

Sanierung der Rheinfallfelsen

Autor(en): **Deppe, Jakob**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **39 (1987)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-585546>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Sanierung der Rheinfallfelsen

Jakob Deppe

«Rheinfallfelsen in Gefahr!» meldete die Schweizer Presse vor einigen Jahren. Ein geologisches Gutachten hatte ergeben, dass die berühmte Aussichtskanzel auf dem mittleren Rheinfallfelsen gefährdet ist, da sie zahlreiche kleine und grosse Risse aufwies. Zwar war der Befund der Geologen nicht alarmierend und zeigte auch nicht eine unmittelbare Einsturzgefahr an, doch hielten sie die Sanierung des Felszahns für notwendig. Erosions- und Verwitterungsvorgänge gefährdeten langfristig die Stabilität der Felszähne. Der kleine Felszahn mit seiner bizarren Form, mit der wasserdurchfluteten Öffnung (er wurde vor etwa 100 Jahren mit einer kräftigen Vormauerung gesichert) liess bedeutend ungünstigere Stabilitätsverhältnisse vermuten als der grosse Felsen daneben. Da der kleine Felsen aber nicht begehbar ist und durch allfälliges Abbrechen einzelner Felsteile keine Personen gefährdet werden, sollten für ihn keine Sanierungsmassnahmen ergriffen werden. Sowohl die Schaffhauser wie die Zürcher Regierung waren sich darin einig, dass aber die begehbare, unter Denkmalschutz stehende Aussichtswarte unter allen Umständen erhalten werden sollte.

Im Herbst 1983 wurden die Sanierungsarbeiten öffentlich ausgeschrieben. Das Sanierungsprojekt sah vor, die Felsoberfläche im gefährdeten Bereich mittels Sandstrahlen zu reinigen, die Klüfte mit Injektionen zu verfüllen und eine armierte Spritzbetonverkleidung aufzubringen, um die Erosion am Felsen zu stoppen. Dank der gespritzten Applikation lässt sich Spritzbeton ideal jeder Felsform anpassen und durch Einfärben dem Grundton der natürlichen Felsoberfläche angleichen.

Bauarbeiten im Rheinfall können nur bei Niederwasserperioden ausgeführt werden. Es war vorgesehen, mit den Arbeiten noch im Spätherbst 1983 zu beginnen, sobald die Rheinwasserführung $200 \text{ m}^3/\text{s}$ unterschritt. Trotz dem trockenen Jahrhundertssommer wollte die Wasserführung nicht auf das gewünschte Mass zurückgehen, und die Ausführung musste auf die nächste Niederwasserperiode verschoben werden.

Diese Verschiebung gab uns Bauleuten in ungewohnter Art Zeit, uns auf die kommenden Probleme einzustellen. Wir beobachteten und studierten das Verhalten des Falles bei verschiedensten Wasserständen (*Abb. 8*). Gleichzeitig suchten wir nach Hinweisen aus der Literatur über den Rheinfall. So lernten wir das faszinierende Wintergesicht des Falles mit seinen Schluchten, Höhlen und Strudellöchern bei Niederwasser kennen.

Niedrige Wasserstände bedeuten am Rheinfall Wasserführungen unter $200 \text{ m}^3/\text{s}$, mittlere 300 bis $400 \text{ m}^3/\text{s}$ und Hochwasser ungefähr $1000 \text{ m}^3/\text{s}$. Die je erreichten Extremwasserstände werden mit min. $95 \text{ m}^3/\text{s}$ und max. $1250 \text{ m}^3/\text{s}$

