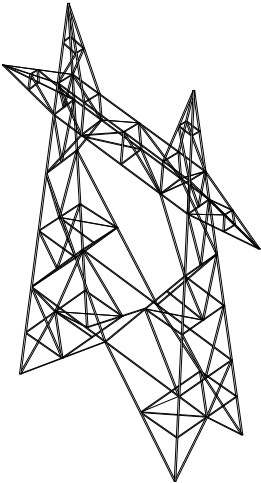
Ziel des Projektes ist es, dem Verlust entgegenzuwirken, die Bauhistorie nicht zu verneinen, sondern einen neuen Bezug zu ihr zu finden. Die Bewegung der Infrastruktur wird zum Antrieb für etwas Neues, anstatt zurückzugehen, zu einem künstlichen Status quo.

Ergebnis soll eine öffentliche Struktur werden, welche die extreme Landschaft erkundet und auf ihre vielschichtige Historie aufbaut. Immer mit dem Anspruch, etwas Neues werden zu können. Erschliessung, Orientierungspunkt oder Theater, in dem die Infrastruktur zum Darsteller in ihrem eigens kontrollierten Raum wird.

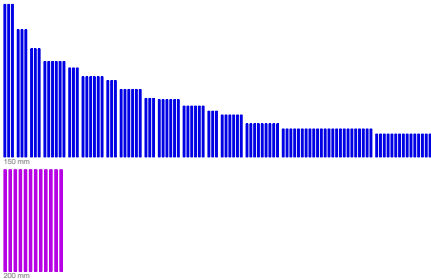
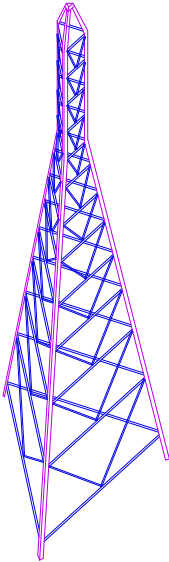
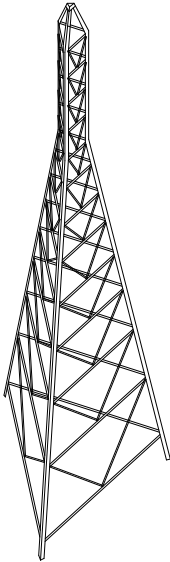
220 / 380 KV
S
STPK



380 KV
44
STPK

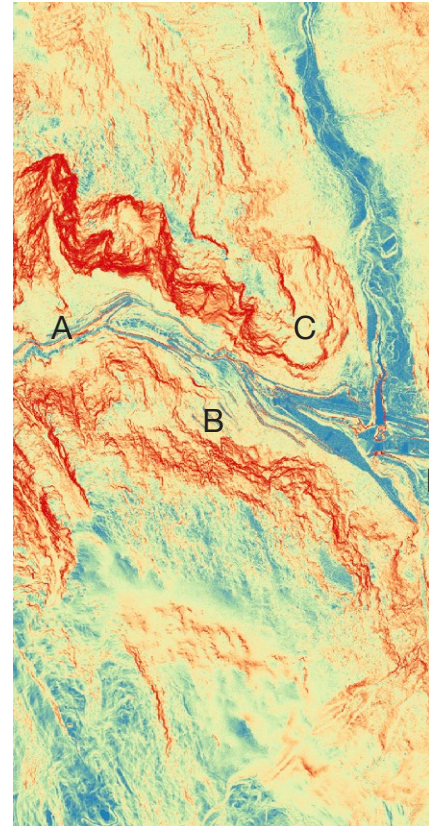
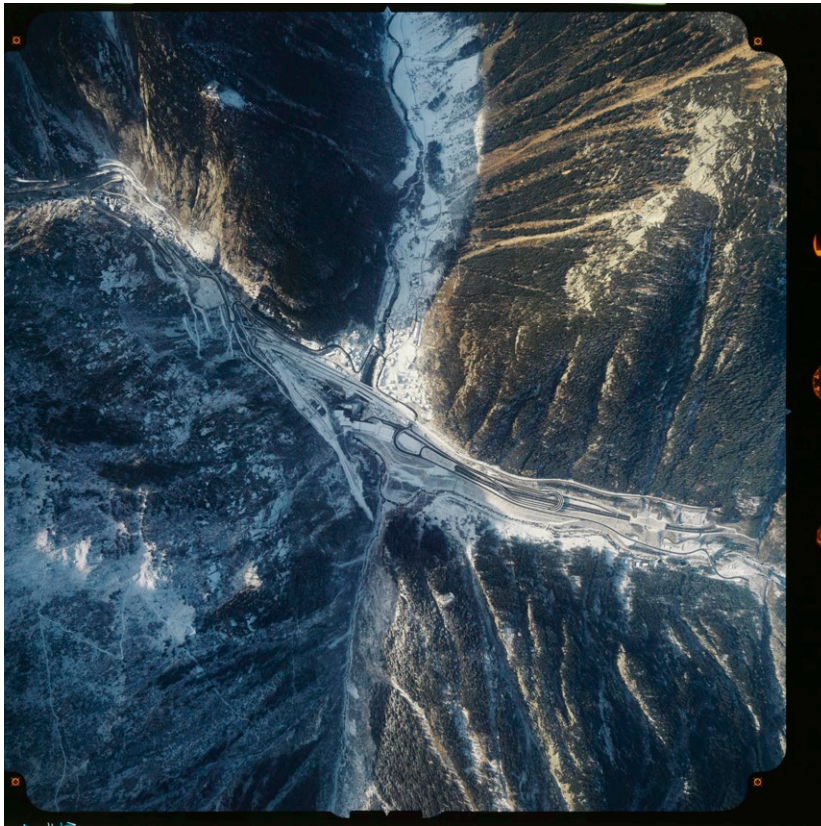


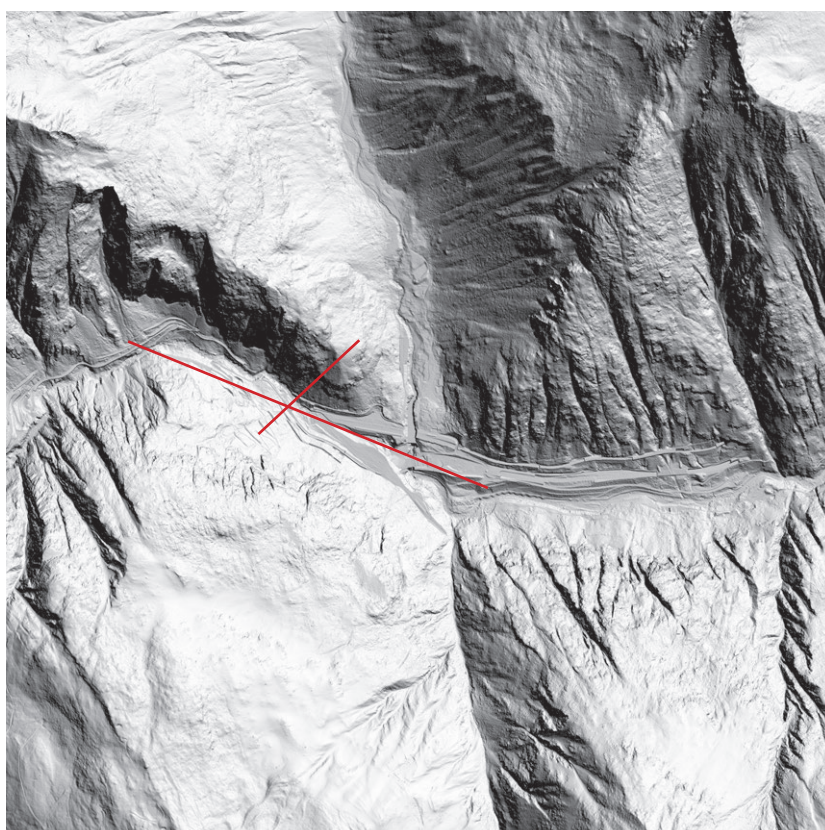
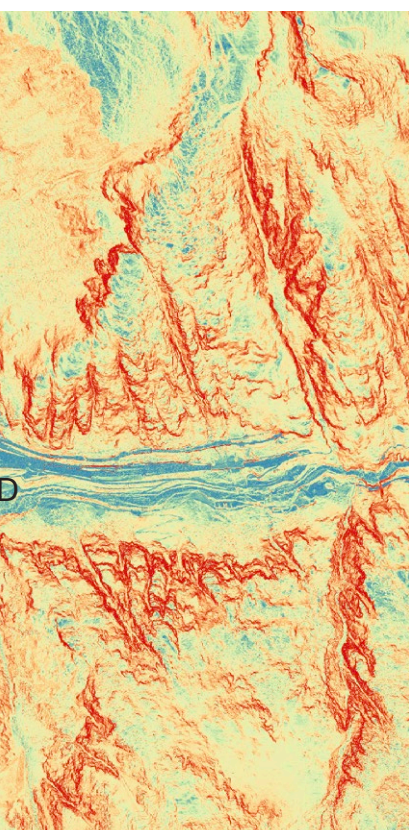
220 KV
12
STPK













