

Wasserkraftmaschinen, Kunst- und Kehrräder, lieferten jahrhundertlang die Energie zum Antrieb von Wasserpumpen und Fördermaschinen im Oberharzer Bergbau.

Rund fünfzig Jahre vor der Stilllegung des Bergbaus in Clausthal-Zellerfeld kam der Wechsel zunächst mit Dampfkraft und danach mit Elektrizität.

Anhand zweier Schachtanlagen im Rosenhöfer Revier, der Grube Thurm Rosenhof und dem Ottiliae-Schacht, läßt sich der Wandel der Technik studieren.

Durch die kürzliche Freilegung der früher aus Sicherheitsgründen verfüllten Runden Radstube am Thurm Rosenhof steht nun eine Menge an Fundmaterial zur Verfügung, mit der sich der Aufbau und die Funktionsweise des ehemaligen Kehrrades und seiner Einhausung zeigen läßt.

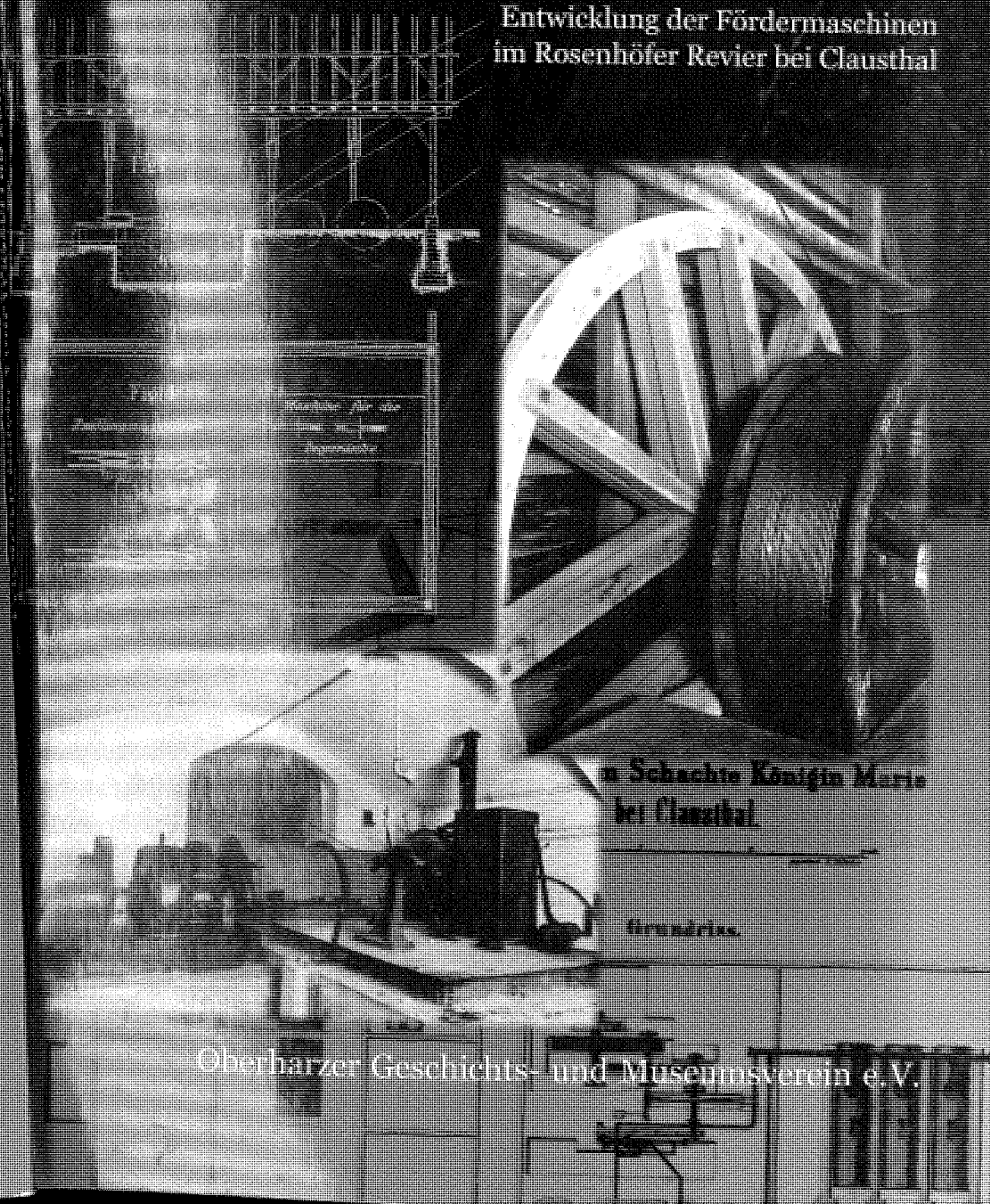
Informationen aus Archiven und Bibliotheken ergänzen den Sachverhalt und belegen ein Nebeneinander von Wasser- und Dampfkraft am Thurm Rosenhof und beschreiben den Wechsel von der Dampfkraft zur Elektrizität am Ottiliae-Schacht.

ISBN 3-9806619-0-3

Friedrich Balck

# VOM WASSERRAD ZUM ELEKTRISCHEN ANTRIEB

Entwicklung der Fördermaschinen  
im Rosenhöfer Revier bei Clausthal



Friedrich Balck

# VOM WASSERRAD ZUM ELEKTRISCHEN ANTRIEB

Entwicklung der Fördermaschinen  
im Rosenhöfer Revier bei Clausthal

Schriftenreihe des

Oberharzer Geschichts- und Museumsvereins e. V. Clausthal-Zellerfeld

Balck, Friedrich:  
Vom Wasserrad zum elektrischen Antrieb  
Entwicklung der Fördermaschinen im Rosenhöfer Revier bei Clausthal  
ISBN 3-9806619-0-3

Die Herausgabe dieses Buches wurde unterstützt durch das Institut für Angewandte Physik der Technischen Universität Clausthal und finanziell gefördert vom Land Niedersachsen.

© 1. Auflage 1999 Friedrich Balck, Institut für Angewandte Physik der TU Clausthal, und Oberharzer Geschichts- und Museumsverein e. V., Clausthal-Zellerfeld.

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung der Inhaber der Rechte ist das Vervielfältigen des Buches oder eines seiner Teile auf photomechanischem Wege, z. B. Photokopie oder Mikrofilm, untersagt.

*Reproduktionen von Originalprints und Rissen:*  
Fotostudio Rudi Rotschiller, Clausthal-Zellerfeld.

*Herstellung:* Papierflieger Verlag, Clausthal-Zellerfeld.  
*Schrift:* 9/12 Georgia von Matthew Carter für Microsoft, 1997.

*Titelbild:* 1. Teile einer mit Wasserkraft angetriebenen Fördermaschine, Bremsrad und Seiltrommel sind durch eine Holzwand (Spritzschutz) vom Kehrrad getrennt [Baumgärtel]. (Glasplattensammlung der Harzbibliothek Nr. 87). 2. Fördereinrichtungen am Ottiliae-Schacht (Abb. 46: Hauptfördermaschine. (C. Leuschner, 1879)). 3. Fördermaschine Thekla-Blindschacht, Bedienerhebel und Sprachrohr (Schennen, 1907). 4. Dampfmaschine für die Fahrkunst am Königin-Marien-Schacht (Abb. 45. H. Kutscher, März 1876 – Deutsches Museum, München, Plansammlung TZ 2072).

## Zum Geleit

Mit der vorliegenden Veröffentlichung setzt der Oberharzer Geschichts- und Museumsverein e. V. seine Dokumentation zum Forschungsprojekt »Thurm Rosenhof« fort. Dr. Friedrich Balck befaßte sich in dem im Juni 1999 erschienen Werk *Thurm Rosenhof – Die Vergangenheit wird lebendig* mit der geschichtlichen Entwicklung dieses Grubenfeldes, dem ältesten Montanrevier in Clausthal. Im vorliegenden Band wird ein weiteres spannendes Kapitel montanarchäologischer Forschung und praktischer Feldarbeit dargestellt.

