

---

# Künstliche Felsen aus Spritzbeton

---

ARTIFICIAL ROCKS MADE OF SHOTCRETE

PIETRO TEICHERT, LAICH SA, AVEGNO/TI, SCHWEIZ

Moderne Zoos dienen unter anderem dem Naturschutz und halten Tiere in Gehegen von artgerechter Größe und Gestaltung. Dazu dienen oft auch Felsen.

Wo die Verwendung natürlicher Felsen unbefriedigend, unmöglich oder zu teuer ist, kommen als Alternative künstliche Felsen aus Spritzbeton in Frage. In der neuen Bärenanlage des Zürcher Zoos dienen solche Felsen zur Verblendung von Betonbauten. Der Werdegang von Spritzbetonfelsen beginnt mit dem Modell und endet mit der Färbung. Ihre Herstellung ist keine Arbeit für jedermann. Sie erfordert Erfahrung, handwerkliches Können, Kenntnisse der Geologie, Beobachtungsgabe und Gefühl für Ästhetik.

*Modern zoos are designed, among other things, for the protection and preservation of species; the animals are kept in enclosures of adequate size and form, often including rocks.*

*Wherever the use of natural rocks is unsatisfactory, impossible or too expensive, artificial rocks made of shotcrete represent an alternative. In the new enclosure for bears at the Zurich Zoo such rocks serve as facing of concrete structures. The making of shotcrete rocks starts with the model and ends with the coloration of the rocks. This is not a routine job. It requires experience, technical skills, geological knowledge, powers of observation and aesthetic sense.*

Früher waren Zoos Menagerien und Tiersammlungen, die auf engem Raum wenige, oft sogar nur einzelne Tiere möglichst vieler Arten zeigten, um die Schaulust des Publikums zu befriedigen.

Moderne Zoos sind wissenschaftlich geführt. Sie sind eine kulturelle Institution, deren wichtigste und vornehmste Aufgabe es ist, den Naturschutz zu fördern und bekannt zu machen. Daneben dienen sie der Forschung sowie der Bildung und der Erholung ihrer Besucher. Infolgedessen hat sich auch die Tierhaltung gewandelt. Moderne Zoos zeigen von wenigen Arten, besonders von den gefährdeten, Paare oder Gruppen in Gehegen von artgerechter Größe und Ausstattung.

Ein artgerechtes Tiergehege muß nicht nur eine angemessene Größe und Form haben, es hat auch so ausgestattet zu sein, daß sich die Tiere darin wohl fühlen. Dazu gehören unter anderem Tränken, Bäder und Suhlen, Sonnen- und Schattenplätze sowie Möglichkeiten, damit sich die Tiere

verstecken und beschäftigen können.

Ein modernes Tiergehege soll aber auch dem Besucher gefallen. Deshalb trachtet man heute danach, die Gehege so zu gestalten, daß sie ein Bild der Landschaften oder Biotope vermitteln, aus denen die gezeigten Tiere stammen. Die wichtigsten Mittel zur naturnahen Gestaltung sind Erde und Wasser, Pflanzen und Holz, Steine und vor allem Fels.

Auf den ersten Blick liegt es nahe, für solche Zwecke natürliche Felsen zu verwenden, zumal in steinreichen Ländern wie der Schweiz. Felsbrocken aus einem Steinbruch eignen sich gut, um ein Gelände abzutrepfen oder einen Kletterberg aufzutürmen. Es gibt aber Fälle, in denen die Verwendung natürlicher Felsen unbefriedigend, unmöglich oder zu teuer ist, und zwar aus wirtschaftlichen, konstruktiven, ästhetischen und tiergärtnerischen Überlegungen.

Wenn natürliche Materialien für die gewünschten Strukturen nicht in Frage kommen, sind sie künstlich herzustellen, aus Kunststoff, aus Mörtel, aus Beton - oder aus Spritzbeton.