A



A



B



D



B | FERCHEN



D | GÖSCHENEN

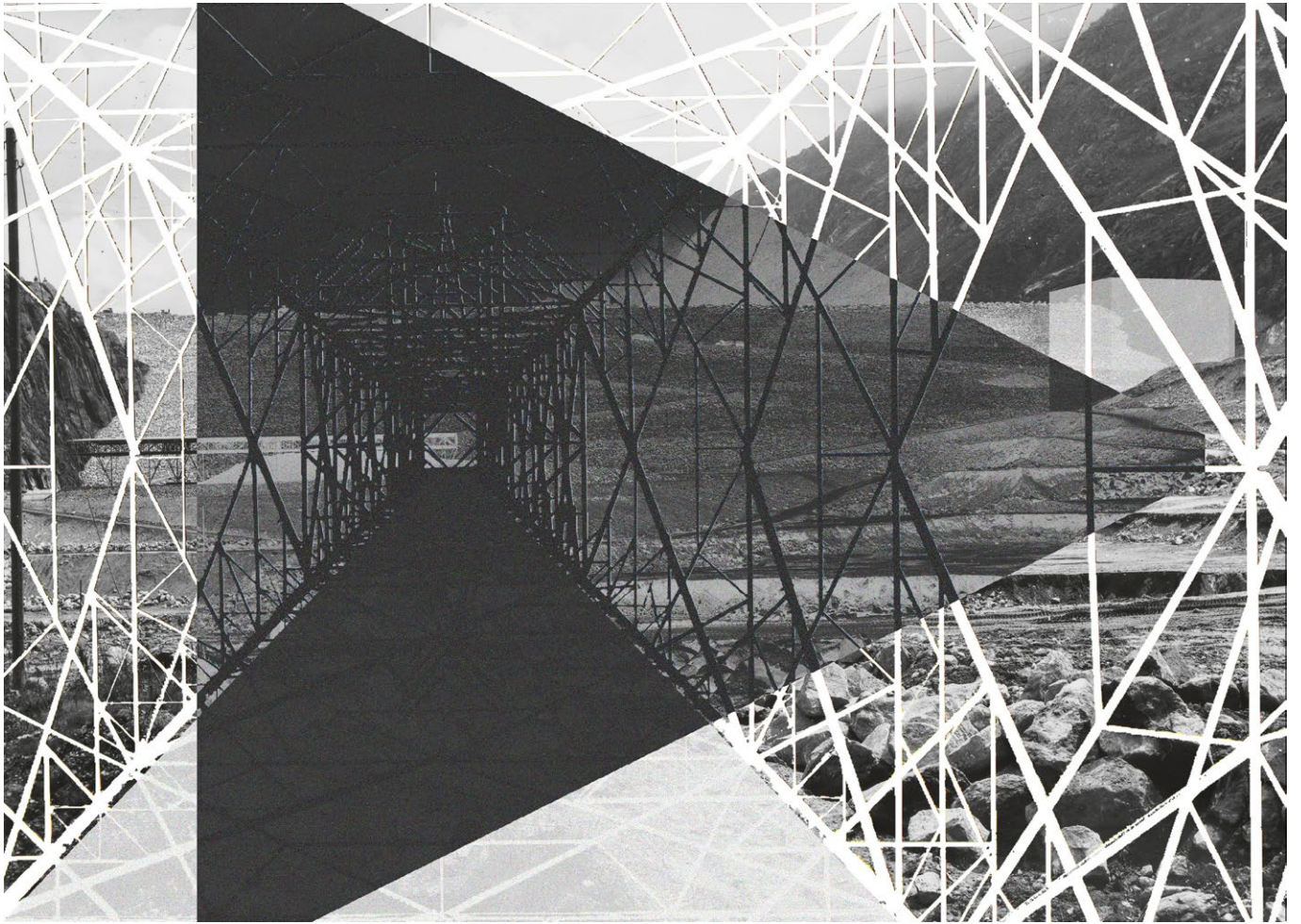


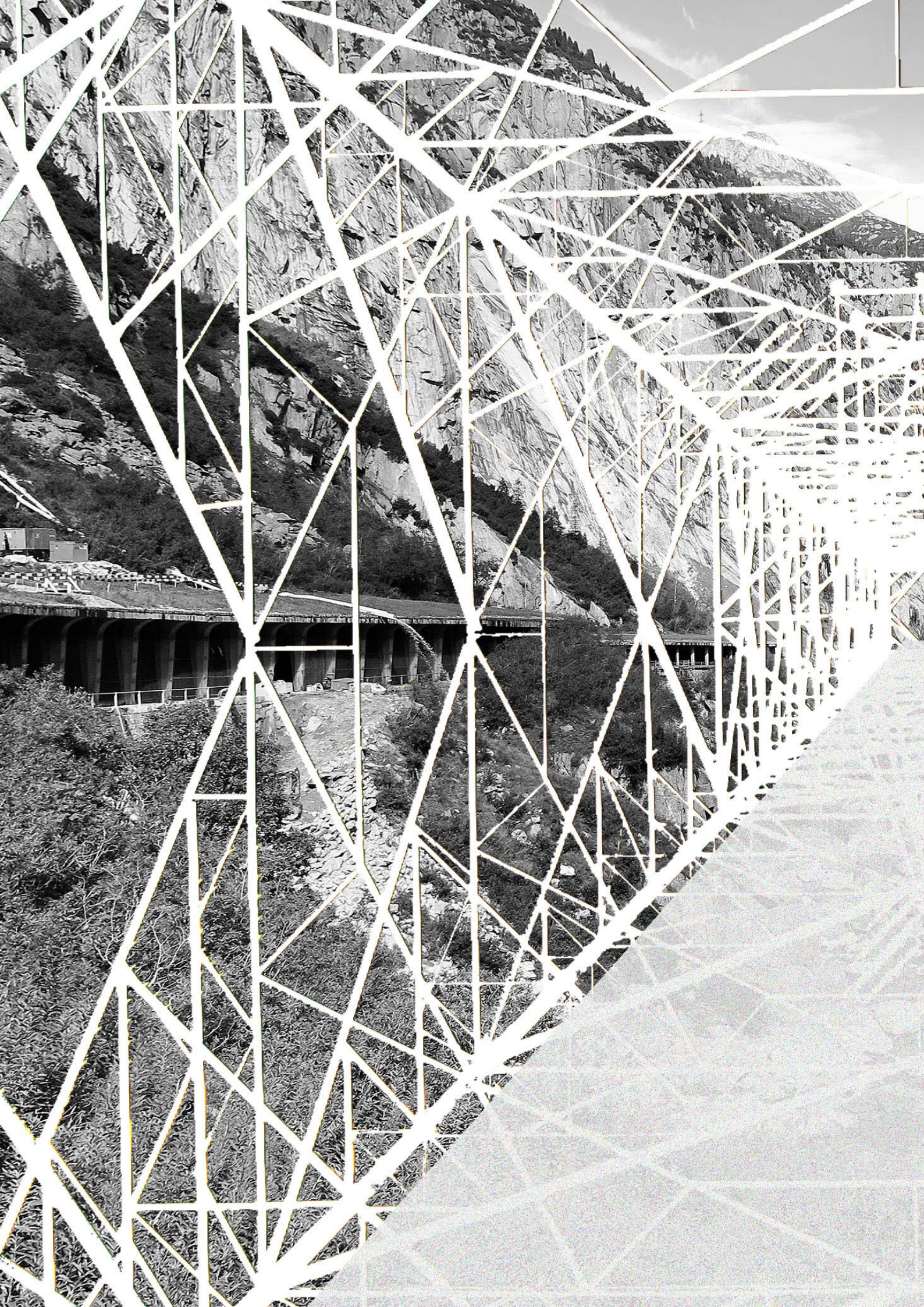
B | FERCHEN

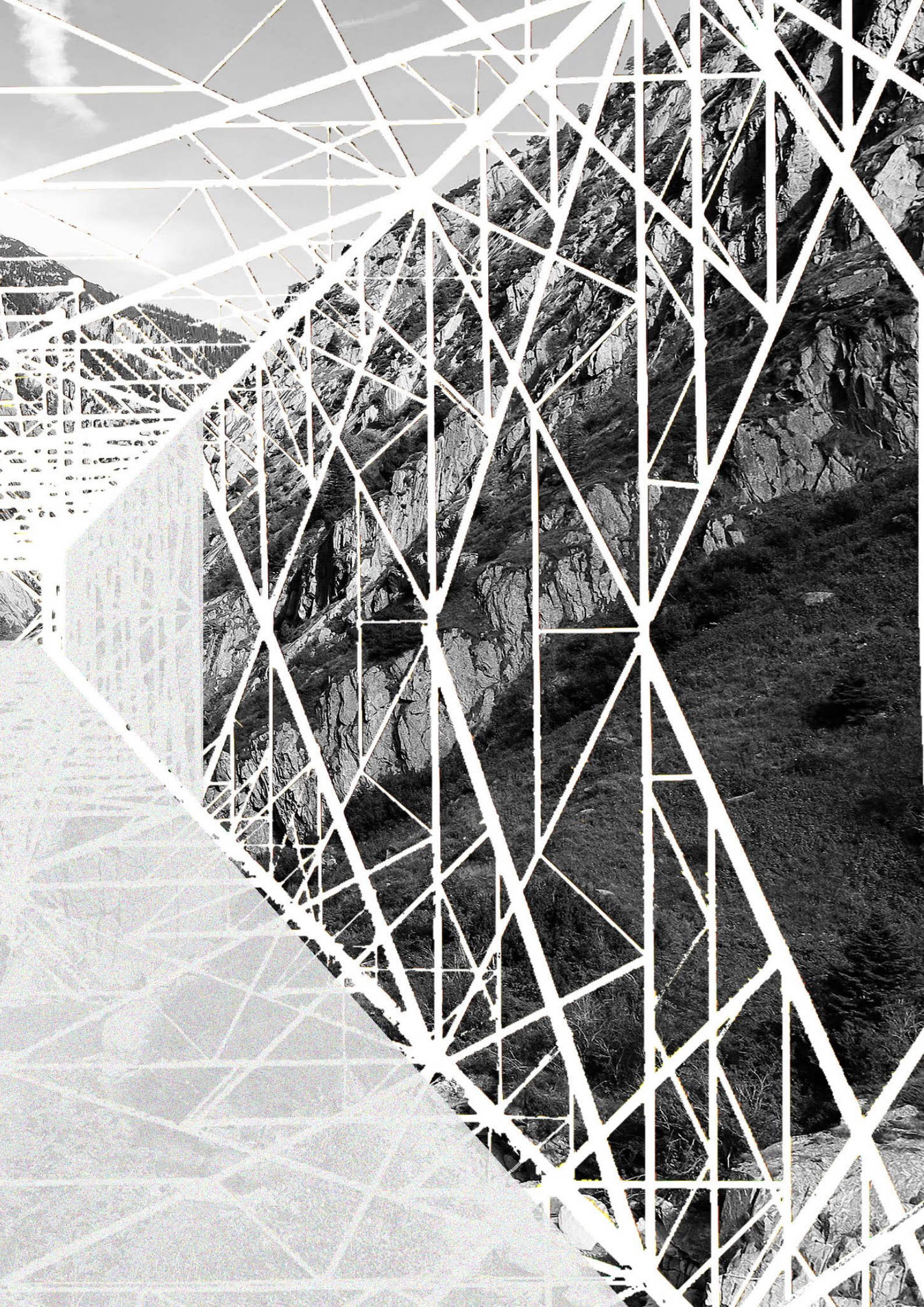


D | GÖSCHENEN











TEIL V APENDIX



Dams as Symbols of Modernization: The Urbanization of Nature Between Geographical Imagination and Materiality

Maria Kaika

School of Geography, Oxford University

The article offers an analysis of the iconography and symbolism of dam constructions at three levels: first, as embodiments of the dialectics between geographical imaginations and material practices in the process of modernization; second, as symbols of modernity's quest to conquer and urbanize nature; and third, as the catalysts for reconfiguring the relationship between nature and the city. The article grounds its analysis on the study of the Marathon dam, the first dam project for watering Athens, constructed in the 1920s. Being the biggest dam construction at the time in the Balkans, it became an iconic marker of Athens's modernization and of Greece's modernist project for controlling and taming nature. It also signaled a new era of trade relations between the United States and Greece by introducing American capital and work practices into Greece. However, this decidedly modern project was wrought with heavy neoclassical ornamentation and symbolism, and was veneered with the same marble as that used for the Parthenon. The article interprets this as an effort to reconcile iconographically the two prevailing geographical imaginations that infused the modernizing desires of Athens: modernizing the city through connecting it to the West and modernizing it through reconnecting it to its classical past. In the analysis, the article draws on original material from the archives of the National Library of Greece in Athens. *Key Words:* Athens, dams, Marathon, urbanization, water.

Life has few pleasures to compare with dam-building. . . . The pleasure comes from the elegance of the compromise you strike between where the water wants to go (guided by gravity and the medium it's moving over), and what you want to do with it.

—Banks (1984)

The modernist quest to tame, control, and discipline nature has been described by many scholars as "Modernity's Promethean Project" (Proudhon 1972; Marx 1992; Foster 2000). Prometheus, meaning "the one who foresees," stole fire from the gods and brought it to human beings, turning them "from savages to men" (Aeschylus 1975, ca. 430 BC). For this reason, Prometheus was recognized in the ancient Greek world as the father of all arts and sciences. More than twenty centuries later, the Enlightenment found in the same mythological figure the cultural icon of the Modern Hero.