angegeben. Diese Werte können aber heute nicht mehr erreicht werden. Die grossen Wasserkraftwerke in den Alpen bewirken einen Ausgleich: Im Sommer wird in den Speicherseen Wasser zurückgehalten, im Winter aber abgegeben. So sind heute noch Wasserführungen von 150 m³/s bis 1100 m³/s möglich. Niedrigwasser tritt fast regelmässig am Ende des Winters ein, wenn lange Regenfälle ausbleiben und die Schneeschmelze in den Alpen noch nicht eingesetzt hat. Niedrigste Wasserstände, über die hier berichtet werden soll, kommen in jedem Jahrhundert höchstens zwei- bis dreimal vor, so selten, dass in früheren Zeiten die Chronisten davon Kenntnis nahmen. Am tiefsten in die Erinnerung der Schaffhauser eingepägt hat sich das Trockenjahr 1540, von dem es in der Chronik heisst, dass die grosse Hitze im März begann und ununterbrochen bis Weihnachten andauerte. Ende Dezember wurde im Rhein noch allgemein gebadet. Die Brunnen waren ausgetrocknet, und es war streng verboten, das Wasser zum Waschen zu verwenden. Ein Chronist schrieb: «Der Häwmonat war so haiss, dass die Iser und Escher im Rhein an Land schwummen, kalt Wasser zu suchen, und eh sie wieder recht ins Wasser kommen mochten, fielen sie für grosser Hitz uf den Ruggen, dass die Fischer sie in grosser Menge mit den Händen fiengen, waren faisst und gut.» Der niedrigste Wasserstand im 17. Jahrhundert war 1672. Der Chronist: «Im Januar und Februar war der Rhein so klein, dass man im Laufen (Laufen = Wasserfall/Stromschnelle) bloss ein Brett über zwei hervorragende Steine oben im Rheinflall in der Mitte des Strombettes zu legen brauchte, um trockenen Fusses von einem Ufer zum Anderen zu gelangen.» Die Schaffhauser Handwerker leisteten sich den Spass, auf den Lächenfelsen ihre Butiken zu errichten. Zum Gaudium der Bevölkerung wurde dort im Februar ein sechzehnsäumiges Fass erstellt, eingeweiht und im Klosterkeller deponiert. Das Jahrhundertwunder wiederholte sich 1733, als man das Felsenbett des Rheinflalls über die Mitte hinaus durchqueren konnte. Zum Vorschein kam ein grosses Bohnerznest, das geleert und in der nahen Eisenhütte eingeschmolzen wurde. Den niedrigsten Wasserstand im letzten Jahrhundert erreichte der Rheinflall im Winter 1879/80. Damals stellte man fest, dass der kleine Felszahn bedenklich angenagt und unterhöhlt war, so dass ein Absturz befürchtet werden musste. So wurde die erste Sanierung am Rheinflall angeordnet. An der Kante flussabwärts wurde ihm der heute noch deutlich sichtbare Mauerwerkuntersatz in der Form eines Brückenpfeilers gegeben. Eine Menge Leute besuchte in jenen Tagen den Rheinflall, der einen selbst den Schaffhausern ungewohnten Anblick bot. Daran erinnert die Eisentafel mit der Jahreszahl 1880 auf einem Felsbuckel zwischen dem Schaffhauser und dem Zürcher Fall. Einem Chronisten erschien die Stille geradezu unheimlich, denn die in die Tiefe von Furchen, Rissen und Schluchten niederrinnenden Wasser hatten ihre Donnerstimme eingebüsst. «Der zerrissene Kalkfelsgrund erscheint völlig blossgelegt in graubrauner, toter Nacktheit als ein zerklüfteter ausgehöhlter und aus-

genagter Felsenrücken über welchen die Zacken der gewöhnlich aus dem Absturz emporragenden Felsklippen grotesk in die Lüfte steigen.» Weiter berichtet er von neuen Entdeckungen. Am Fusse des Zürcher Falles kam eine hohlkugelförmige Grotte von ungefähr 5 m Durchmesser zum Vorschein, über die bei normalem Wasserstand ein ungeheurer Wasserstrahl wie von einem Sprungbrett herausschiesst (*Abb. 7*). Sie war nur mit einem Boot zu erreichen, doch liess es sich eine Gesellschaft von übermütigen jungen Leuten nicht nehmen, in der von den Wassergeistern verlassenen Höhle ein fröhliches Gelage zu veranstalten. An die 200 ausgebildete oder unvollständig ausgemahlene Strudellöcher, Wassermühlen und Töpfe in allen Grössen und Formen wurden gezählt.