Nachdem eine Arbeitsgruppe um Ulrich Reiff 1991 nach der sensationellen Entdeckung der Ovalen Radstube eine erste Dokumentation vorgelegt hatte, wagte sich unser Verein an dieses wissenschaftlich, finanziell und zeitlich aufwendige Projekt. Die Realisierung allerdings war nur dank großzügiger Förderung durch öffentliche und private Institutionen möglich.

Wir danken Professor Dr. Reinhard Roseneck, für die denkmalpflegerische Betreuung der Freilegungsarbeiten. Diese Arbeiten und auch die Drucklegung der beiden Broschüren wurde durch das Ministerium für Wissenschaft und Kultur des Landes Niedersachsen großzügig gefördert, wofür Ministerialrat a. D. Norbert Buchwald herzlich gedankt sei.

Als die Anlagen der Oberharzer Wasserwirtschaft vom Land Niedersachsen zum

Kulturdenkmal erklärt wurden, wußten nur wenige Experten, welche Schätze unter Tage im Revier Thurm Rosenhof verborgen sind. Um so dankbarer ist der Oberharzer Geschichts- und Museumsverein dafür, daß seinerzeit die Harzwasserwerke des Landes Niedersachsen unter der Direktion von Dr. Martin Schmidt maßgebliche Unterstützung gewährt haben und heute die Harzwasserwerke GmbH unter der Geschäftsführung von Dipl.-Ing. Hartmut Mantwill die Arbeiten finanziell und mit dem Sachverstand der im Betriebshof Clausthal-Zellerfeld beschäftigten Mitarbeiter fördern. Dem Leiter des Betriebshofes, Dipl.-Ing. Justus Teicke, und Berg.-Ing. Jürgen Alich sei für ihr fachkundiges Engagement bei den Freilegungsarbeiten und der bergtechnischen Sicherung herzlich gedankt.

Die bei den Freilegungsarbeiten gemachten, unerwarteten Funde, die in einer Sonderausstellung des Oberharzer Bergwerksmuseums in der Maschinenhalle des Ottiliae-Schachtes gezeigt werden, sind reicher Lohn für geduldige konzeptionelle und praktische Arbeit. Die ersten Besucherinnen und Besucher werden voraussichtlich im Jahr 2000 über die sogenannte Runde Radstube auch Kehrradstube des Oberen Thurm Rosenhöfer Treibschachtes befahren. Dann können alle Beteiligten stolz sein auf die Wiedergewinnung bedeutender Denkmale Oberharzer Montangeschichte.

Helmut Radday

Vorsitzender des Oberharzer Geschichts- und Museumsvereins e. V. Clausthal-Zellerfeld



# Inhaltsverzeichnis

- 7 **1. Einleitung**
- 7 1.1 Vorwort
- 8 1.2 Wandel der Technik

- 11 **2. Grube Thurm Rosenhof mit Kehr- und Kunsträdern**
- 11 2.1 Das Gelände am Rosenhof
- 13 2.2 Aufwältigung der Runden Radstube am Thurm Rosenhof, Geometrie, Struktur und Bauabschnitte
  - 20 2.2.1 Boden der Radstube und große Öffnungen in der Mauer
    - 20 – Schleiftrog und Ablaufrösche
    - 20 – Wasserzulauf
    - 20 – Die Öffnung der ehemaligen Seiltrift mit Zugangsstollen
  - 29 2.2.2 Schichtenstruktur der Mauer
    - 29 – Kleinere Öffnungen und hervorstehende Steine
    - 33 – Mauerwerk, Gefüge der Steine
  - 33 2.2.3 Versuch zur Deutung, Zeitskala für die Bauabschnitte
  - 38 2.2.4 Einbauten in der Radstube, der Grundrahmen und Dachkonstruktion
  - 40 2.2.5 Form und Abmessungen der Radstube

- 41 **3. Technik der Kunst- und Kehrräder**
- 41 3.1 Unterschiede in der Bauart
- 41 3.2 Das Kehrrad in der Runden Radstube
- 46 3.3 Das Kehrrad in der Ovalen Radstube
  - 47 3.3.1 Beschreibung des Gebäudes
  - 47 3.3.2 Die Fördermaschine und ihre Funktion
  - 53 3.3.3 Die Einzelheiten der Konstruktion
- 54 3.4 Zahlen, Berechnungen

- 56 **4. Technik der Dampfmaschine**

- 69 **5. Technik der elektrischen Fördermaschine**

- 73 **6. Ausstellung im Maschinenhaus des Otiliae-Schachtes**

- 77 **Anhang A – Abbildungsverzeichnis**

- 81 **Anhang B – Bildmarkierungen**

- 83 **Anhang C – Literaturverzeichnis**

- 85 **Anhang D – Glossar**

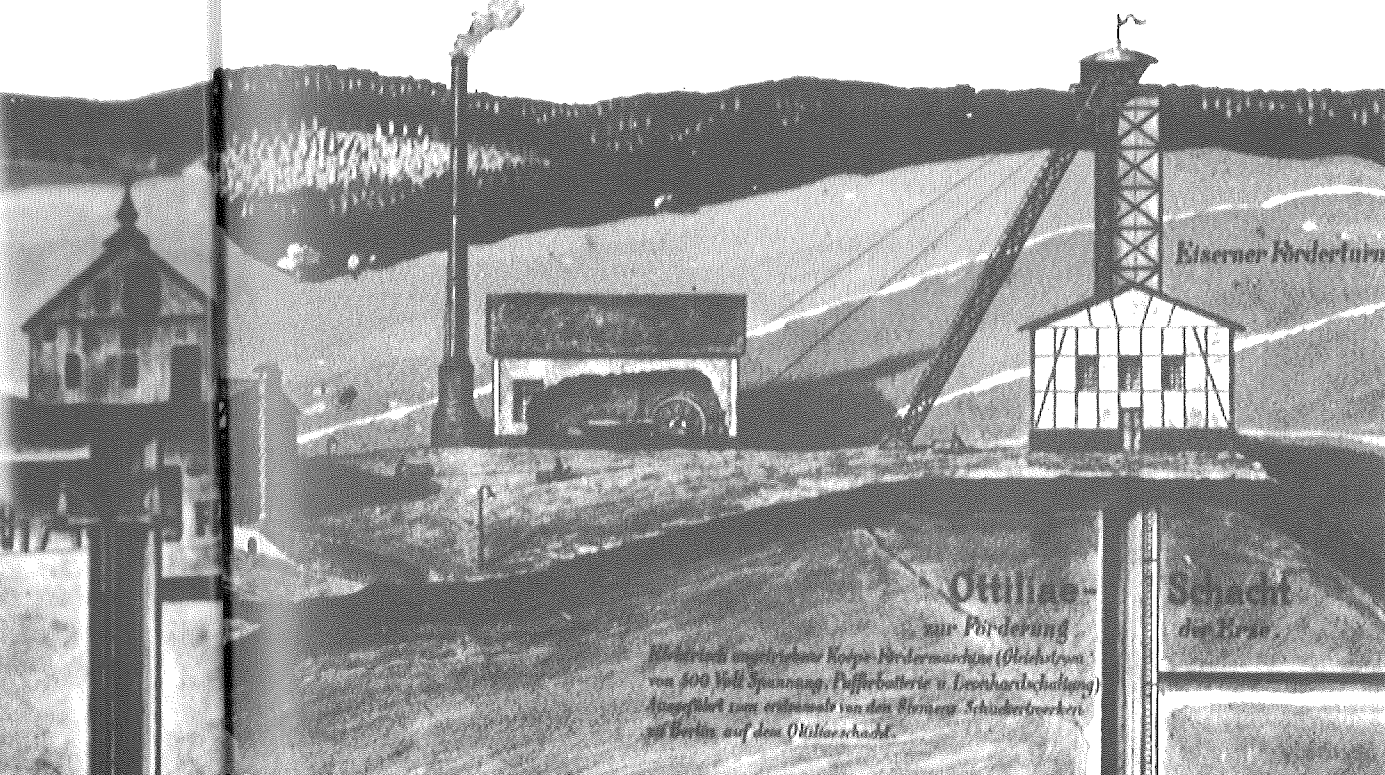
- 87 **Anhang E – Schlagwortverzeichnis**