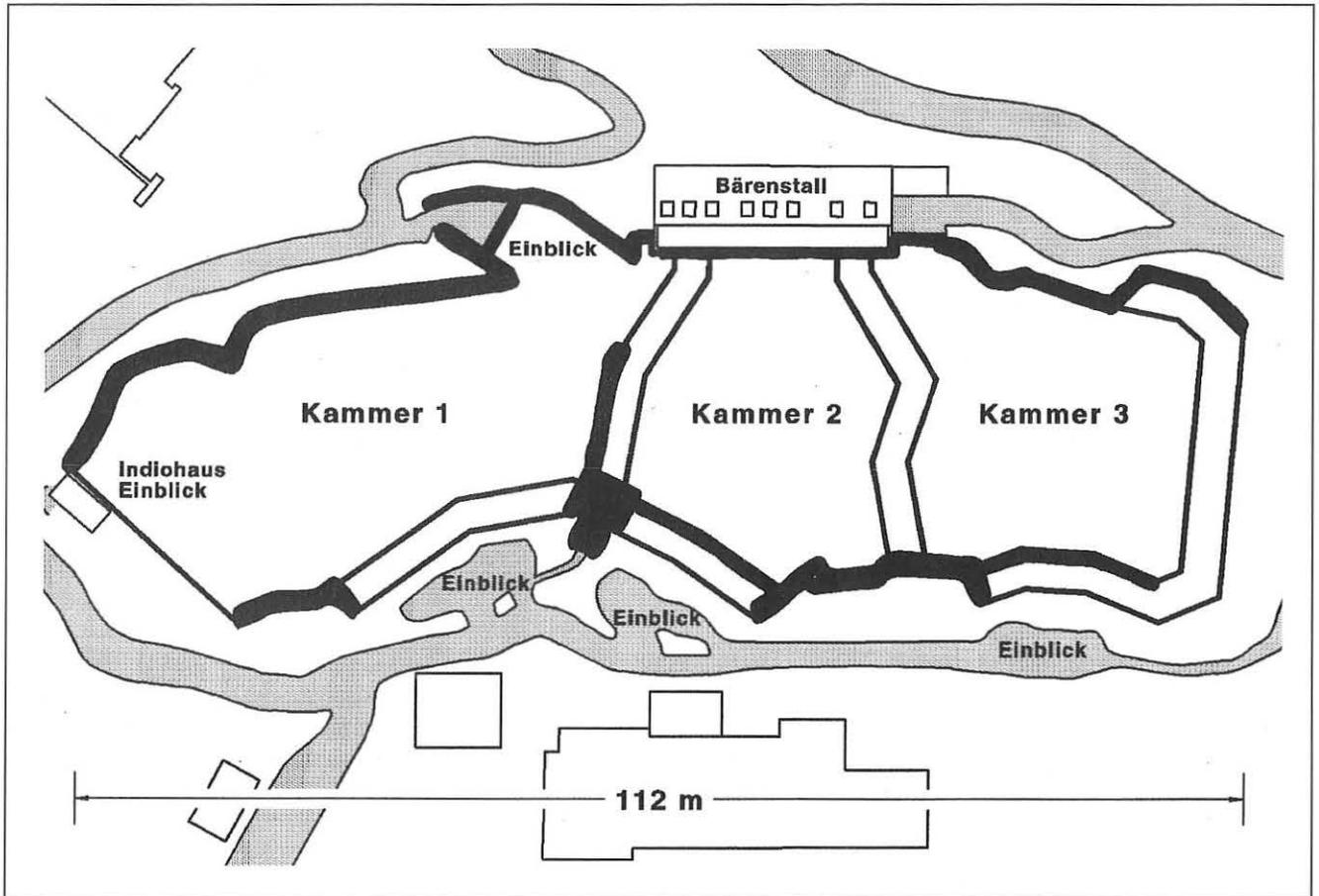


Bild 1: Grundriß der Anlage (schwarz = künstliche Felsen)

Davon soll die Rede sein.

Der Zoologische Garten Zürich hat seine Entwicklung bis ins Jahr 2020 geplant. Der sogenannte Masterplan sieht als erste Etappe den Bau einer neuen Bärenanlage vor.

Bären hat der Zürcher Zoo seit seiner Eröffnung im Jahre 1929 gehalten, anfangs Braunbären, zuletzt südamerikanische Brillenbären. Sie mußten bis Ende 1993 in einer völlig veralteten Anlage leben, die typisch war für die Tierhaltung zu Beginn des Jahrhunderts: eine nackte Grube mit senkrechten Wänden aus Beton und mit Steinplatten als Boden. Der Besucher schaute auf die Tiere hinab.

Die neue Anlage ist zehnmal größer als die alte und verwirklicht die letzten Erkenntnisse der Tiergärtnerei. Sie ist in einen Hang eingebettet und imitiert die Landschaft des Verbreitungsgebietes der Brillenbären, nämlich den felsigen Bergnebelwald der südamerikanischen Anden (Bild 1).

Das landschaftsgestalterische Konzept sah in dieser Hanglage einen natürlichen Geländebruch vor, der natürliche Barrieren bildet. Im "abgerutschten" Teil der Anlage ragen noch einzelne Felsrippen heraus. Eine härtere Schicht staut das Wasser eines Wasserfalles sowie eines Baches zu Weihern.

Felsen sind also ein prägendes Element der neuen Anlage. Sie dienen einerseits dazu, das Innere des Geheges, also das Gelände, zu gestalten und zu strukturieren; zum ande-

ren sind die für den Besucher sichtbaren Betonbauten, vor allem Stützmauern und das Gebäude mit den Innenställen der Tiere, mit Felsen verblendet worden.