Ein besonders denkwürdiger Tag war der 3. 6. 1921 in der Geschichte des Rheinfalls. Ein natürlicher Niederwasserstand von etwa $100 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde versuchsweise noch künstlich auf 45 bis $50 \text{ m}^3/\text{s}$ durch Manipulation des Kraftwerkes Schaffhausen abgesenkt. (Natürlich noch mit dem alten, von Moser erbauten.) Diese «Abstellung des Rheinfall» war auf etwa 2 Uhr nachmittags angesetzt und dauerte eine halbe Stunde. Von der Vorstellung fasziniert, den Rheinfall abzustellen, wenn auch nur für sehr kurze Zeit und für Sanierungsarbeiten viel zuwenig lang, versuchten wir abzuklären, ob eine Wiederholung dieser Übung möglich wäre. Wir haben aber sofort einsehen müssen, dass heute nicht mehr alles machbar ist, was unsere Väter noch konnten. Der Weg durch die Instanzen ist lang und beschwerlich, dauert Monate.

Nach diesem Exkurs in die weitere Vergangenheit zurück zu unseren Arbeiten. Auf Grund unserer Beobachtungen gelangten wir zum Schluss, dass mit dem Stegbau und den Dämmungsarbeiten ohne zusätzliches Risiko bei einer grösseren Rheinwasserführung als den vertraglich festgelegten $200 \text{ m}^3/\text{s}$ begonnen werden konnte (*Fig. 10/11*). Nur eine Sache war ungewiss, und alle Hilfsberechnungen nützten nichts: Können Dämme aus Sandsäcken mit 800 kg Inhalt den Wasserkraften widerstehen? Rutschen die Säcke auf dem mit Algen und Moos bewachsenen Felsgrund nicht einfach ab? Um dieses Problem zu klären, wurden am 16. November 1984 bei einer Wasserführung von $261 \text{ m}^3/\text{s}$ 10 Sandsäcke versuchsweise an einer ausgewählten Stelle im Rheinfall mit einem Helikopter abgesetzt. Nun wussten wir, dass die Säcke mit dem Heli auf etwa 20 cm genau plaziert werden konnten, dass die Luftturbulenzen über dem Fall für den Heli unbedeutend waren und die Säcke tatsächlich den in sie gestellten Anforderungen genügten.

Die Rheinwassermenge nahm immer mehr ab, und am 27. November 1984 bei $156 \text{ m}^3/\text{s}$ war es soweit. Der Steg wurde bis zur grossen Rinne im Schaffhauser Fall gebaut. Die 800 kg leichte Aluminiumbrücke mit einer Spannweite von 16 m sollte eingeflogen werden. Zunächst wollte der Wettergott aber nicht mitmachen. Dichter Nebel lag über der ganzen Region, und der Pilot hatte keine Möglichkeit,