- 91 **Danksagung**

- 93 **Eine Auswahl von Veröffentlichungen**



**Wasserrad**  
 (unten), welche 1833 von Bergmeister Dörell im Oberhars



**Otiliae-Schacht**  
 zur Förderung  
 Elektrisch angetriebene Koppel-Fördermaschine (Gleichstrom) von 400 Volt Spannung, Pufferbatterie u. Leuchtstabschaltung. Angeführt zum erstenmal von den Römern. Schächterwerk zu Berlin auf dem Otiliaeschacht.

**Eiserner Förderturn**

**Schacht der Eisen**

»Türme aus Stahl und Eisen, nach den Gesetzen des Ingenieurs errichtet, reinste Zweckbauten, formen sich zu überwältigenden Kunstwerken der Architektur.

Unsere Augen fangen langsam an, die großartige Schönheit dieser Schöpfungen zu sehen, Empfindungen für sie zu bekommen.

Wenn Kunst Zeitausdruck sein kann, sind unsere Industriebauten die stärksten Zeugen heutiger Kunst.«

Hermann Keuth, 1924 [4]

»Mittelpunkt über Tage ist der »Schlund« des Schachtes. Man kann ihn von weitem erkennen an seinem hoch herausragenden Fördergerüst. Das Fördergerüst, auch als Seilscheibengerüst bezeichnet und in manchen Lehrbüchern sogar als »Bell-Fleur« erwähnt, gilt als das Symbol des Bergbaus. Es ist der auffallendste und zugleich der ursprünglichste Teil der Grube.«

B. Plessy und L. Challet [10]

## 1. Einleitung

### 1.1 Bergbau am Rosenhof in Clausthal

Der von Westen über die Bundesstraße 242 nach Clausthal-Zellerfeld anreisende Besucher erblickt beim kurvenreichen Anstieg hinter der Abzweigung nach Zellerfeld ein Fördergerüst, das an den Erzbergbau im Harz erinnert.

Dieses stählerne Fördergerüst des Ottiliae-Schachtes<sup>1</sup>, mit dem Baujahr 1876 ist das älteste(!) eiserne Fördergerüst Europas. Bedingt durch die Form des großen rechteckigen Schachtes hat es eine ungewöhnlich breite Gestalt. Es stellt mit seinen filigranen Streben und Stützen die erste Phase der Gerüstbautechnik in Stahl dar.

Der einst 600 m tiefe Ottiliae-Schacht diente bis zur Einstellung des Bergbaus im Jahre 1930 zur Erzförderung, später wurde der Schacht zur Stromerzeugung genutzt. Die endgültige Verfüllung des Schachtes mit einer Betonplombe erfolgte 1984.

Als Antriebskraft wurde zunächst Dampf und später Elektroenergie genutzt.

Das Gesamtensemble des Ottiliae-Schachtes mit seiner erhaltenen Technik repräsentiert das Ende einer jahrhundertelangen Entwicklung des Oberharzer Bergbaus.

Einerseits stellt er den geographisch westlichsten Schacht im Rosenhöfer Revier dar, andererseits ist er der jüngste zutage

fördernde Schacht der Berginspektion Clausthal. Alle früheren Schächte lagen weiter östlich davon, dichter am Stadtrand Clausthals.

Dank vielfältiger Bemühungen und dem engagierten Wirken zahlreicher Bergbaufreunde blieben diese einmaligen Tagesanlagen erhalten und sind heute eine Außenstelle des Oberharzer Bergwerksmuseums.

Den Spuren der Bergleute in diesem Revier vom Ottiliae-Schacht nach Osten folgend, bewegt man sich auf der Zeitachse zurück. Es geht vorbei am Schacht Thurm Rosenhof, der noch bis Anfang des 20. Jahrhunderts in Betrieb war, bis hin zur Grube Drei Brüder – heute innerhalb der Stadt –, in der schon etwa um 1570 Erz gefördert wurde.

Durch die Ausgrabung (Aufwältigung) einer Radstube am Schacht Thurm Rosenhof in den Jahren 1994–97<sup>2</sup> hat sich ein kleines Fenster geöffnet, das den Blick in die Technik des Bergbaus vor etwa 100 Jahren erlaubt, gerade zu der Zeit, als die Dampfkraft begann, die jahrhundertalte Wasserkraft abzulösen.

Die Grube Thurm Rosenhof und der Ottiliae-Schacht stehen stellvertretend für zwei aufeinanderfolgende Stufen der technologischen Entwicklung im Bergbau des letzten Jahrhunderts.

Zunächst vollzog sich hier der industrielle Wandel durch den Übergang vom Kehr-

1 Ernst Hermann Ottiliae 1821–1904, Berghauptmann in Clausthal von 1861–78.

2 Das Institut für Angewandte Physik der TU Clausthal, an dem der Autor tätig ist, wurde beauftragt, die Ausgrabung zu dokumentieren.

rad zur Dampfmaschine. Mit der Verlagerung der Förderung auf den nahen, anfänglich von Dampf angetriebenen Ottiliae-Schacht und der späteren Verwendung eines elektrischen Antriebes verlor sich die Bedeutung der Grube Thurm Rosenhof. Über drei Jahrhunderte Erzförderung am Rosenhof, ursprünglich mit Wasserkraft und später kurzzeitig mit Dampfkraft, gingen zu Ende.

## 1.2 Wandel der Technik

Die Aufwältigung der Kehrradstube des Schachtes Neuer Thurm Rosenhof brachte viele Holz- und Metallfunde eines Kehrrades, der ehemaligen Fördermaschine, zutage. Neben Teilen der Welle, der Bremseinrichtung, der Seiltrommeln und des Radkranzes fanden sich viele Lagerschalen und Verbindungselemente aus Eisen. Die Funde stammen aus verschiedenen Bergbauperioden und Technikgenerationen.

Während das eine der beiden Hauptlager für die Welle aus einfachem Gußeisen besteht, zeigt das andere bereits die Technik eines modernen Stahlgusses und deutet auf den industriellen Wandel hin, dessen Auswirkungen um die Jahrhundertwende auch im Oberharz zu spüren waren. Die Präzision bei der Fertigung der modernen Lagerschale läßt erkennen, daß in dieser Zeit bereits die Voraussetzungen zum Bau von Anlagen wie Dampf- und elektrischen Fördermaschinen vorhanden waren.

Kunst- und Kehrräder haben über Jahrhunderte den Bergleuten als Antriebsmaschinen gedient. Seit der Zeit Agricolas 1550 gab es zwar einzelne Verbesserungen an der Konstruktion dieser Maschinen, grundlegende Veränderungen blieben jedoch aus.

Zum Ende des 19. Jahrhunderts kam der Wandel. Der Bau des Ottiliae-Schachtes und die Errichtung einer zentralen Erzaufbereitung veränderten mit ihrer moder-

nen Technik Transportwege und Durchsätze.

Weitere Verbesserungen in den Jahren 1905 brachte die Fertigstellung einer neuen Zentralaufbereitung, der modernsten ihrer Zeit. Der traditionelle Bergbau, bei dem Abbau und Förderung über Jahrhunderte örtlich miteinander verwachsen waren, mußte sich umstellen. Es wurde nicht mehr dort zutage gefördert, wo der Abbau erfolgte.