Für die Gehegeausstattung hat man natürliches Gestein verwendet. Die Felsen zum Verblenden hingegen sind aus Spritzbeton geschaffen worden. Warum? Wieso hat man nicht auch dazu natürlichen Fels genommen? Dafür gibt es verschiedene Gründe.

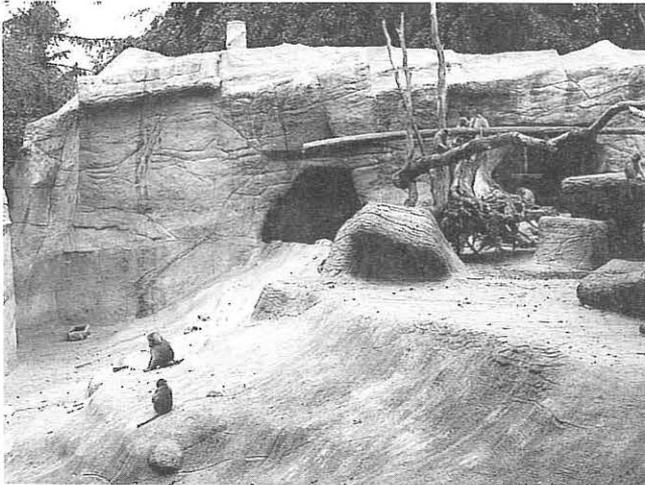
- Es ging nicht darum, Volumen aufzubauen, sondern Flächen zu verkleiden, und zwar insgesamt etwa 1.150 m<sup>2</sup> vertikaler Ansichtsfläche, bei Höhen bis zu vier Metern.
- Es ist sehr schwierig, Blöcke aus natürlichem Fels so zusammenzufügen, daß das Ganze überzeugend wirkt.
- Wo die Felsen als Gehegebegrenzung dienen, müssen sie senkrechte Flächen bilden oder überhängen, damit die Tiere nicht entweichen können.
- Die Felsen müssen die Betonstrukturen nicht nur vorne verblenden, sondern oben auch nach hinten übergreifen. Sie belasten also die tragende Konstruktion.
- Der Transport, die Bearbeitung und das Versetzen natürlicher Felsblöcke erfordert viel Zeit und teures Gerät.

Die Felsen zum Verblenden der Betonbauten sollten also nicht aus natürlichem Gestein, sondern künstlich aus Spritzbeton geschaffen werden. Das war unser Problem. Wir hatten uns zwar während 53 Jahren ausschließlich mit

Betonspritzen befaßt und in dieser langen Zeit so ziemlich alles aus Spritzbeton gemacht, was sich damit anstellen läßt, nur noch keine künstlichen Felsen.

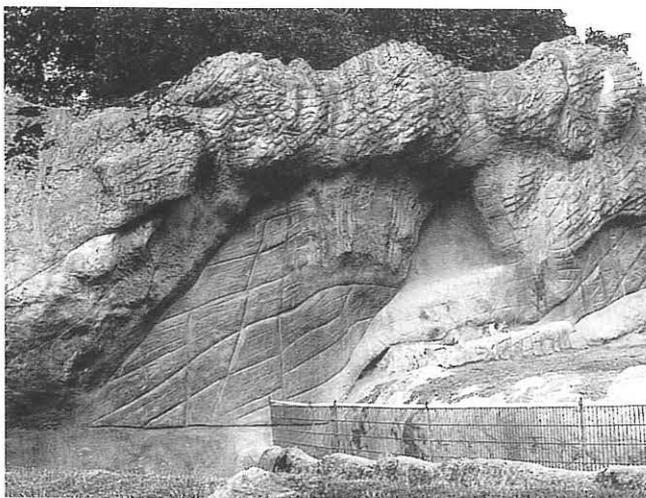
Wir standen also vor einer für uns völlig neuen Aufgabe. Wie ließe sie sich am besten bewältigen? Bei der Suche nach einer Antwort auf diese Frage haben wir uns zuerst einmal umgesehen, was andere auf diesem Gebiet bereits gemacht hatten. Dafür gibt es genügend Beispiele - solche und andere.

Gebilde wie **Bild 2** und **3** hatten keine Chancen beim Landschaftsarchitekten, der täuschend echt wirkende Felsen haben wollte, Felsen also, die punkto Form, Struktur und Farbe so aussahen wie natürliche.