¹ It was the Scientist and the Engineer who would become the modern Prometheus, the One Man who would stand alone against Nature (Glacken 1967; Berman 1983; Bewell 1989; Latour 1993). From Scott's tragic expedition to the South Pole (Katz and Kirby 1991) to Teller's "scientific horror" scenarios to construct harbors using the power of nuclear explosions (Kirsch and Mitchell 1998), the heroes of modernity

promised to dominate nature and deliver human emancipation employing imagination, creativity, ingenuity, romantic heroic attitude, and a touch of hubris against the given order of the world.

This same Modernist quest to tame and control nature also became central to the production, metabolism, and expansion of modern cities. From the great urban sanitation projects of the nineteenth century (Gandy 1999; Halliday 1999; Harvey 2003) to the mid-twentieth-century "wholesale transformation of natural environments" (Cosgrove 1990, 8) that produced electricity and water to feed urban growth, the production of modern cities went hand in glove with the production of nature (Smith 1984; Castree and Brown 1998). These two processes are so indistinguishable from each other that many scholars conceptualize them as part of one single process: "the urbanization of nature" (Cronon 1991; Harvey 1996; McCully 1996; Swyngedouw 1997, 2004; Fischer and Hajer 1999; Swyngedouw and Kaika 2000; Graham and Marvin 2001; Robbins, Polderman, and Birkenholtz 2001; Gandy 2002; Wolch, Pincetl, and Pulido 2002; Desfor and Keil 2004).

The dialectics between the production of nature and the production of cities is paradigmatically manifested in dam projects: transmuting "natural" landscapes in their making, while making the production and expansion of

Annals of the Association of American Geographers, 96(2), 2006, pp. 276–301. © 2006 by Association of American Geographers
Initial submission, July 2004; revised submission, May 2005; final acceptance, October 2005
Published by Blackwell Publishing, 350 Main Street, Malden, MA 02148, and 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, U.K.

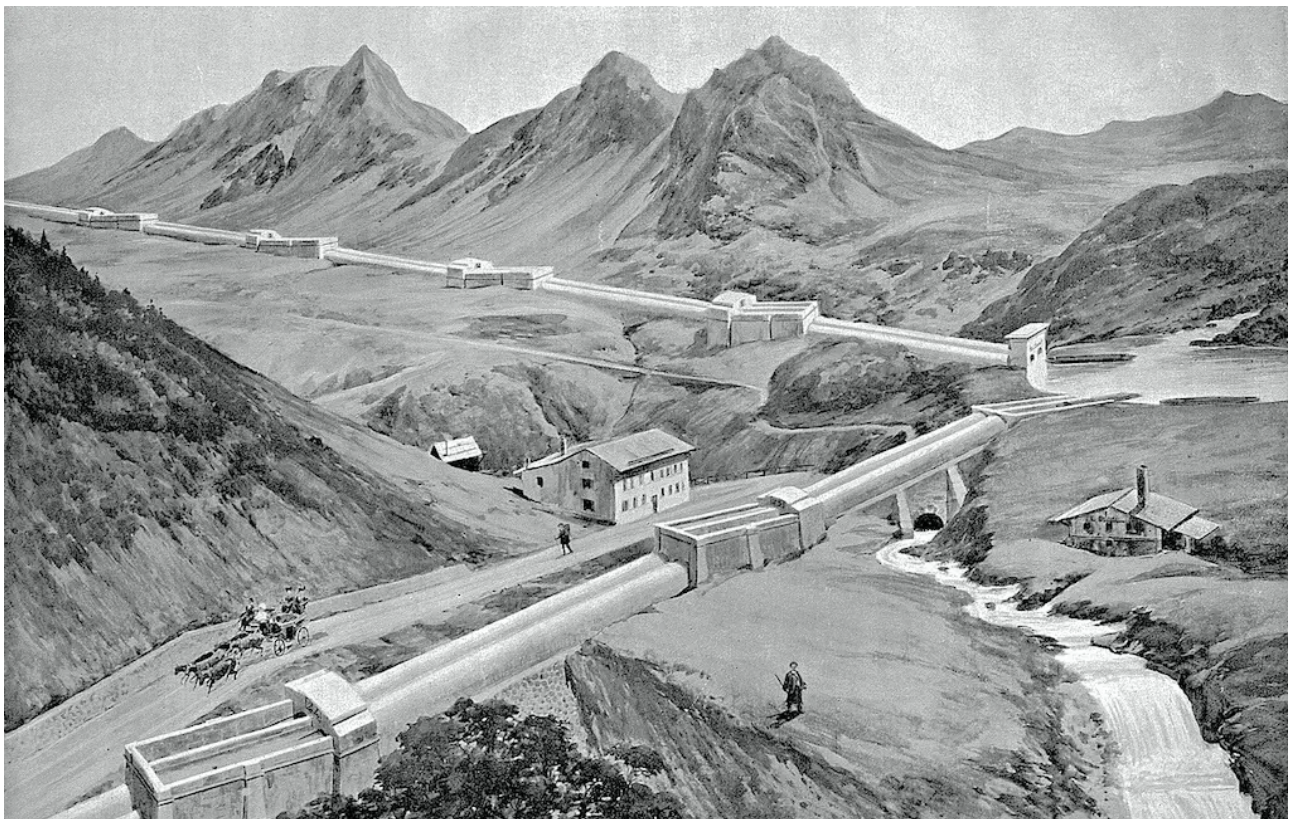
*"ES WIRD JEDOCH EINE ZEIT KOM-
MEN, DA NICHTS VON GRÖSSE-
REM INTERESSE SEIN WIRD, ALS
WAHRHAFTIGE ERINNERUNGEN
AN DIE VERGANGENHEIT"
- WALT WHITMAN*

Ein Wasserweg über die Alpen – wie ein Bündner Ingenieur Schiffe klettern lassen wollte

Riesige Lastschiffe fahren in Röhren mühelos über die Alpen. Dieses geniale System ersinnt der Ingenieur Pietro Caminada 1907. Es begeistert die Menschen, und es funktioniert – in seinem Kopf.