Während andere bedeutende technische Neuerungen, wie beispielsweise das Drahtseil oder die Fahrkunst, keine Umstrukturierung der Gruben zur Folge hatten, sondern lediglich lokale Verbesserungen für die Erzförderung und die Bergleute bedeuteten, erlaubten die neuen starken Maschinen die Zusammenlegung wichtiger Funktionen an einen zentralen Ort.

Mit dem Bau der Eisenbahn nach Clausthal im Jahre 1877 ließ sich Kohle zunächst für die Beheizung von Dampfmaschinen und später für die Stromerzeugung heranschaffen und damit die zentrale Förderung betreiben. Nun transportierte man das abgebaute Erz von verschiedenen Orten unterirdisch zu einem zentralen Förderschacht. Die Unterhaltung der alten Schächte wurde unwirtschaftlich. So verlor auch die Grube Thurm Rosenhof an Bedeutung.

Aus der Zeit, als der Bergbau noch aktiv war, beschrieb Baumgärtel 1908 die verschiedenen Techniken [3]:

*»Heutzutage haben übrigens in die Erzgruben längst moderne Hilfsmittel und Maschinen ihren Einzug gehalten. Während in dem einen Schacht vielleicht noch ein uraltes Wasserrad die Tonne hochholt, hört man bei einem zweiten das Puffen einer Dampfmaschine, die den gefüllten Förderkorb emporzieht, und an einer dritten Stelle setzt ein Elektromotor summend und brummend die großen Trommeln, die das Förderseil auf- und abwickeln, in Bewegung.*

*Wegen dieses Nebeneinanders von alten zum Teil historisch wertvollen Anlagen und maschinellen Einrichtungen neuester Konstruktion kann ein Erzberg-*

*werk besonders interessante Einblicke gewähren für einen, der sich mit der geschichtlichen Entwicklung des Bergbaus näher befassen will.«*

## 2. Grube Thurm Rosenhof mit Kehr- und Kunsträdern

### 2.1 Das Gelände am Rosenhof

Das Gelände im Rosenhöfer Revier verläuft parallel zur Bundesstraße 242 etwa von der Abzweigung der Berliner Straße im Osten bis hin zur Einmündung der Straße im Zellerfelder Tal im Westen. Auf einer Karte des Harzklubs aus dem Jahre 1913 sind die Gruben Rosenhof (RR) und Silbersegen

(SS) sowie der Ottilliae-Schacht (OT) eingezeichnet (**Abb. 1**)<sup>1</sup>.

Ein Schnitt durch das Gebirge, der »Ideal-Riß« von 1895, zeigt die Lage der unterirdischen Bergbaue und Transportwege (**Abb. 2**). Von links nach rechts folgen der Ottilliae-Schacht (OT), Grube Silbersegen (SS), Grube Neuer Thurm Rosenhof mit der Runden Radstube (RR) und der schon da-



Abb. 1: Im Rosenhöfer Revier. (Harzklub, 1913)

<sup>1</sup> Beschreibungstexte zu den Abbildungen sind durch **Abb.** fett hervorgehoben, Verweise bleiben normal Abb., Doppelbuchstaben sind Abkürzungen – siehe auch Anhang B.



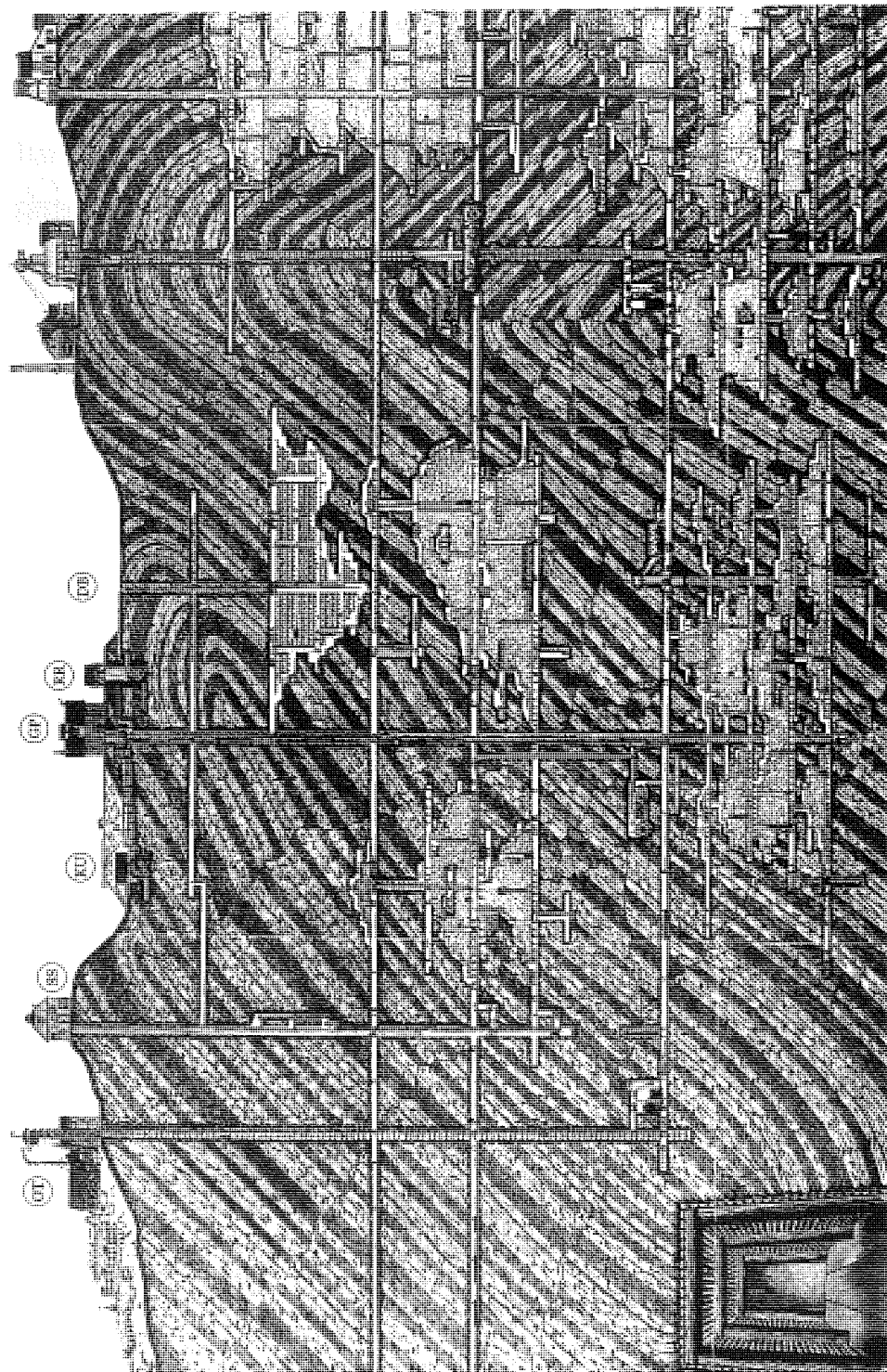


Abb. 2: Idealriß von 1895 – Schnitt durch den Oberharzer Gangerzbergbau mit den Schächten Ottiliae, Silbersegen, Thurm Rosenhof (Beyersdorf [4]).

mals stillgelegte Schacht der Grube Drei Brüder (DB). Der Schacht Oberer Thurm Rosenhof mit seiner Ovalen Radstube ist hier nicht eingezeichnet, er befindet sich zwischen den Schächten Drei Brüder und Neuer Thurm Rosenhof (ausführliche Erläuterungen siehe Balck [1]).

Die heutige Ansicht aus der Vogelperspektive läßt auf den ersten Blick kaum noch Spuren des ehemaligen Bergbaus erkennen (Abb. 3). Die ehemaligen Halden sind bewachsen. Nur mit geübtem Auge sind einige Wassergräben sowie die Gebäude am Ottiliae-Schacht zu identifizieren.