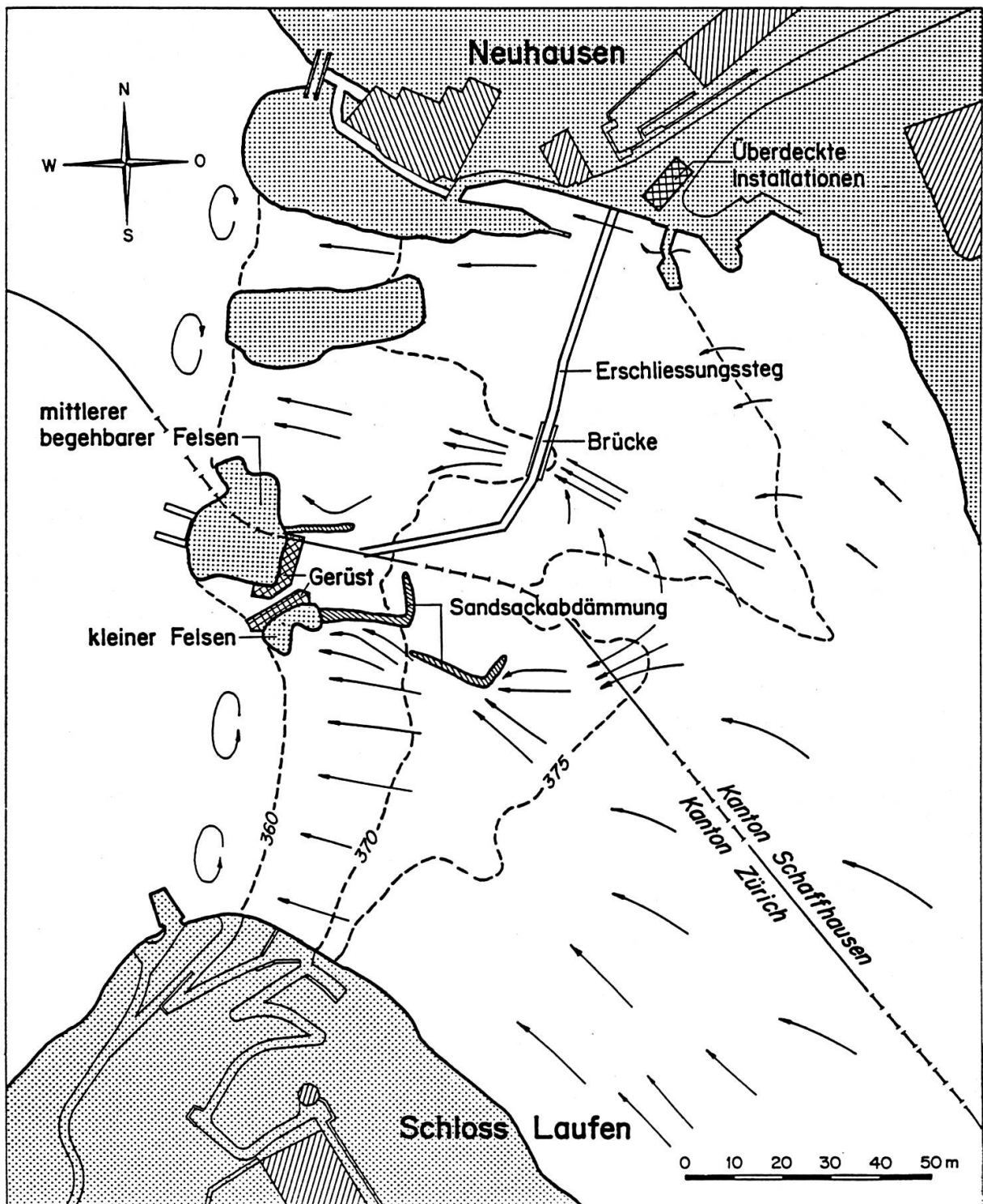


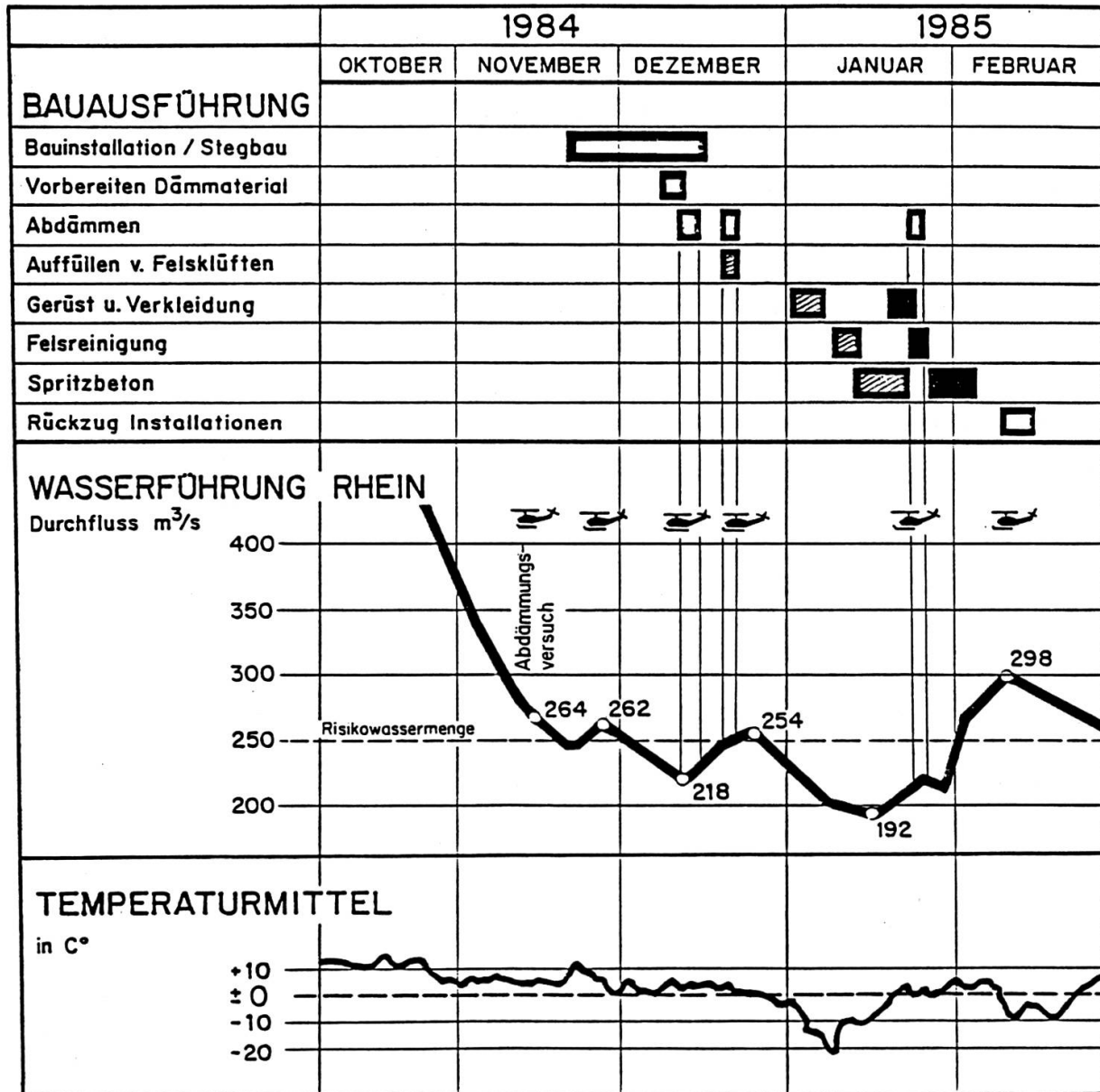
Fig. 10 Installationen für die Erosionsschutzmassnahmen.