Helmut Stalder

23.11.2020, 05.30 Uhr



Durch ein Röhrensystem sollen Schiffe am Splügenpass die Alpen überwinden.

P. Caminada / Canaux de montagne



Prisma

NATUR
FORSCHUNG
TECHNIK



Die Schweizer Bahnen im Jahre 2000

2. JAHRGANG

1947/48

NR. 4

S. 97/128

AUGUST 1947

FR. 1.70

DIE SCHWEIZER BAHNEN IM JAHRE 2000, PRISMA NR.4, 1947

discursive realities separate from the primary material level. Conditioned by technics, they cannot themselves condition the technical.

One consequence of the new materialism is to counterpose the material to form, or at least to certain definitions of form. If the problem of Aristotelian hylomorphism was that Aristotle saw form as something imprinted upon matter, reducing matter to a passive receptacle without any agency, materialism has maintained this split while reversing its hierarchy, placing the material as primary.² This is why the material turn prefers “unformed” synonyms—matter, material, objects, things—which describe substances in their amorphous, “unformed,” elemental state. Infrastructures have an elective affinity with this conception as they are so frequently seen to be a primary technology upon which form is constructed. The infrastructure of a house, for instance, is its wires and pipes, sheet rock and steel, that delimit and make possible the “form” that is laid on top. There is a linear relation here. Infrastructure is primary; form, secondary.

My problem with this split is that it makes it difficult to develop a conception of political aesthetics and form’s role in those aesthetics. When I use the term “form,” I am drawing on the literary theoretical sense of the imposition of conventional meaning through the formal arrangement of signs. It is about a set of properties a thing possesses—rhyme, rhythm, stress, and meter in poetry; chiaroscuro lighting and oblique angles in film noir; minimalist aesthetics and lack of iconic representation in abstract art and so on. And it is about the sensory effect of those properties on the readers and viewers who engage them.

While I have great sympathy for the emphasis on the essential technicity of the human body and human collectives, I do not see the need to split the technical and the symbolic, insisting on two distinct realms arranged in hierarchical and causal relation rather than as mutually structuring. It also risks fundamentally misrecognizing the range of ways in which infrastructures address, order, and constitute political relations splitting the study of technics from aesthetics and desire rather than seeing these as mutually constitutive. If objects are thought to possess a vital force operating at a level prior to or below consciousness they cannot be theorized in terms of desire, intention, ideology, need, emotion, fantasy, or form—as this would turn infrastructures into what Bennett dismisses as “thoroughly instrumentalized matter” (2010: ix). The promise of infrastructure, however, refers to a political rationality, made up of expectation, desire, temporal deferral, sacrifice, and frustration that takes us into the realm of discursive meaning.

My aim in this chapter is to explore the political aesthetics of infrastructure not through close ethnographic analysis but through a more general theoretical account, moving through a range of examples that draw out the implications

ing on those measures of hope and pessimism to gain force. Aesthetics are also part of the ambient life that infrastructures give rise to—the tactile ways in which we hear, smell, feel as we move through the world. Political aesthetics refers to both these representational and experiential qualities. Instead of a split between the material and the discursive, or the nonhuman and human, political aesthetics sutures the material and the figural, showing how both are engaged in a constant reciprocal exchange. They make the distribution of rule visible as an aesthetic act. This is why infrastructures are often objects around which political debates coalesce. They are reflexive points where the present state and future possibilities of government and society are held up for public assessment. The promise of infrastructure refers to this political compact, and political aesthetics makes visible the governmental promise of infrastructure as a reflexive, politically charged thing.

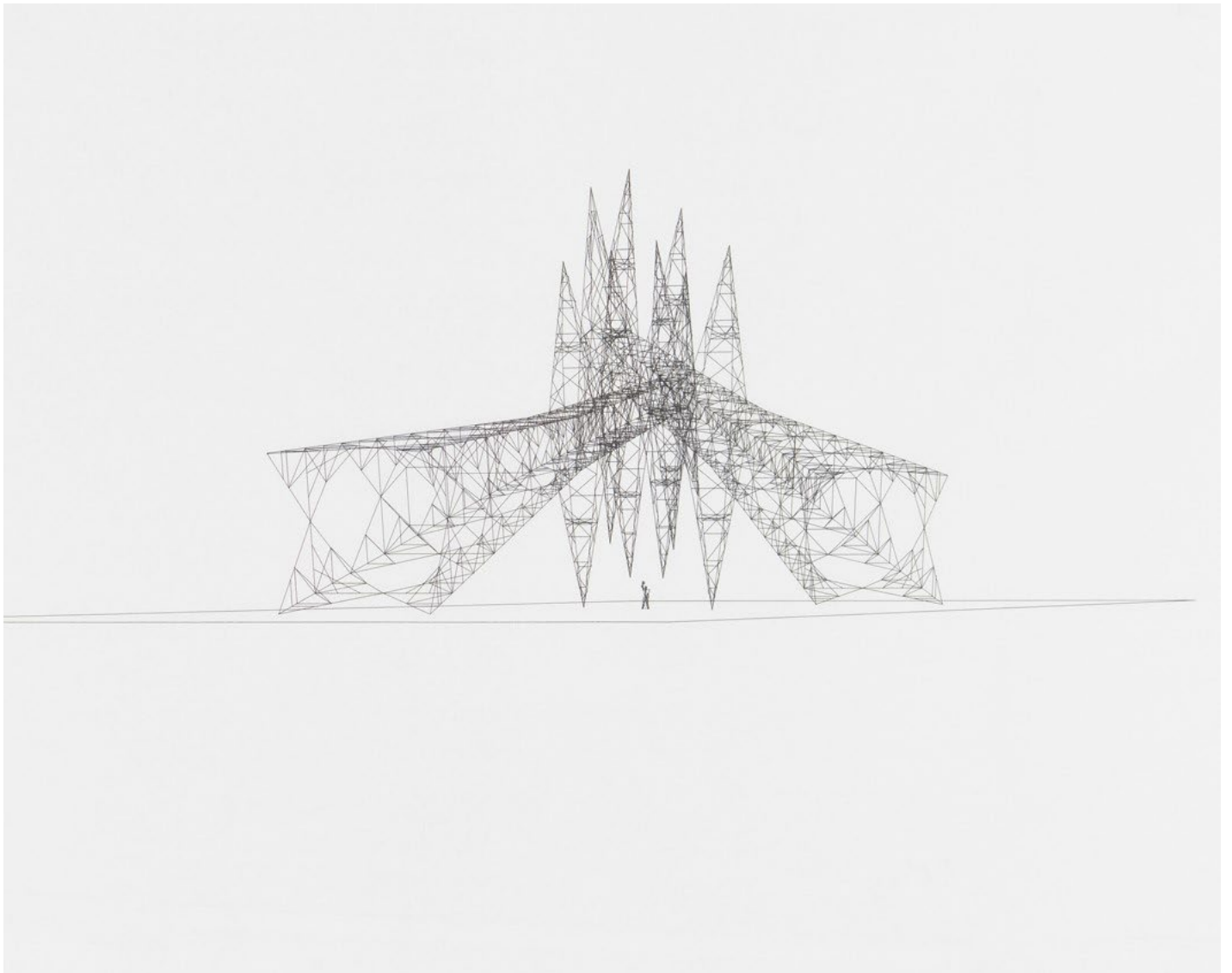
Materiality

The rising interest in infrastructure in the social sciences and humanities is part of the more general turn toward materiality (Latour 1993; Bennett 2010; Coole and Frost 2010). Materiality is often taken to be the ‘ground’ of an object, its most basic, originary condition before the object is caught up into higher levels of discursive meaning. Adrian Mackenzie (2002), for instance, splits the analysis of technology into “layers.” One layer is a higher order of meaning in which technology is treated as a historically situated discursive entity representing ideas such as progress or civilization. For Mackenzie, however, there is a second, more fundamental layer that “strongly resists reduction to discourses” (2002: 5).