## 2.2 Aufwältigung der Runden Radstube am Thurm Rosenhof, Geometrie, Struktur und Bauabschnitte

Zur Grube Neuer Thurm Rosenhof gehören zwei Kunsträder zum Antrieb der Pumpen und der Fahrkunst, sowie ein Kehrrad für die Förderung des Haufwerks und der Erze. Auf der Abb. 2 befindet sich die Kehrradstube (RR) unmittelbar rechts neben dem Schachtgebäude (GP), während die im Bild hintereinander liegenden zwei Kunsträder (KU), links davon, über eine längere Gestängestrecke mit den Pumpen im Schacht verbunden sind.

Aus dem Markscheiderriß von Flachsbar (Abb. 4) ist ein Ausschnitt mit Schachthaus (GP) und Kehrradstube (RR) wiedergegeben. Flachsbar hat den ausgemauerten oberen Teil der Kehrradstube kunstvoll steingerecht gezeichnet. Die Radstube hat außen einen quadratischen und innen einen runden Querschnitt.

In Abb. 5 zeigt sich die Anordnung der Gebäude aus der Ferne vom ehemaligen Turm der Bergakademie. Die Radstube hat die Form eines Nur-Dach-Hauses, das Satteldach mit einer Neigung von ca. 45° zeigt mit seiner Firstlinie zum Schacht.

Überwiegend verdeckt durch das Dach der Radstube liegt das Gebäude der Dampfmaschine (DM), auf dem Riß von Flachsbar mit »Maschinenhaus« gekennzeichnet.

Die Kehrradstube wurde einige Zeit nach der Stilllegung des Schachtes 1909 aus Sicherheitsgründen verfüllt.

Mit Mitteln der Denkmalpflege und der Harzwasserwerke gelang es vor einigen Jahren, die Reste der Radstube wieder freizulegen.

Eine Vorstellung der gewaltigen Ausmaße der Kehrradstube vermittelt ein Foto vom Dezember 1996, Abb. 6. Es dokumentiert den Stand der Ausgrabung bis zum Niveau der Wasserradwelle. In der Tiefe sind noch etwa vier Meter (der halbe Durchmesser des Wasserrades) freizulegen. Nahe beim kleinen Bagger liegt das linke Ende der Welle mit dem eisernen Zapfen. Hölzerne Paletten decken das andere Ende der Welle ab. Auf die beiden großen Öffnungen sowie die Mauervorsprünge wird noch später ausführlich eingegangen.

Die Radstube ist überwiegend mit groben Bruchsteinen kreisrund ausgemauert, (Abb. 7). Der Durchmesser beträgt 10,7 Meter mit einer Abweichung von höchstens 0,2 Meter. Regelmäßig angeordnete Öffnungen und Auflager gliedern die Wand auf in verschiedene Schichten, die mit römischen Zahlen (I) bis (IX) gekennzeichnet sind (Abb. 17).

Im oberen Viertel der Radstube fällt die kunstvoll ausgeführte Mauerung auf mit nahezu senkrecht verlaufenden schmalen Fugen zwischen den Steinen. Dieses »schöne« Mauerwerk zeigt nun ein Foto aus der Zeit unmittelbar nach der Prospektions-





Abb. 3: Gelände am Rosenhof – Luftbild von 1997, freigegeben durch LGN Hannover.

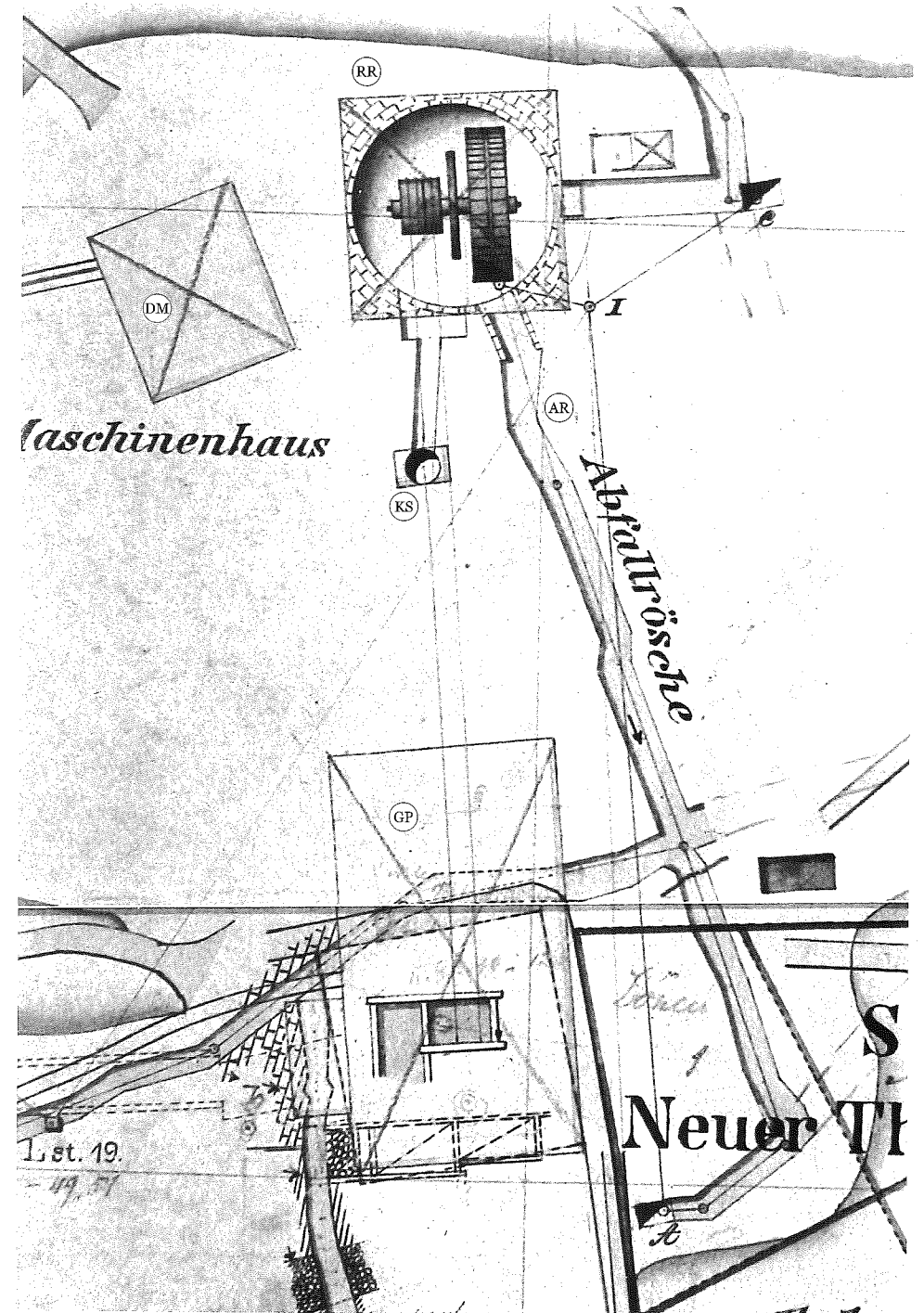


Abb. 4: Gebäude am Schacht Neuer Thurm Rosenhof (Flachsbart, 1897).