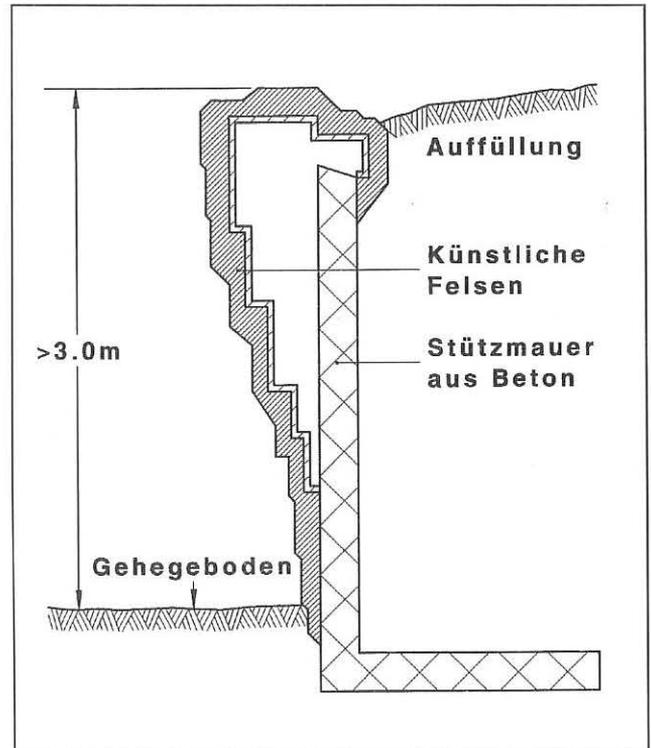


*Bild 2: Künstliche Felsen in einem Zoo*

Erwogen hat man auch Felsen, die mit sogenannten Abdrücken hergestellt werden. Dabei fertigt man mit geeignetem Material etwa ein bis zwei Quadratmeter große Negativformen natürlicher Felsen an, mit welchen man plattenförmige Positivformen meist aus Faserzement herstellt. Solche Elemente werden dann so aneinandergesetzt und gefärbt, daß naturgetreue Kunstfelsen entstehen. Diese Methode ist aber verhältnismäßig aufwendig und daher teuer. Heikel sind zudem die Verfügung der Elemente und die Stabilität



*Bild 3: Künstliche Felsen in einem Zoo*



*Bild 4: Aufbau der Felsen aus Spritzbeton*

des Ganzen. Abdrücke kommen deshalb kaum für Felsen in Frage, die der Witterung und Belastungen ausgesetzt sind.

Als Vorbilder mußten daher andere Beispiele dienen. Wer sich auskennt, weiß, daß die meisten und besten Felsen aus Spritzbeton in den Vereinigten Staaten und in Kanada zu finden sind. Deshalb haben wir uns zwei Wochen lang in sieben amerikanischen Zoos umgesehen.

Von dieser Reise sind wir ernüchtert zurückgekehrt, voller Bewunderung für das Können der amerikanischen Felsenbauer und voller Zweifel und Beklemmung vor dem eigenen Mut. Doch es gab kein Zurück mehr, wir hatten den Auftrag und mußten an die Arbeit.

Der Bauherr, der Zoologische Garten Zürich, und der Landschaftsarchitekt hatten uns an Beispielen im Gelände gezeigt, wie die Felsen der Bärenanlage aussehen sollten. Gewünscht war ein vorwiegend bankiger, flächenhafter und kantiger Fels, der größtenteils Abbruchflächen nachbilden sollte. Das war für die Herstellung der Formkörper wichtig, einem der Schritte des Werdeganges künstlicher Felsen. Solche Felsen sind ja in der Regel nicht massiv, sondern hohl (**Bild 4**). Man stellt sie her, indem man den Spritzbeton ausreichend dick auf Formkörper spritzt, die als verlorene Schalung dienen. Die Formkörper können aus einem Rundstahlgerüst bestehen, über das man Streckmetall oder ein feinmaschiges Gitter spannt. Dieses Vorgehen eignet sich für voluminöse, runde oder kugelige Felsen; zur Herstellung unserer Felsen schien es uns aus verschiedenen Gründen unzuweckmäßig. Deshalb haben wir die Formkörper auf andere Weise hergestellt.

Der Spritzbeton unserer Felsen ist wenigstens zehn Zentimeter dick (**Bild 5**). Er besteht aus der tragenden Schicht,