At this level, technology, Mackenzie argues, is the precondition of thinking, representing, and making sense, not an epiphenomenon of it. There is a causal relation in which the technical is autonomous from and anterior to the discursive which it conditions. Thomas Lemke summarizes this position: “The material turn criticizes the idea of the natural world and technical artifacts as a mere resource or raw material for technological progress, economic production or social construction” (2015: 3). As Jane Bennett puts it, vibrant matter has a life force of its own and “is *not* the raw material for the creative activity of humans” (2010: xiii, emphasis in original). Infrastructures, in this sense, may be introduced as part of a socialist five-year plan, evidence for the superiority of private enterprise over government intervention, or revelatory of the power of Pentecostal churches to remake the temporal (and spiritual) world. But politics, economy, and religion, in this line of argument, represent socially organized



BERND UND HILLA BECHER, WINDING TOWERS, 1988



LUC DELEU T.O.P. OFFICE, SCALE & PERSPECTIVE WITH TWO ELECTRICITY PYLONS, 1984

rounded roads and dams, as evidenced from the controversy surrounding the Sardar Sarovar dam on the Narmada River in India, where the chief issues were the displacement of indigenous peoples and the ecological damage caused by the dam. Large infrastructure projects that require massive amounts of investment and resources (concrete) thus seem to follow a peculiar trajectory: they are contested from the time that they are conceived to the time that they are "completed." After that, controversy usually deserts them: they are forgotten precisely because they are functioning normally. They appear to disappear when they do what they were supposed to be doing in moving people, commodities, water, electricity, gas, or oil. In other words, completion is a form of death for these projects not only because they cease to be objects of controversy but also because they seem to disappear at the very moment that they become socially useful and actually begin to fulfill their social role.

These projects are in the limelight in the phase of "becoming" but disappear from social scrutiny, discussion, and debate in the phase of "being." Why is that the case? What would happen if we adopted a very different way of understanding infrastructure in which the start of a project did not coincide with its planning and the end with its completion? Is there a different way to imagine the structure of the temporality of infrastructure in which the telos was not completion? In other words, would other ways to think the temporality of infrastructure help us move beyond an endpoint that is really the moment when the infrastructure begins operating?

One can take a very different look at such projects, invoking ideas of decay, ruination, repair, and the constant work required to make these projects icons of stability and progress. Infrastructures are often imagined by the public in static terms, corresponding to the idea that infrastructures work in the background and do not come to our attention unless they cease to function. Once finished, infrastructures occupy a dead time, an inertial existence, until they break down and are suddenly thrust into the temporality of birth, life, and decay. Such a static view of infrastructure also renders the often long periods of time when they are being "constructed" problematic, because they have been started but are not yet complete.

By contrast, a dynamic view of infrastructure enables us to replace the social death of a project marked by its completion with a focus on movement and process, on the constant struggle between renewal and ruination. Such an emphasis allows us to theorize infrastructure as perpetually in motion, always shifting and ephemeral, and often elusive. Beginning from movement requires a completely different optic, making us think of periods when infrastructures are "at rest" as not the normal condition, but as something to be

explained. Has movement truly been arrested? Or does it merely *appear* as if movement has been brought to a halt, and, if so, why?

It is precisely the appearance of solidity that makes it hard for us to think of infrastructures as always in motion. We think of highways, metro stations, airports, and power plants as solid, immovable objects, and this is exactly what enables infrastructures to disappear from consciousness. The highway, the metro station, or the airport may enable circulation, it may become a critical node of circulation, but in doing so, it disappears from circulation itself. It enables people and commodities to move, but it does not itself appear to move.

A focus on infrastructures as emergent, always in process, always shifting, changing, decaying, being rebuilt, and being maintained, not only excavates the labor involved in building and maintaining infrastructures, but also draws attention to the properties of the materials themselves and to the representational work done to and by them. Coming back to the case of Narita Airport, it was inaugurated almost a decade later than planned under heavy security as fourteen thousand riot police kept out several thousand protestors. This security remains up to the present as a constant reminder that the work of securing the airport is continuous and ongoing and did not end once the airport began operations and the protests subsided. Also, Narita was only built with one runway instead of the five originally planned, which had already been scaled down to three after initial protests in 1965. A second runway was not built until the World Cup in 2002, and it did not allow for normal operations until 2011 because opponents had built a three-story building in its path. Farmers and homeowners refused to sell land to the government to expand the second runway. A sixty-five-year-old farmer explained why he refused to sell his land despite not being able to hear anything from the noise of overhead planes. "If they [the airport's operator] had cared about the people who are living here, the situation would have turned out differently," the farmer said. Local officials were sympathetic to the people whose land the airport wished to purchase (and eventually usurped by decree). One official complained that the airport "may be moving toward completion in terms of its utility, but it lacks soul." In 2012, an official at the airport said, "As some land has yet to be acquired, we cannot say the airport is complete. We would like to continue dialogue" with stakeholders (*Japan Times*, April 24, 2012).

The example of Narita points to something important about large infrastructural projects: they are always in process. Almost forty years after it was completed and officially opened, Narita continues to strive toward completion. The second of three runways has not yet been completed and the planned third

runway is nowhere in sight. A train line linking the airport to Tokyo was not built until 1991 and a high-speed rail link was not available until 2010.

Nor is such a situation peculiar to Narita: Heathrow Airport in London has been the subject of a long-running controversy about the addition of a third runway and a new terminal building that has pitted local residents against the British government and the airport authority. In some airports, slots for expansion are built into the initial plans but in a case like Heathrow, the existing infrastructure has been rendered insufficient because demand has risen beyond anything projected at the time when the airport was planned.

If infrastructures are always incomplete, always in process, the inauguration of an infrastructural project that announces its completion is therefore always an ideological act (see also Harvey and Knox 2015). What does it mean to say that a project is “complete” and ready for use when only a third of the plans have been executed? Who decides that the project is complete? What does it mean to represent a project as being complete? Who is the “public” conjured by these representations?

The raising of funds for an infrastructural project involves a different temporality from construction and use. Large projects require huge sums of money and may need to be sold to a skeptical public. “Selling” a project may be literal, in that government bonds may be required, or it could be metaphorical, in the sense of obtaining legitimacy for the use of public funds. A larger share of the budget of big projects such as highways and airports is now routinely set aside for public relations and for mitigating the impacts on those directly affected. For example, airports now offer to replace the windows of homeowners in the flight path with new sound-proof, double-insulated windows. The Big Dig in Boston had a large budget set aside for “mitigation,” essentially paying off anyone who was inconvenienced by the construction. Public relations campaigns are launched to make sure there is political backing from the public; legislators are lobbied to make sure there is support in the legislature.

The “selling” of a project may be solely for the purpose of garnering legitimacy. Very often, in the global South, projects are sold by the promise of modernity that they offer. A high-speed rail line, a new airport, a highway connecting major cities, and new museums and other civic buildings are all legitimized by appealing not to their utility, but to their (much more intangible) promise of bringing modernity. These projects then function by doing something that does not involve moving people and things, but by creating forms of national and regional identity. Those who live in a world-class city may do nothing to improve the life of slum dwellers, but they may well take pride in its

shiny new buildings or the new subway line, even when it leads to their own displacement (Ghertner 2015).

Consciously seeking legitimacy for infrastructure projects may enable expansion and completion-in-stages. But these are only two modalities by which infrastructures change. By far the most important factor in why infrastructures change is the decay and degradation of the materials used in construction. Infrastructures require constant work to function. This labor, which involves the replacement and repair of broken or dysfunctional parts, is often glossed as “routine maintenance.” And it is precisely the routines of repair, replacement, and restoration that give infrastructures their appearance of solidity, of sturdy immobility.

Another important reason why infrastructures change is because of technological obsolescence. This rarely happens due to the “disruptive technologies” so beloved by Silicon Valley, but by small, cumulative changes that require continuous “improvements” to be made in existing infrastructure. Anybody involved in overseeing the functioning of a large infrastructural project knows that the job never simply ends when construction is complete. Rather, what happens is that one set of tasks ends and a whole other set begins. The two tasks may not be identical in their challenges or in their public appeal, but they are equally important, for without the work of maintenance, the work of construction does not last.

By conceptualizing ruination not as that which attacks infrastructure *after* its lifetime, but as something that is endemic to infrastructure in the form of rusting and leaking pipes, degrading cables, equipment ruined by water leaks, bolts becoming loose, and roads developing potholes, I am drawing attention to the temporality of the materials used in making infrastructure. Because these materials have their own cycles of decay and degradation, from the moment that construction is “complete,” ruination starts operating. What keeps infrastructure functioning, then, is the continuous work of maintenance. We can thus see how infrastructure lies at the intersection of different temporalities: human and nonhuman, social and technical, and material and ideological.

Because infrastructure has multiple temporalities, its future is open. The effects desired by the investment in infrastructure in the form of improved well-being of the population may come about or not. More likely, it may come about with unintended effects: the modern city with good roads may encourage the operation of so many cars that air pollution may rise to dangerous levels, as has been the case with Beijing and Delhi. The multiple futures of infrastructure arise not only because of the decay and degradation of materials, but also because of the complex interplay between its social, technical, material, ideo-

Verborgene Reiche der Technik

Die unterirdischen Anlagen der Wasserkraftwerke in der Schweiz

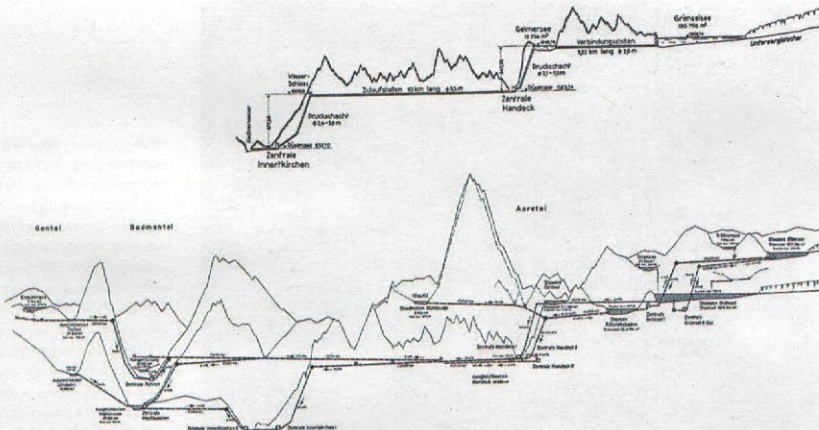
Jürg Ragetti | Weit verzweigte unterirdische Netze verbinden Täler und durchstossen Berge mit dem Ziel, die Wasserkraft möglichst optimal zu nutzen. Ausdrucksstarke Räume entstehen dabei, obwohl oder gerade weil die architektonische Gestaltung oft kaum eine Rolle spielt.