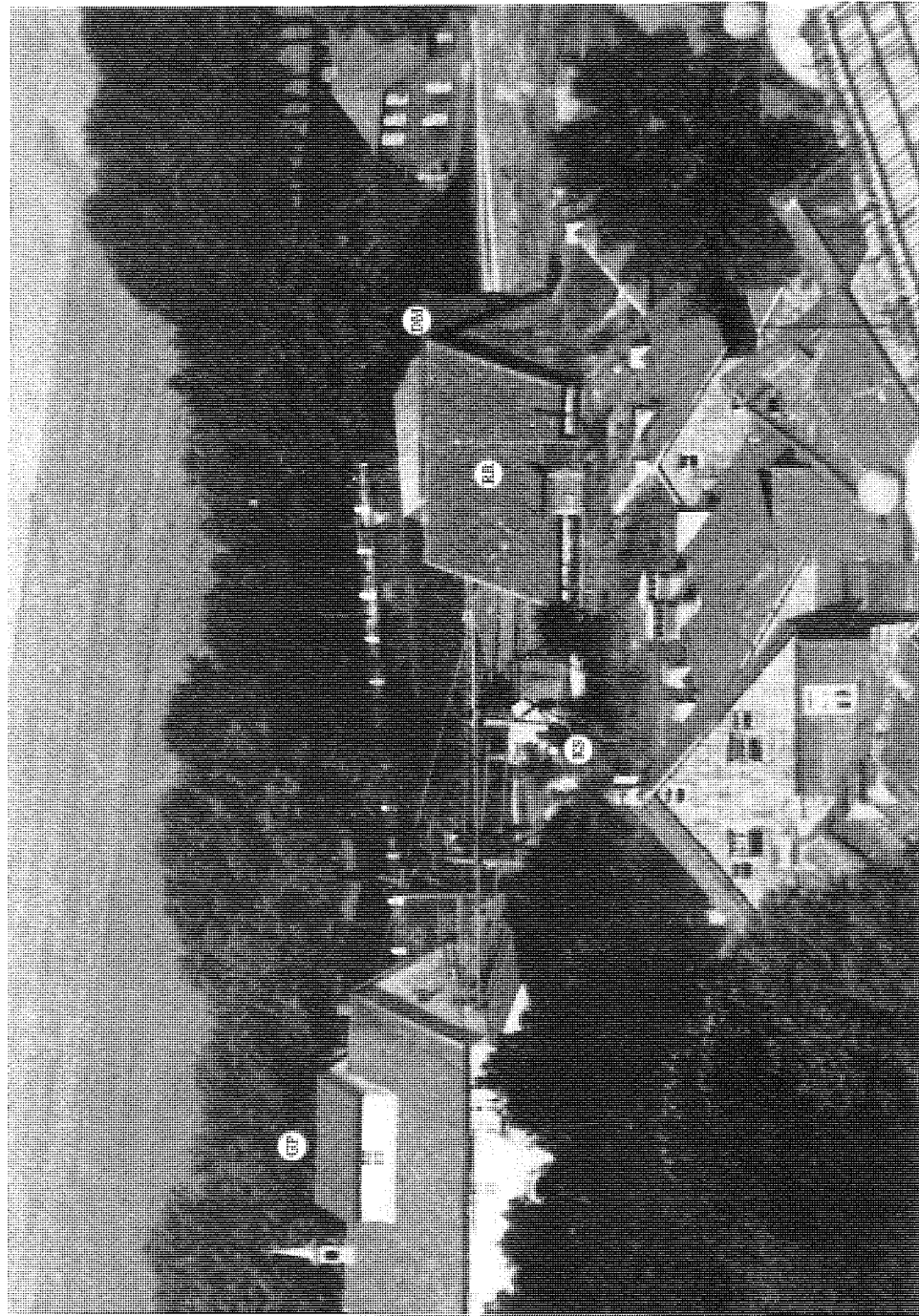


Abb. 5: Gebäude am Schacht Neuer Thurm Rosenhof, Aufnahme vom Beobachtungsturm der Bergakademie (Archiv der TU).

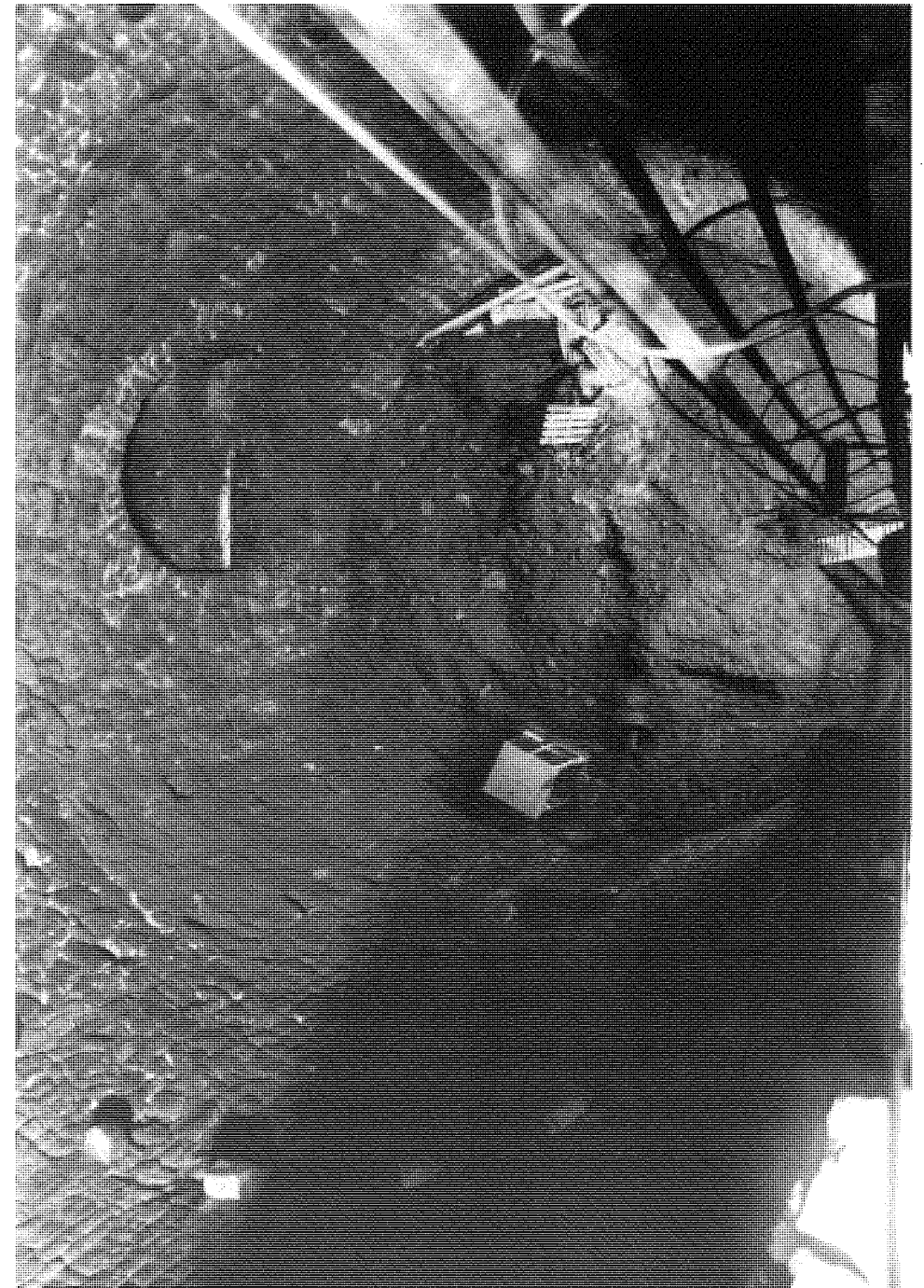


Abb. 6: Runde Radstube, bis zum Rand des Schleiftroges freigelegt, Reste der Welle werden sichtbar.