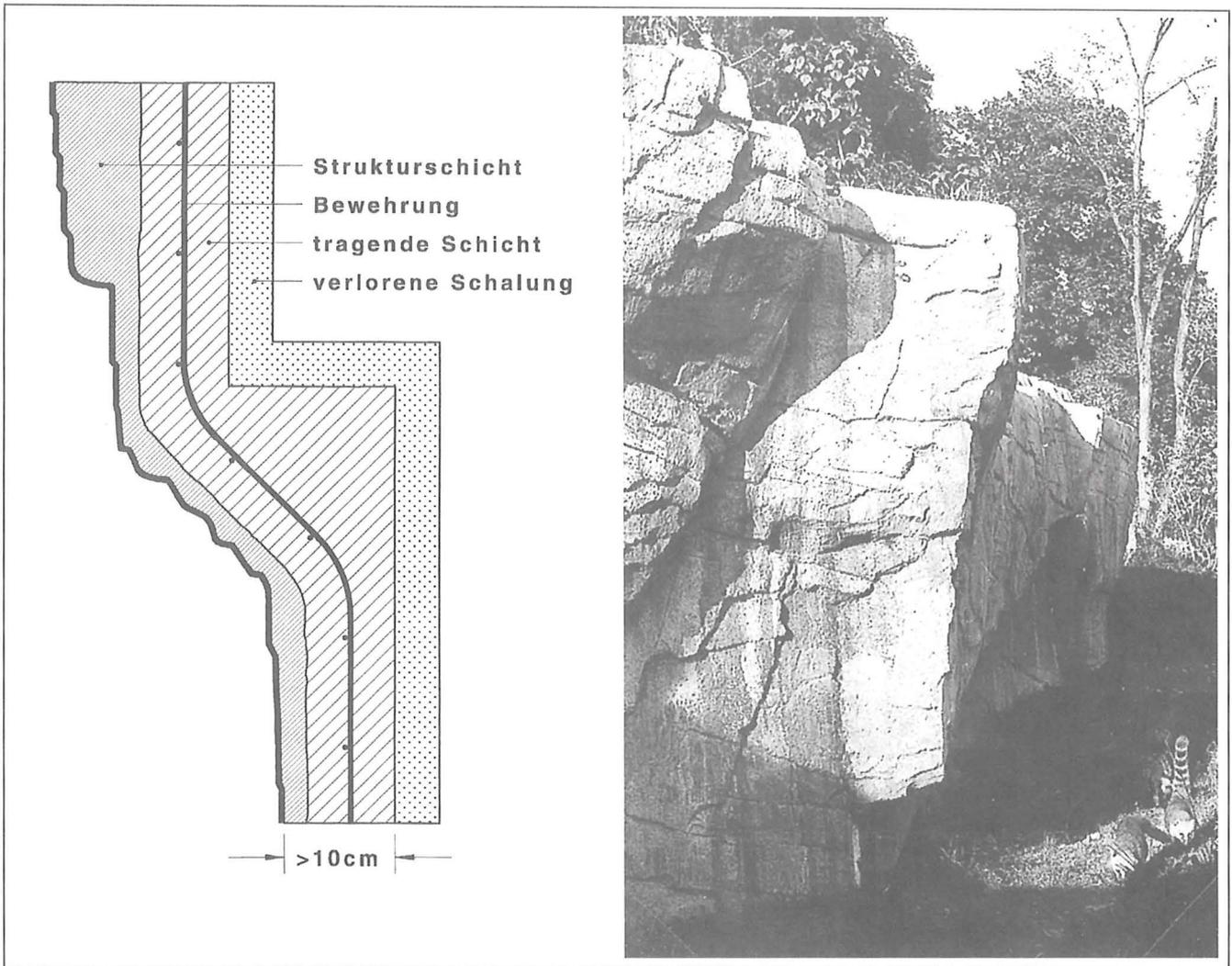


Bild 5: Aufbau und Ansicht eines Felsens aus Spritzbeton

die bewehrt ist, und aus der Strukturschicht, die so bearbeitet wird, daß sie felsähnliche Formen bekommt.

Vom Modell, das der Bauherr genehmigt hatte (Bild 6), sind die Maße nach einem Raster auf das Bauwerk übertragen worden (Bild 7). Dort haben wir die Formen der Felsen aus verschweißten Rundstählen nachgebildet, die in der tragen-

den Struktur verankert sind. An diesen Rundeisenskeletten haben wir Schaumstoffplatten befestigt (Bild 8), auf die dann der Spritzbeton aufgetragen worden ist (Bild 9).

Für den Spritzbeton war eine geeignete Ausgangsmischung zu finden. Sie mußte auf vielfältige Anforderungen abgestimmt sein:



Bild 6: Modell künstlicher Felsen

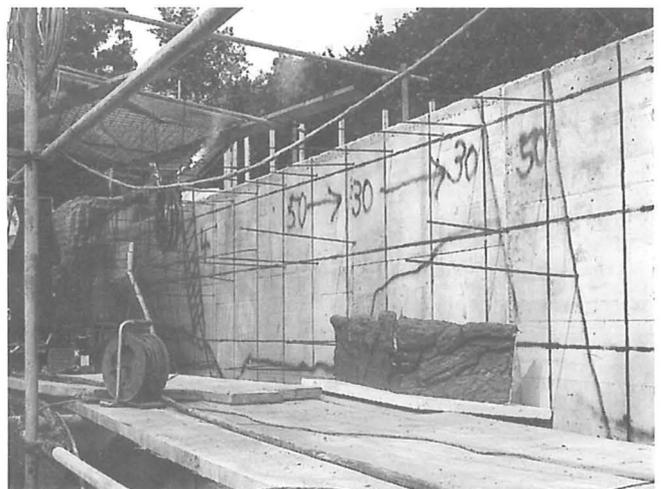


Bild 7: Raster am Bauwerk

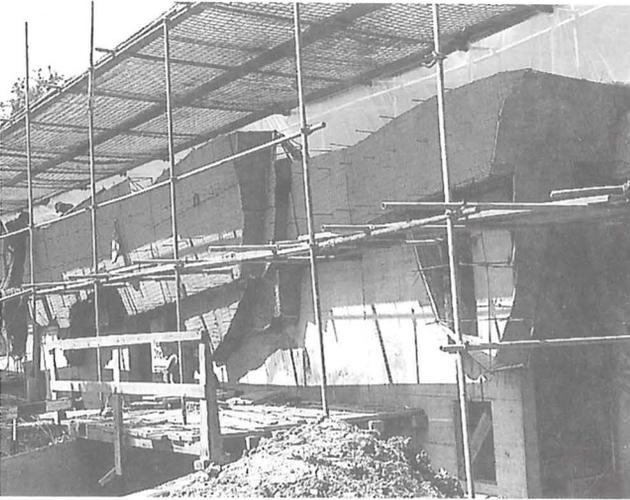


Bild 8: Schaumstoffplatten auf Rundeisenskeletten

- Die Körnung der Zuschlagstoffe mußte fein genug sein, um die gewünschte Oberflächenstruktur der Felsen schaffen zu können.
- Das Gemisch mußte über etwa 200 m förderbar sein.
- Die tragende und die Strukturschicht sollten möglichst gleich beschaffen sein.
- Der Spritzbeton mußte klebefähig sein, um die Strukturschicht bis zu zehn Zentimeter dick in einem Arbeitsgang auftragen zu können.
- Der frische Spritzbeton mußte eine Zeitlang bearbeitbar bleiben.
- Der Spritzbeton sollte möglichst wenig schwinden, weil es unter zumutbarem Aufwand unmöglich war, ihn fachgerecht nachzubehandeln.
- Der Spritzbeton mußte ausreichend fest und frostbeständig sein, da wir für seine Qualität eine zehnjährige Garantie leisten.

Dieser Fülle von Erfordernissen vermochte nur das Trockenspritzverfahren zu genügen. Es waren etliche Versuche nötig, um die bestgeeignete Zusammensetzung des Trockengemisches zu finden. Bewährt hat sich eine Mischung aus feinkörnigem Rundsand, Portlandzement und Zutaten. Sie war erfreulicherweise sehr staub- und rückprallarm.

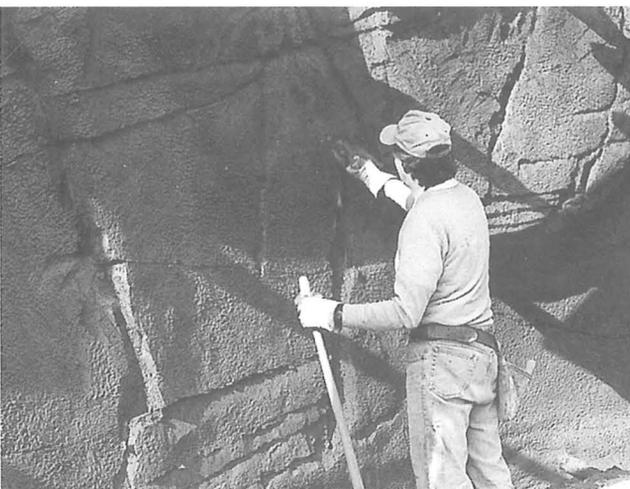


Bild 9: Spritzbeton auf Schaumstoffplatten

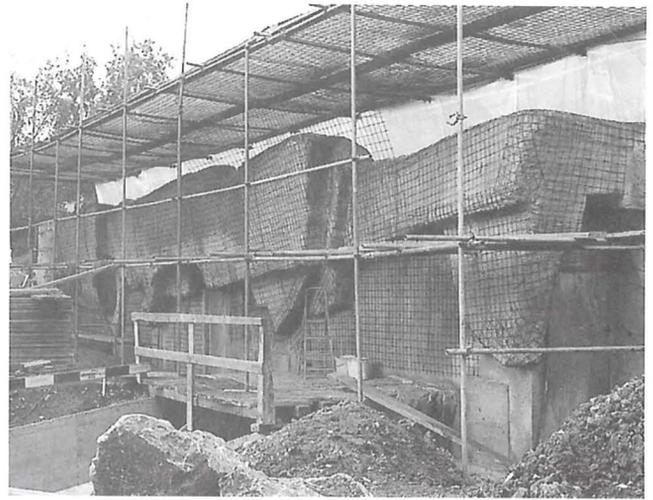


Bild 10: Bearbeitung der Strukturschicht

Das Trockengemisch ist auf der Baustelle hergestellt worden, insgesamt 370 Kubikmeter. Die Spritzbetonmaschine befand sich neben dem Mischer. Die Förderdistanz bis zum entferntesten Spritzort betrug 180 Meter, bei oft recht gewundenem Verlauf.