Der Wasserkraftwerkbau in der Schweiz bildet aus heutiger Sicht eine abgeschlossene Ära, die ungefähr 100 Jahre von 1880–1980 dauerte. Die Entwicklungsgeschichte reicht von den ersten kleinen, lokalen Lichtwerken für Hotels, öffentliche Plätze und Gemeinden bis zu den Grossanlagen nach dem 2. Weltkrieg. Schon bei den ersten grossen Kraftwerkprojekten zu Beginn des 20. Jahrhunderts entschied die Wirtschaftlichkeit über die Realisierbarkeit einer Anlage. Voraussetzung dafür war die planmässige und systematische Ausnutzung der Wasserkräfte eines Tales, meist in mehreren Gefällsstufen hintereinander. Der Bau langer Stollenbauten war damals noch sehr aufwändig. Die Stahlrohre der Druckleitungen führten daher meist oberirdisch zum Maschinenhaus hinunter. Stete Fortschritte auf den Gebieten der Bau- und Maschinentechnik ermöglichten später eine Entwicklung hin zu regional übergreifenden Grossanlagen. Nach dem Zweiten Weltkrieg kam es im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwungs zu einem grossen Weiterausbau der Schweizer Wasserkräfte. Was damals propagiert worden ist, kam in der Folge zwar nicht vollständig, aber doch sehr weitgehend zustande: die vollständige und bestmögliche Ausnutzung aller verfügbaren Wasserkräfte. Die Kraftwerke dieser Zeit sind Anlagenetze, die die Flüsse und Bäche mehrerer Täler und Regionen miteinbeziehen. Sie erstrecken sich unterirdisch über grosse Gebiete, wobei Berge mit ki-

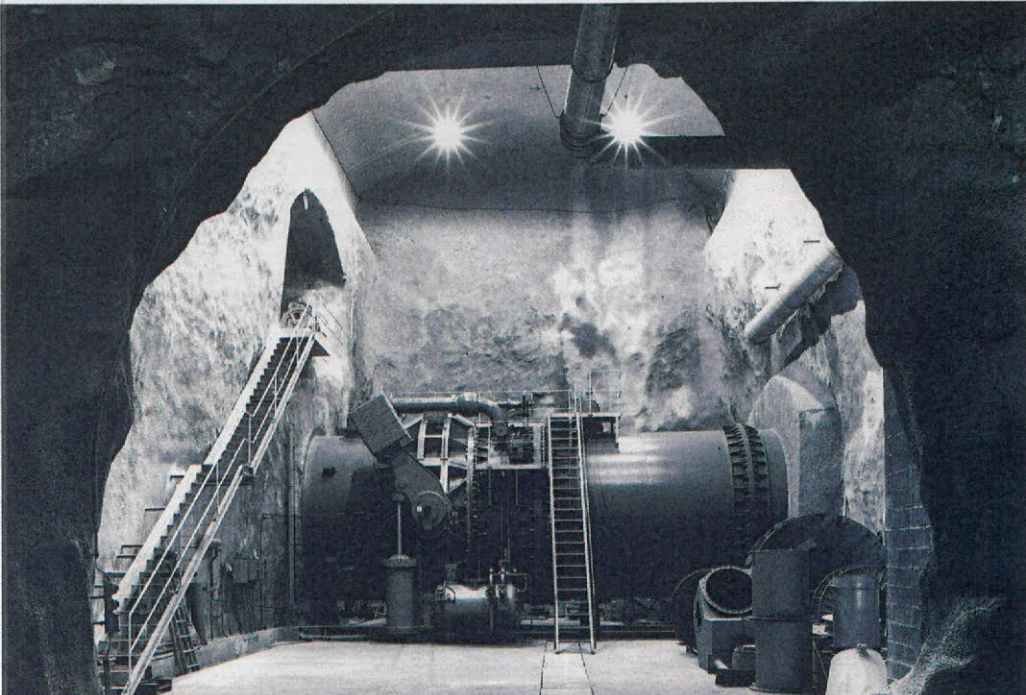
lometerlangen Druckleitungen durchstossen werden. Auch entlegene Flüsse und Bäche werden miteinbezogen, indem sie über kleinere Wasserfassungen eingeleitet werden. Grosse Stauseen bilden dabei Ganzjahres-speicher, um wertvolle Winterenergie produzieren zu können: Der Vergleich der Längenprofile der Anlagen der Kraftwerke Oberhasli im Jahre 1942 nach dem Bau der ersten Kavernenzentrale Innertkirchen und im Jahre 1982 verdeutlicht die Entwicklung von der einfachen Anlage mit zwei hintereinander «geschalteten» Kraftwerksstufen zum vielverzweigten, komplexen Netz mit Kraftwerken und Pumpspeichieranlagen.

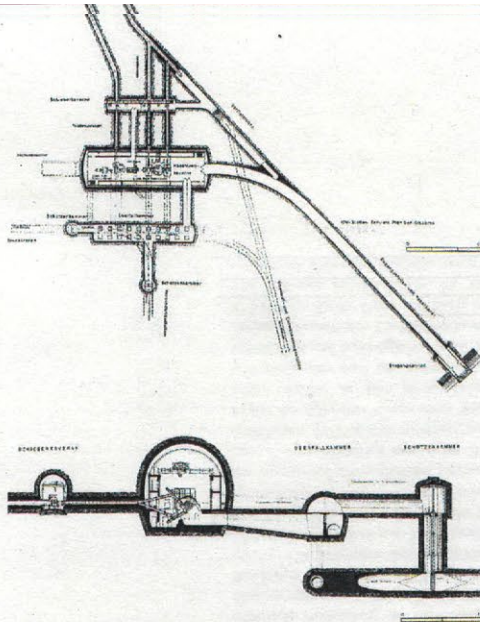
Solche Hochdruck-Wasserkraftwerke sind ausgedehnte technische Anlagensysteme in der alpinen Berglandschaft. In immer grösserem Ausmass wurden dabei all diese Anlagenteile und Bauwerke unter den Erdboden und ins Berginnere verlegt. Dadurch entstanden gewaltige unterirdische Systeme aus Stollen, Schächten und Kavernen. Vergleichbar einem Höhlensystem mit unterirdischen Wasseradern, Bächen und Flussläufen, Grotten und Wasserbecken tief im Berginnern, bilden diese Kraftwerke ein unterirdisches Reich der Technik mit felsigen Räumen, betonierten Gewölben und Stollen, mächtigen Maschinen und Apparaten und grossen stählernen Röhren und Leitungen. Der Berg und der Fels, das Wasser und die Kraftwerktechnik sind in diesen Räumen immer präsent Elemente. Die ungeheuren Kräfte des Wassers finden

unten: Übersicht-Längenprofil der Kraftwerke Oberhasli 1982 (aus: Der Ausbau der Kraftwerke Oberhasli AG 1970–1982, o. O., 1983, S. 19)



Drosselklappenkammer beim Wasserschloss Sils. – Bild: Christian Kerec





Übersichtsplan und Querschnitt der Zentrale Spina. – Bild aus: Conradin Clavet, Jörg Rogettli, Die Kraftwerkbauten im Kanton Graubünden, Chur

¹ Erwin Poeschel, Aus Graubünden, in: Das Werk, sechste Heft, Juni 1925, S. 180.

² Kraftwerke Oberhasli AG (Hrsg.), Grindel. Die Wasserkraft des Oberrhods und ihre Nutzungsmöglichkeit, Laupen, 1953, S. 20.

³ A. Kersch/H. Julliard, Das Kraftwerk Inert, in: SBZ 1942 Nr. 3, S. 26.

ihren Ausdruck vor allem in den sehr grossen, zum Teil fast unfassbaren Dimensionen der Bauwerke, der Maschinen sowie der Druckstollen und Druckleitungen.