den Rheinfall überhaupt zu finden. Am Samstag, dem 1. Dezember 1984, war aber plötzlich schönstes Wetter. Sofort wurde der Helikopter abgerufen und unsere auf Pikett gestellten Leute aufgeboten. Der Einsatz klappte vorzüglich, und am Montag konnte der Stegbau fortgesetzt werden (*Abb. 10*). Am 13. Dezember bei 221 m³/s erfolgte dann die heikelste Arbeit: das Erstellen der Dämme. Während 1¹/₂ Tagen wurden 220 Säcke à 800 kg und 500 Säcke à 40 kg sowie Material für die Arbeitsgerüste unter den Augen unzähliger Zuschauer mitten im Rheinfall abgesetzt. Eine Woche später wurden zusätzlich nochmals 80 grosse Säcke als Verstärkung vom Heli eingeflogen. Diese Aktionen waren natürlich sehr spektakulär und lockten viele Zuschauer zu einer ungewohnten Zeit an den Rheinfall, während sich die eigentlichen Sanierungsarbeiten sozusagen unter Ausschluss der Öffentlichkeit in geheizten Arbeitszelten abspielten. Der Dammbau gelang nach Wunsch, und die vor dem grossen Felsen Zahn entstandene Lagune wurde leergepumpt. Dabei kamen grosse, bis zu 4 m tiefe Strudellöcher zum Vorschein. Niemand wusste von deren Existenz. In einer Blitzaktion wurden diese Löcher am letzten Arbeitstag 1984 mit 48 m³ Unterwasserbeton verfüllt. Über die Festtage ruhten die Arbeiten. Es kam die grosse Januarkälte. Der Rheinfall veränderte sein Gesicht, es bildeten sich pittoreske Eisplastiken (*Abb. 11*). Trotz klirrender Kälte wurde am 3. Januar 1985 die Arbeit wiederaufgenommen. Der grosse Felsen Zahn wurde eingerüstet und mit Isolationsmatten eingepackt. Der Arbeitsraum wurde auf 12 bis 20 Grad Celsius aufgeheizt (*Abb. 12*).

Im Januar erhielten wir zusätzlich den Auftrag, auch den kleinen Felsen Zahn zu sanieren. Es hatte sich gezeigt, dass der Zustand des kleinen Felsens bedeutend schlechter war als angenommen und ein Einsturz in den nächsten Jahren zu befürchten war. So wurde auch der kleine Felsen eingepackt und mit Spritzbeton saniert.

Mittlerweile zerstörten die Wassermassen teilweise die Dämme, d. h., eine stattliche Zahl der Säcke wurde aufgerissen oder weggespült. So mussten die Dämme am 25. Januar bei 208 m³/s mit weiteren 70 grossen und 350 kleinen Säcken verstärkt werden (*Abb. 13–15*). Als zusätzlicher Schutz wurde ein Wellenbrecher aus Stahlprofilen erstellt (*Abb. 9*). Am 24. Januar wurde die letzte Spritzbetonschicht am grossen Felsen aufgebracht, beim kleinen Felsen geschah dies am 5. Februar (*Abb. 16–19*). Um eine möglichst grosse Festigkeit des Spritzbetons zu erreichen, wollten wir die Arbeitszelte noch jeweils 3 Wochen stehenlassen und beheizen. Beim grossen Felsen gelang dies, nicht aber beim kleinen. Das Wetter wurde wärmer, und es begann zu regnen. Das Tauwetter und der Regen bewirkten einen markanten Anstieg der Rheinwassermenge. So mussten wir zwei Wochen früher als vorgesehen am 11. Februar bei 298 m³/s zum Rückzug blasen (*Abb. 20/21*). Die Gerüste sowie der Steg bis zur grossen Rinne wurden demonstert, und der Wellenbrecher wurde abgebrochen. Die Sandsäcke konnten sich

selbst überlassen werden. Man wählte bewusst Säcke aus Jute. Dieses Material verrottet im Wasser relativ schnell. Bereits eine halbe Stunde nachdem der Wellenbrecher entfernt war, zerstörten die Wassermassen die Sandsackdämme. Mit dem Ausfliegen des Aluminiumsteiges am 14. Februar kreiste der Helikopter ein letztes Mal über dem Rheinfall. Die Wasser umströmten nun wieder wie seit Urzeiten die Felsen. Wo bis vor kurzem noch gearbeitet wurde, war wieder ein reissender Strom mit seiner Gischt. Die Rheinfallgeister liessen sich nicht lange unterdrücken.



Legende: ▨ grosser Felsen ■ kleiner Felsen

Fig. 11 Schematisches Protokoll der Bauausführung.