Zur Bewehrung der tragenden Schicht sind durchwegs Netze aus verschweißtem Stahldraht verwendet worden. Stellenweise haben wir sie mit Rundstählen verstärkt.

Das Aussehen künstlicher Felsen steht und fällt mit der Bearbeitung ihrer Oberfläche. Dieses Bearbeiten besteht darin, die letzte Spritzbetonschicht, so lange sie noch weich ist, mit verschiedenen Werkzeugen durch Glätten, Schaben, Kratzen und Schneiden so zu formen, daß sie eine felsgleiche Struktur erhält (Bild 10 und 11). Das ist keine Arbeit für jedermann, denn sie erfordert nicht nur viel handwerkliches Können und Erfahrung, sondern auch Grundkenntnisse der Geologie, Beobachtungsgabe und Gefühl für Ästhetik. Die Könnner auf diesem Gebiet darf man getrost als Künstler bezeichnen. Wir hatten das Glück, für unsere Arbeit im Zürcher Zoo eine gut eingespielte Dreiergruppe solcher Spezialisten engagieren zu können. Diese Leute haben auch das Färben der Felsen besorgt, was ebenfalls kein Kinderspiel ist.

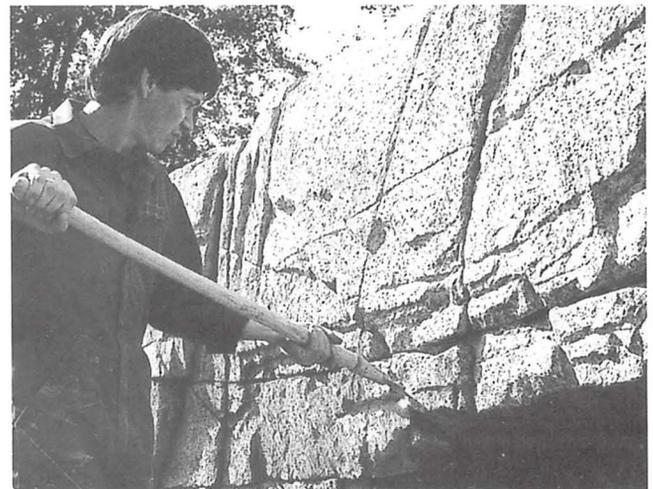


Bild 11: Bearbeiten der Strukturschicht



Bild 12: Unsere „Felsenbauer“

Die neue Bärenanlage im Zürcher Zoo ist in sehr kurzer Zeit entstanden, also unter großem Termindruck. Zwischen dem ersten Spatenstich und der Einweihung liegen nur 18 Monate. Ein beträchtlicher Teil davon entfällt auf das Bepflanzen und das Anwachsen der Vegetation. Die eigentlichen Bauarbeiten haben nur die erstaunlich kurze Zeit von elf Monaten gedauert.

Insgesamt sind etwa 65.000 Stunden aufgewendet worden, wovon allein 8.500 Stunden für die künstlichen Felsen aus Spritzbeton anfielen (Bild 12). Deren abgewinkelte Oberfläche beläuft sich auf etwa 1.700 Quadratmeter, ihr Volumen dürfte schätzungsweise 700 Kubikmeter erreichen.