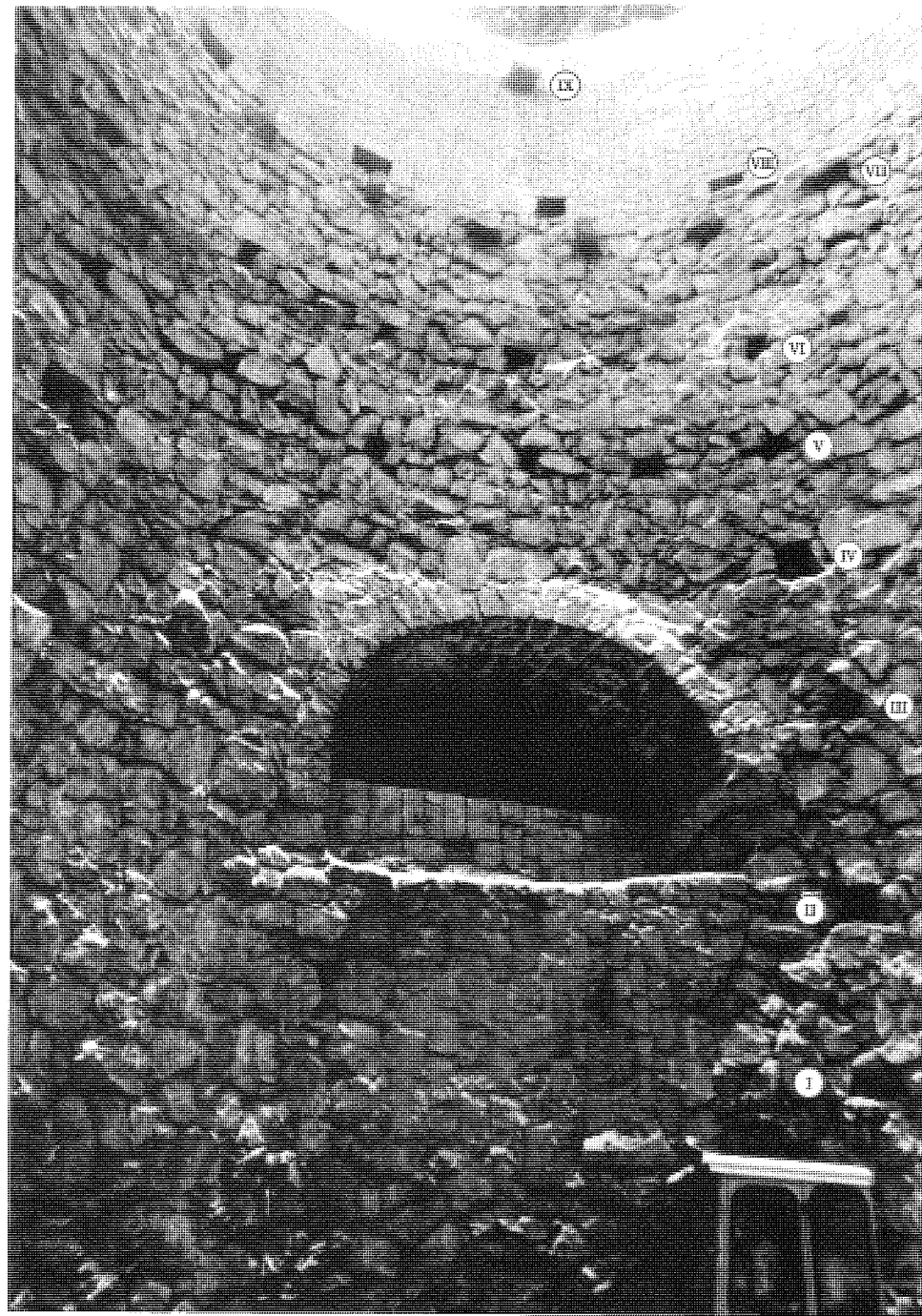


Abb. 7: Blick nach oben zum Rand – Mauer mit verschiedenen Öffnungen. Zum Größenvergleich die Fenster des Baggers.



Abb. 8: Kunstvolle Ausmauerung im oberen Teil.

grabung, als die Radstube nur etwa 5 Meter freigelegt war. Die Steine sind bearbeitet und eingepaßt (**Abb. 8** auf der vorigen Seite). Senkrechte Fugen bilden lange durchgehende Linien, während es kaum zusammenhängende Strukturen in horizontaler Richtung gibt.

## 2.2.1 Boden der Radstube und große Öffnungen in der Mauer

### 2.2.1.1 Schleiftrog und Ablaufrösche

Beim weiteren Ausgraben zeigte sich, daß der Boden der Radstube abgestuft ist **Abb. 9**. Sowohl von Osten als auch von Westen her ragen zwei zueinander parallele Mauern etwa 2 Meter hinein und bilden zwischen sich einen etwa quaderförmigen Raum, den sogenannten Schleiftrog. Hier war der Raum für die untere Hälfte des Kehrrades mit Bremsrad und Seilkorb. Die Welle war auf den Rändern gelagert. Vom Boden des Schleiftroges hatten die Bergleute nur soviel Gestein losgebrochen, wie sie für das Kehrrohr benötigten. Das Foto zeigt deutlich die Ablaufrösche (AR), die Reste der Kehrradwelle mit Seilkorb und Wellenzapfen und rechts eine weitere kleine Öffnung in der Mauer.

Die Sohle der Radstube ist terrassenförmig abgestuft. Die obere Terrasse liegt etwa 1,9 Meter unter dem Rand der Auflagemauer und bietet Platz für die beiden Seiltrommeln, **Abb. 10**. Im Bereich für die Radschaufeln geht es weiter in die Tiefe. Es sind dort insgesamt 3,5 Meter bis zur Sohle.

Auf **Abb. 11** und **Abb. 12** steht das Wasser hier etwa 0,6 Meter hoch. Es staut sich zur Zeit noch an einigen Hindernissen in der Ablaufrösche.

Auf beiden Terrassen im Schleiftrog findet man gewachsenen Felsen, während die senkrechten Wände am Rand gemauert sind. Auf der oberen lagern zur Zeit Reste

der Welle. An der Stufe steht ein (kleiner) 200-Liter-Kübel, mit dem das Füllmaterial etwa des gesamten unteren Viertels der Radstube nach oben transportiert worden war.

Bis auf eine kleine Fläche von etwa 10 Quadratmetern unterhalb der Kehrradwelle ist die Radstube nahezu aufgewältigt. Auf ihr steht der Bagger in **Abb. 13**. Hier warten noch Teile des gut erhaltenen Radkranzes auf ihre Bergung.

In der Ablaufrösche findet man (**Abb. 14**) querliegende Rundhölzer und aufliegende Bretter, die vom früheren Tretwerk über dem Wasser zeugen. Damals erlaubten sie den trockenen Weg zur Befahrung der Radstube. In den ersten Metern ist die Rösche ausgemauert. Im weiteren Verlauf führt sie durch gewachsenen Felsen in Richtung Süden. Gegen das Gewicht der Mauer stützt ein Gewölbe aus mächtigen Steinen mit einem keilförmigen Abschluß die Öffnung ab. Nach etwa 30 Metern biegt die Rösche an einer Kreuzung nach Westen zum Mundloch ab. In Richtung Osten geht es zur Ovalen Radstube.

### 2.2.1.2 Wasserzulauf

Das Aufschlagwasser ist durch eine 1,6 Meter breite und 2,2 Meter hohe, oben leicht spitz ausgemauerte Öffnung etwa vom Osten her auf das Rad geleitet worden. Die Sohle des Loches liegt 4 Meter über dem Rand des Schleiftroges, **Abb. 15**.

### 2.2.1.3 Die Öffnung der ehemaligen Seiltrift mit Zugangsstollen

In gleicher Höhe weist in Richtung der Seiltrift (Südsüdwest) eine oben rund gewölbte Öffnung von 3,5 Metern Breite und 2,7 Metern Höhe. Hinter dem Mauerdurchbruch wird der große Querschnitt durch



Abb. 9: Die Ablaufrösche ist zur Hälfte freigelegt. Ein Teil der Welle und Reste des Seilkorbes sind sichtbar.