Abb. 10 Bau von Steg und Arbeitsgerüst

Abb. 13 2. Helikoptereinsatz zur Verstärkung der Sandsackdämme



Abb. 11 Arbeitssteg, Januar 1985

Abb. 12 Gerüstzelt



Abb. 14 Blick gegen Westen

Abb. 15 und Fall aufwärts





Abb. 16 Spritzbetontransportleitung vom Neuhauser Ufer aus

Abb. 20 100jährige Vormauerung am kleinen, Sanierung 1985 am grossen Felsen

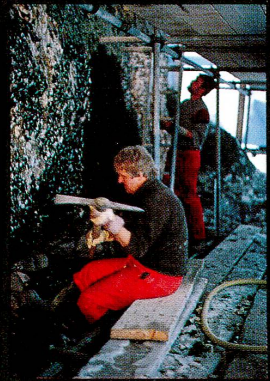
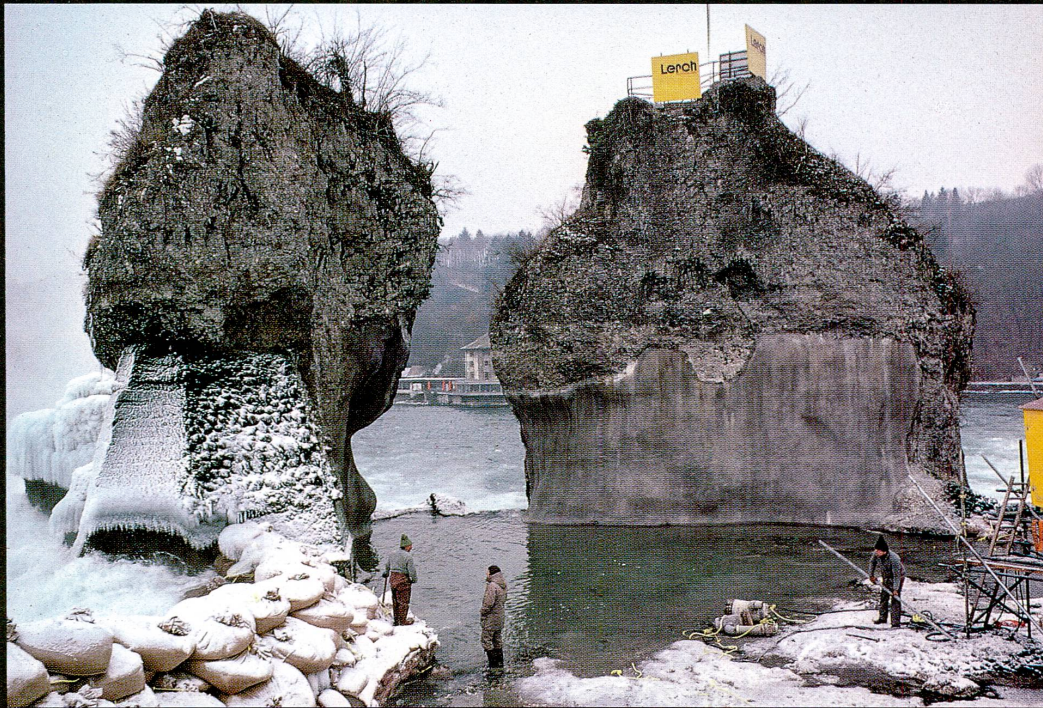


Abb. 17 Manuelle Säuberung von losem Gestein und Algen



Abb. 18 Verfüllen der Klüfte mittels Injektionen

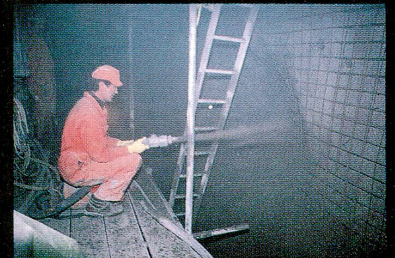


Abb. 19 Auftrag Spritzbeton

Abb. 21 Saniertes Felsentor