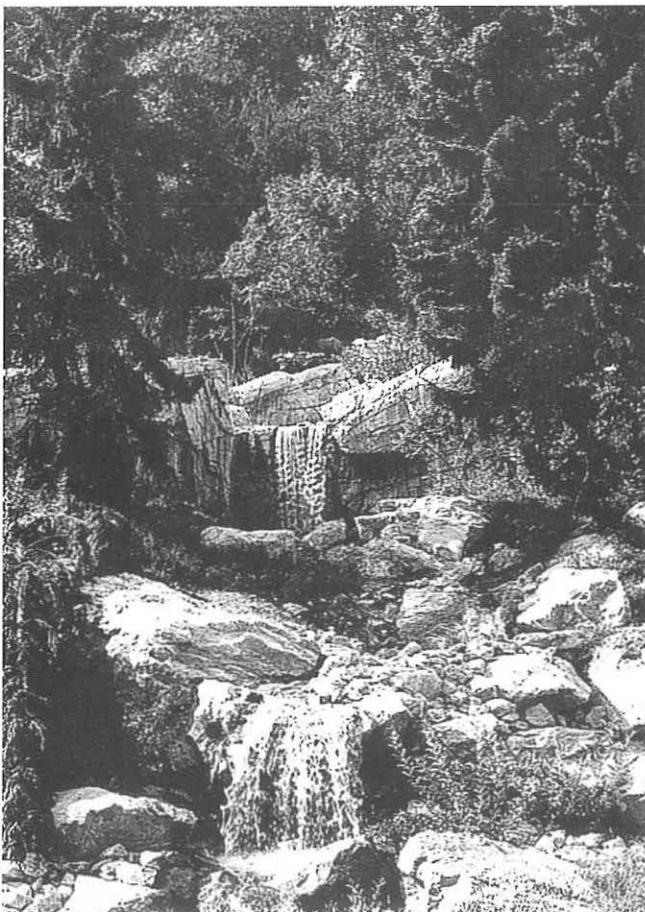


Bild 13: Bärenanlage des Zürcher Zoos

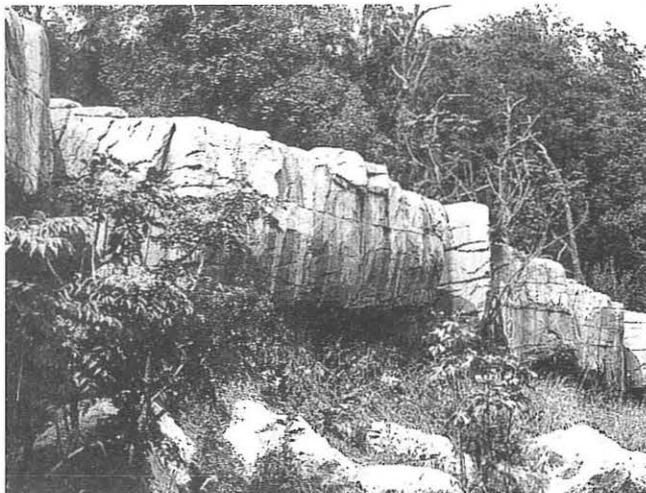


Bild 14: Künstliche Felsen aus Spritzbeton

Alles in allem hat der Zoo für die ganze Anlage sechs Millionen Schweizerfranken bezahlt, vollumfänglich aus Spenden einer Vielzahl großer und kleiner Gönner. Rechnet man hinzu, was die Planer und die ausführenden Firmen mit Preisnachlässen oder anderswie draufgelegt haben, dürften die wirklichen Kosten der Anlage etwa bei sieben bis acht Millionen liegen.

Das rund 2.500 Quadratmeter große Gehege wird derzeit von drei Brillenbären und sieben Nasenbären bewohnt. Die Tiere fühlen sich offensichtlich wohl, so daß es bald Nachwuchs geben dürfte. Den erhofft sich der Zoo vor allem von den Brillenbären, weil es eine bedrohte Tierart ist. Die neue Bärenanlage ist heute eines der Prunkstücke des Zürcher Zoos (Bild 13). Sie wird weit herum gelobt und bewundert, auch und vor allem in der Fachwelt. Das ist das Verdienst vieler. Sie alle können sich über ein rundum gelungenes Werk freuen.

Auch über unsere Felsen (Bild 14 und 15) ist so viel Nettes gesagt worden, daß wir schon fast vergessen haben, wieviel Mühe, Nerven und nicht zuletzt auch Lehrgeld uns diese Arbeit gekostet hat. Eins der schönsten Komplimente hat uns ein Besucher gemacht, als er staunend meinte: "Gopfrid-Stutz, wie händ die au all die Felse da ane bracht!" Auf Hochdeutsch heißt das: "Donnerwetter, wie haben die bloß alle diese Felsen hierher gebracht!"

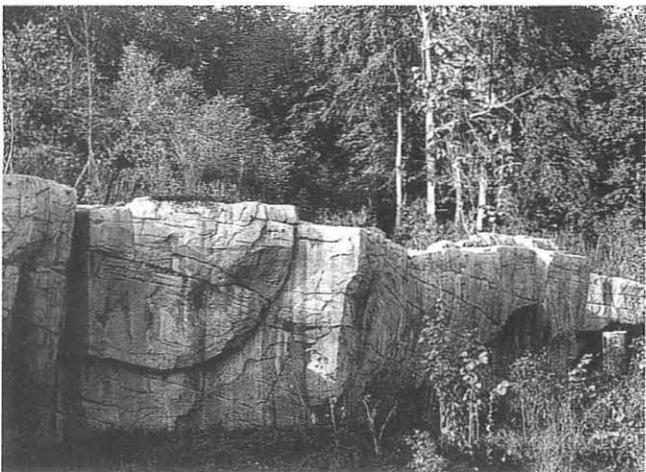


Bild 15: Künstliche Felsen aus Spritzbeton