Transformation der Landschaft

Mit den Kraftwerken wurde der Abfluss der Gewässer neu geregelt. Die Alpenlandschaft erfährt dadurch eine weitreichende Transformation. Wo früher tosende Bäche über die Landschaft hinunterstürzten, sich Flüsse und Bäche langsam in tiefe Schluchten eingruben, findet man heute meist stille Riansale; zum einen, weil die Niederschläge in künstlichen Seebecken zurückgehalten werden, zum anderen, weil deren Abfluss nicht mehr in den natürlichen Fluss- und Bachbetten erfolgt, sondern unterirdisch, in kilometerlangen Stollensystemen. Nicht mehr der Rhythmus von Jahreszeiten und Niederschlägen bestimmt den Abfluss, sondern der Strombedarf von Gesellschaft und Wirtschaft. Im Zusammenhang mit dem Bau des Kraftwerks Küblis (1922) beschrieb der Kunsthistoriker Erwin Poeschel das akustische Erlebnis der Flüsse und Bäche als wichtigen Teil der sinnlichen Wahrnehmung

der Landschaft. Immer begleite den «Bündenfahrer» «als dunkle Unterstimme zu den wie Koloraturen steigenden Brückenbögen und Spiralstrassen der Technik der Orgelton der Natur: das Wasser. Es ist ein immer gegenwärtiges Rauschen, anschwellend und abebbend, aber nie verstummend.»¹ So wie zwischen den Felsen und Steinen der alpinen Flüsse und Wildbäche nur noch eine spärliche Wassermenge zurück bleibt, ist heute auch das einstige Rauschen und Tosen meist verschwunden.

Gründe und Vorteile der unterirdischen Bauweise

Die unterirdische Anordnung der ganzen Anlagensysteme und insbesondere der Maschinenzentralen ermöglichte die Optimierung eines Kraftwerkkonzepts nach wirtschaftlichen, funktionellen und betrieblichen Bedingungen. Da keine Einschränkungen in der Standortwahl der Zentralen nach Lage und Höhe bestehen, ist der Einbezug und die Verbindung verschiedener Wassereinzugsgebiete möglich, die sonst nur unvollständig genutzt werden könnten. Die unterirdische Bauweise war so Voraussetzung für die komplexen Kraftwerk- und Pumpspeichieranlagen. Da die Druckstollen über viele Kilometer führen, verschiedene Tal-schaften verbinden und Durchmesser bis sechs Meter erreichen, können sie eigentlich nur unterirdisch angelegt werden. Die unterirdische Bauweise löste auch die Probleme, einen geeigneten Standort für die Bauwerke mit enormen Dimensionen zu finden, denn die Maschinenhallen erreichen teilweise Ausmasse von weit über hundert Metern.

Die unterirdischen Lösungen waren auch eine bauliche Antwort auf die zunehmenden landschafts- und naturschützerischen Widerstände sowie die Vorschriften und Auflagen der Behörden. Bei den ersten Kavernenzentralen, die während und kurz nach dem Zweiten Weltkrieg gebaut wurden, stellte man noch sicherheitstechnische Gründe in den Vordergrund. Bei der Zentrale Innerkirchen der Kraftwerke Oberhasli, der ersten vollständig unterirdischen Kavernenzentrale in der Schweiz von 1940–42, wurde zum Beispiel zunächst erklärt, man habe sich angesichts des drohenden Krieges entschlossen, die ganze Kraftherzeugungsanlage vollständig in den Berg hinein zu verlegen, um vor allfälligen Fliegerangriffen geschützt zu

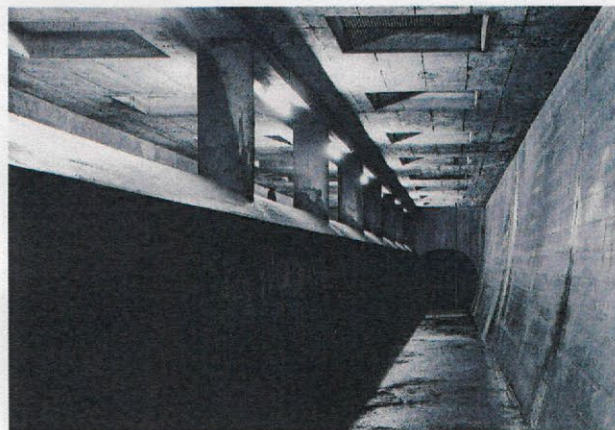
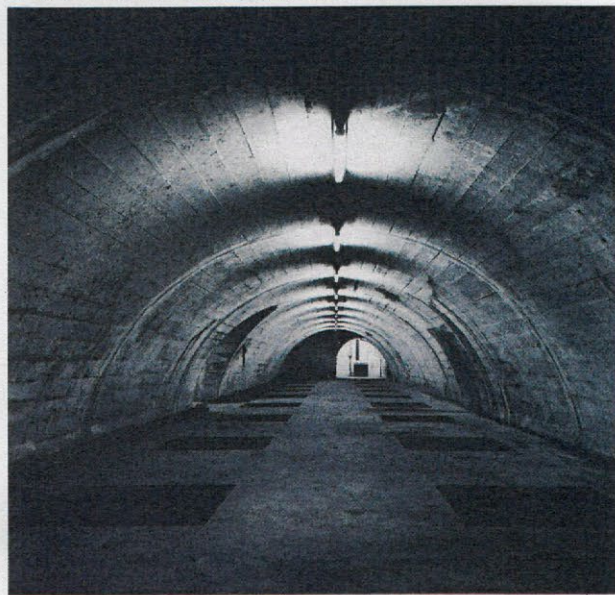
sein.⁵² Später wurde jedoch relativiert, dass sicherheitstechnische Aspekte nicht unbedingt den Ausschlag gegeben hätten: »Diese Disposition wurde nicht allein wegen des drohenden Krieges mit Rücksicht auf Sicherheit gegen Luftangriffe, sondern schon lange vorher wegen ihrer übrigen Vorteile gewählt: Verteilungen im Fels eingebettet, der sich an der Druckaufnahme beteiligt, daher Materialersparnis und Sicherheitsgewinn, ferner Schutz gegen Steinschlag, Erhaltung eines unberührten Landschaftsbildes.«⁵³

Typologie und Bauform

Funktionelle und räumliche Konzeptionen der Kavernenzentralen sind unmittelbarer Ausdruck und Konsequenz der unterirdischen Bauweise. Unterirdische Bauwerke bestehen nur aus Innenräumen, sind Bauformen ohne äussere Kontur. Die Konzeption solcher Anlagen kann frei von äusseren Zwängen und Bedingungen entwickelt werden. Funktional, bautechnisch und räumlich kann man zwei grundsätzlich verschiedene Typen unterscheiden: einerseits Anlagen, die aus mehreren Kavernen bestehen, wobei die verschiedenen Anlagenteile in einzelnen separaten Kavernenräumen untergebracht sind; andererseits Anlagen mit einer Grossform, einer einzigen grossen Kaverne, in die alle Anlagenteile als sekundärer Innenausbau integriert sind.

Die aufgegliederte Bauform fand zum Beispiel bei den Zentralen der Misoix Kraftwerke, den ersten unterirdischen Zentralen in Graubünden Anwendung (1951–62), aufgrund schlechter Felsqualität und um nicht zu grosse Gewölbe konstruieren zu müssen. So besteht die Zentrale Spina aus mehreren kleinen, voneinander getrennten Kavernen, die parallel zueinander angeordnet und durch Verbindungsstollen erschlossen sind. Verschieden grosse Gänge und Hallen mit hufeisenförmigen Profilen wurden aus dem Fels herausgebrochen und mit Beton verkleidet. Jede funktionale Einheit, jeder Anlagenteil, ja fast jeder Apparat ist hier in einem eigenen und besonderen Raum untergebracht, der durch seine Funktion, durch seine spezifische Form und Grösse, durch das Material der Wände, durch die von Raum zu Raum sich unterscheidende Lichtführung, durch die Geräusche der Maschinen oder des Wassers oder auch durch die Stille sein besonderes Leben erhält.

Kavernenzentrale Spina: Überfallkammer (oben, Bild: Jürg Ragetti) und Ablaufrinne (unten, Bild: Christian Kerez)



Steel, a material to reuse

Swiss steelweek+ 2021

The destructive impact of the construction industry on the planet and its inhabitants is no longer in question. Global warming, waste management, depletion of natural resources, air and soil pollution are all issues that must be urgently addressed. They are also challenging the current economy, whose growth is directly correlated to the extraction of raw materials, the manufacture of new products and, ultimately, to their increased consumption. Besides, the constant transformation of the built environment and infrastructure of a territory is a necessary lever for sustainable development and for guaranteeing the well-being of all. Faced with this situation, an emerging circular strategy could be salutary: component reuse, which makes it possible to build new assemblies without manufacturing new materials. Steel, if assembled with reversible means, is a particularly well-suited material for reuse. But are the stakeholders ready to adopt new business models?

Keywords reuse; circular economy; stock-based optimization; material efficiency; greenhouse gas emissions

1 A little reminder

There is no planet B and Earth's ecosystems are not doing well. The construction industry plays a big part in the equation. It is estimated that 50% of the mass of materials produced in industrialized countries is destined for the construction sector [1]. Global demand for steel has doubled since 2000 [2] and, without major systemic change, will continue to increase as long as the world's population grows [3]. Meanwhile, the extraction and processing of raw materials actively contributes to global warming. It is estimated that 11% of all annual anthropogenic carbon dioxide (CO₂) emissions worldwide are due to the production, maintenance and demolition of buildings [2]. More than two thirds of the volume of waste generated in Europe comes from demolition or construction sites [4]. The need for new buildings is constantly reiterated and existing buildings rarely reach their expected service life. The extension and densification of urban areas, the energy renovation of buildings, or more indirectly the typological adaptation of housing, offices and retails to emerging uses, imply a never-ending transformation or replacement of the built environment. At the territorial level, the constant modification of mobility, fluid and energy de-

Stahl, ein wiederverwendbarer Werkstoff

Die zerstörerischen Auswirkungen der Bauindustrie auf den Planeten und seine Bewohner sind inzwischen unbestritten. Der Klimawandel, die Abfallwirtschaft, die Verknappung der Bodenschätze, die Luft- und Bodenverschmutzung – all dies sind Themen, die dringend angegangen werden müssen. Sie stellen zudem eine Herausforderung für die derzeitige Wirtschaft dar, deren Wachstum in direktem Zusammenhang mit der Gewinnung von Rohstoffen, der Herstellung neuer Produkte und letztlich mit deren steigendem Verbrauch steht. Eine kontinuierliche Umgestaltung der bebauten Flächen und der städtischen Infrastrukturen ist ein unerlässlicher Hebel für eine nachhaltige Entwicklung und für die Wahrung des Wohlergehens aller Menschen. Angesichts dieser Situation könnte eine sich derzeit entwickelnde Strategie der Kreislaufwirtschaft von Nutzen sein: die Wiederverwendung von Bauteilen, die es ermöglicht, neue Gebäude zu errichten, ohne neue Baustoffe herzustellen. Stahl ist ein besonders gut geeigneter Werkstoff für die Wiederverwendung, sofern Bauteile reversibel montiert werden. Doch sind die Akteure bereit, neue Geschäftsmodelle zu übernehmen?

Stichworte Wiederverwendung; Kreislaufwirtschaft; Optimierung der Lagerhaltung; Materialeffizienz; Treibhausgasemissionen

mands also leads to a continuous update of infrastructure networks.

2 The traditional toolkit

Traditionally, architects and structural designers pursue two strategies to minimize the environmental impact of their projects. The first strategy is to reduce the amount of material required for the project. Directly correlated to production costs, this strategy has always existed, whether we consider the structural performance of Thomas Telford's bridges, Jean Prouvé's systems or, more recently, the many algorithms for structural optimization. For regular building skeletons, the strategy consists, for example, in seeking the best placement of supports in relation to the spans that they create. The strategy also reconsiders the unneeded oversizing of the structural sections, often due to an excessive rationalization of the production and construction processes [5].

The second strategy, which is historically more recent, makes use of alternative materials, in particular those that are naturally abundant and, by extension, whose produc-

tion generates fewer greenhouse gas emissions: bio-sourced or earth-based materials, materials that contain recycled content, or variants with reduced environmental impact. Contemporary steel, when derived from recycled steel scraps, falls in this category.

However, in view of the climate emergency, these two strategies have a limited impact as they do not decouple the demand for new materials from the demand for new constructions. A strategy to achieve such a decoupling – and one that only involves the responsibility of building designers – is to persuade clients that there is no need for new construction when existing buildings can provide the same programmatic objectives [6, 7]. However, the need for transforming the built environment remains, mainly in order to achieve greater occupant well-being or new sustainability objectives. It is in this more open perspective that the principles of the circular economy make sense.

3 The circular toolkit

The primary objective of a circular economy is to keep existing products in service as long as possible. Considering a building or part of a building as a product, the successive strategies consist, in priority order, of (1) using the product as much as possible, without physical modification, and adapting its use if there is a risk of obsolescence or an opportunity for increased intensity of use; (2) repair, renovate, maintain, or improve it in situ; (3) deconstruct it in whole or in part and reuse the disassembled components elsewhere with minimal transformation; (4) crush, shred or melt the material to produce new ones (recycling).

In the order given, it is expected that each strategy will have a less harmful environmental impact than the next one. Graphically illustrated, the succession of strategies creates overlapping and repeating loops, and explains how this economy is circular (Fig. 1). It circulates uses, operations and materials in order to limit new productions. Through new business models, the circular econo-

C. Fivet: Stahl, ein wiederverwendbarer Werkstoff

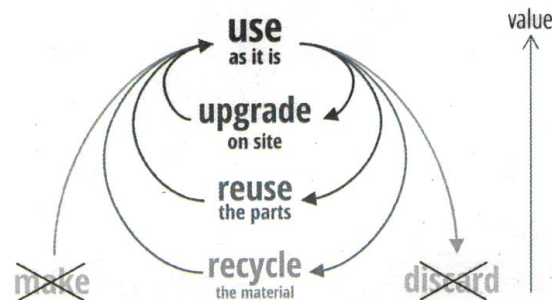


Fig. 1 Four complementary strategies for achieving a circular economy in the construction industry
Vier sich ergänzende Strategien zur Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft im Baugewerbe

my is a driver of local job creation. It also reduces dependency on imports.

When a new production is deemed necessary, the viability and effectiveness of these four circular strategies will be guaranteed if the product is designed to be disassembled, thus favoring its future selective repair and deconstruction [8]. For steel connections, it mainly means that the use of bolts must be favoured over welding. If members are welded, technology for cutting parts on-site and drilling new connections are available. In addition, the probability of future reuse will increase if the new components can be used in a variety of arrangements, as shown on Fig. 2 where the definition of a kit of structural bars has been optimized to fit the need of three structures of diverse topology [9].

All these strategies, traditional or circular, are complementary to each other [10]. Each is necessary and none is sufficient to achieve environmentally sustainable objectives. For example: optimizing the cross-sections of a building structure would only allow a 40% reduction in the total built mass [11]; recycled steel only reduces greenhouse gas emissions by a certain percentage compared to first-hand steel; and reuse and recycling are limited by the

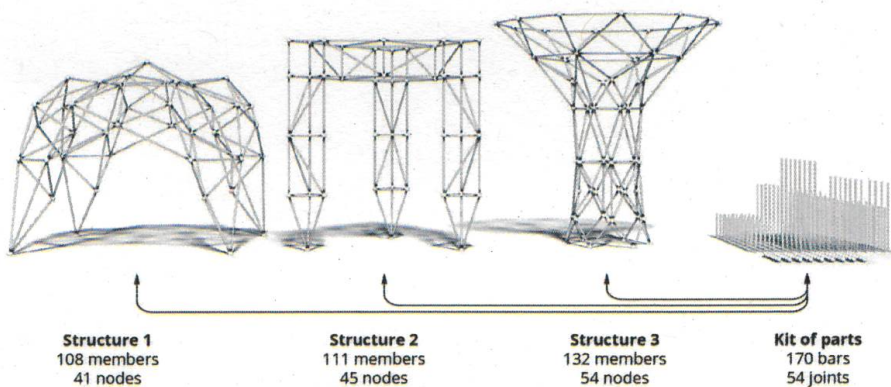


Fig. 2 Design of a kit-of-part to optimize the use of its elements in three different structure [9]
Entwurf eines Baukastens zur bestmöglichen Nutzung der einzelnen Bauteile in drei verschiedenen Tragwerken [9]



AUFSTELLUNG DES NEUEN MOUGIN NIEDERSCHLAGSSAMMLERS
BEIM KONKORDIAPLATZ, ALETSGLETSCHER



W. MITTELHOLZER, REUSSMÜNDUNG, FLÜELEN, AXEN V. S. AUS 200 M, 1931

- G.VOGT & V.BURCKHARDT, PARADISE NOW; DIE NEUEN GRANZEN DES GARTENS, 2021
- M.MUMENTHALER, WILDE WASSER - STARKE MAUERN; KRAFTWRKBAU IM GEBIRGE, 1960
- M.BURKHALTER & C.SUMI, DER GOTTHARD; LANDSCAPE MYTH TECHNOLOGY, 2016
- UPCYCLING; WIEDER- UND WEITERVERWENDUNG ALS GESTALTUNGSPRINZIP IN DER ARCHITEKTUR, 2019
- J.GÖTTLER, DIE ELEKTRIFIZIERTEN HAUPLINEN DER SCHWEIZERISCHEN BUNDESBAHNEN, 1927
- C.SCHULZE, STATE OF NATURE, 2017
- PROFESSUR G. VOGT, FEST, FLÜSSIG, BIOTISCH; ALPINE LANDSCAFTEN IM WANDEL, 2021

- PRISMA, NR.4, DIE SCHWEIZER BAHNEN IM JAHRE 2000, 1947
- S.WALTHER, STAUWERKE; MONUMENTS OF POWER, 2020
- K.GANTENBEIN, WILDE WASSER, STARKE MAUEREN, SCHÖNE ERINNERUNGEN , 2020
- P.PATERSEN, HOCHPARTERE, HEFT 6, 27 METER ABLUFT, 2022
- A.GUPTA, THE FUTURE IN RUINS; THOUGHTS ON THE TEMPORALITY OF INFRASTRUCTURE, 2018
- B.LARKIN, PROMISING FORMS; THE POLITICAL AESTHETICS OF INFRASTRUCTURE, 2018
- B.LARKIN, THE POLITICS AND POETICS OF INFRASTRUCTURE, 2013
- C.FIVET, STAHLBAU 91, H.4, STEEL; A MATERIAL TO REUSE, 2022
- J.RAGETTLI, WERK, BAUEN, WOHNEN, H.4, VERBORGENE REICHE DER TECHNIK; DIE UNTERIRDISCHEN ANLAGEN DER WASSERKRAFTWERKE IN DER SCHWEIZ, 2022