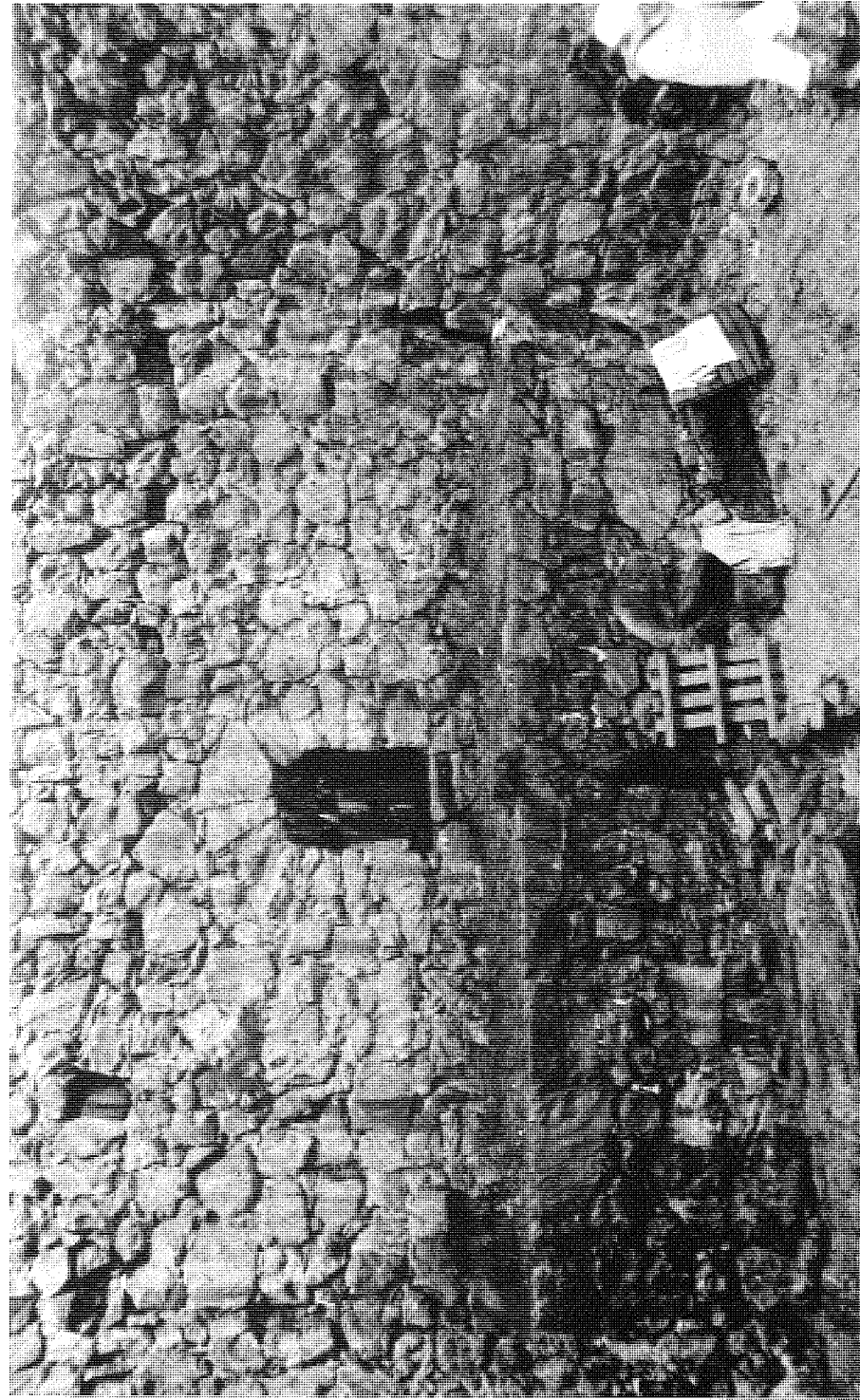


Abb. 10: Westlicher Rand des Schleiftröges.

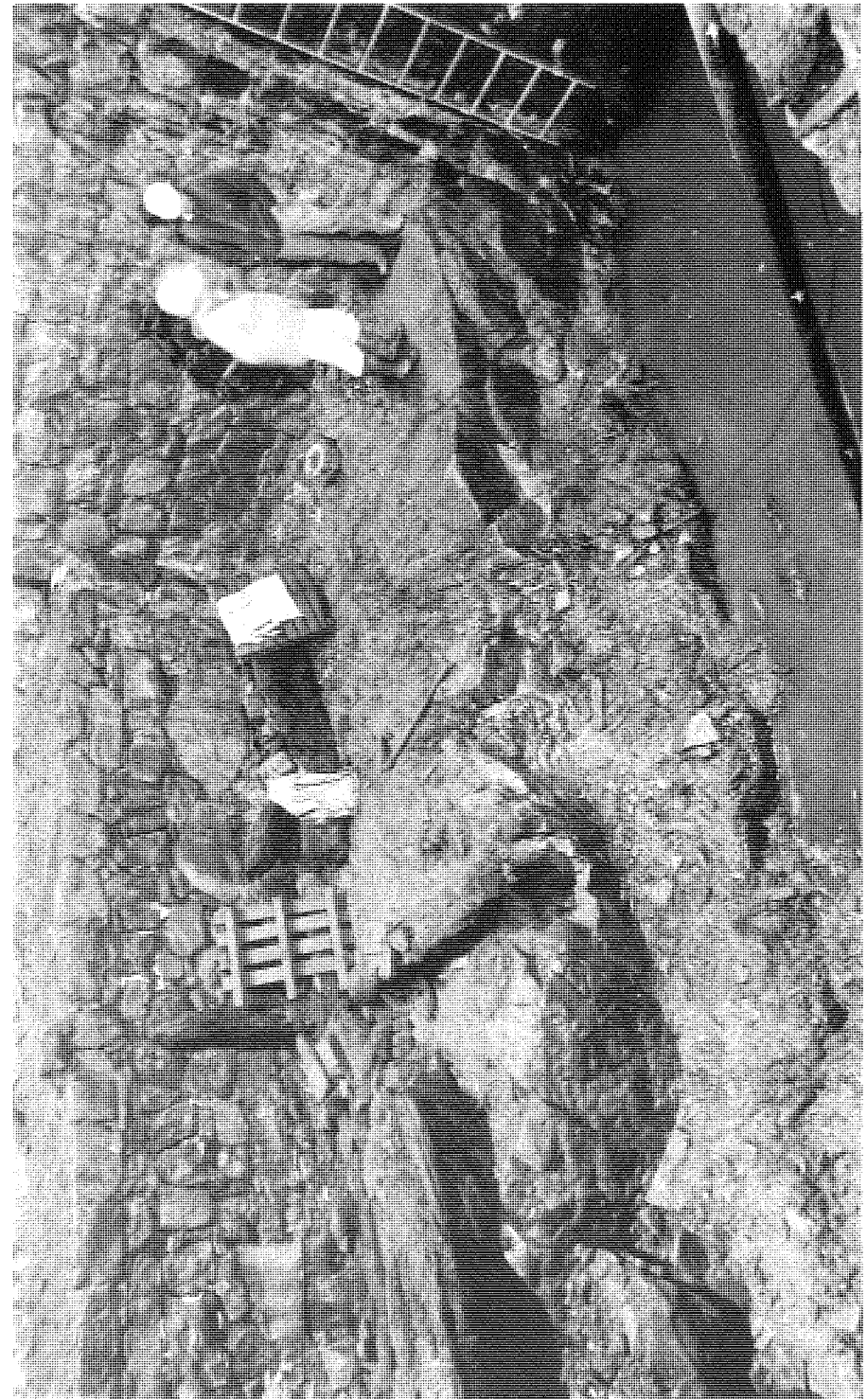


Abb. 11: Der abgestufte Grund des Schleiftröges.



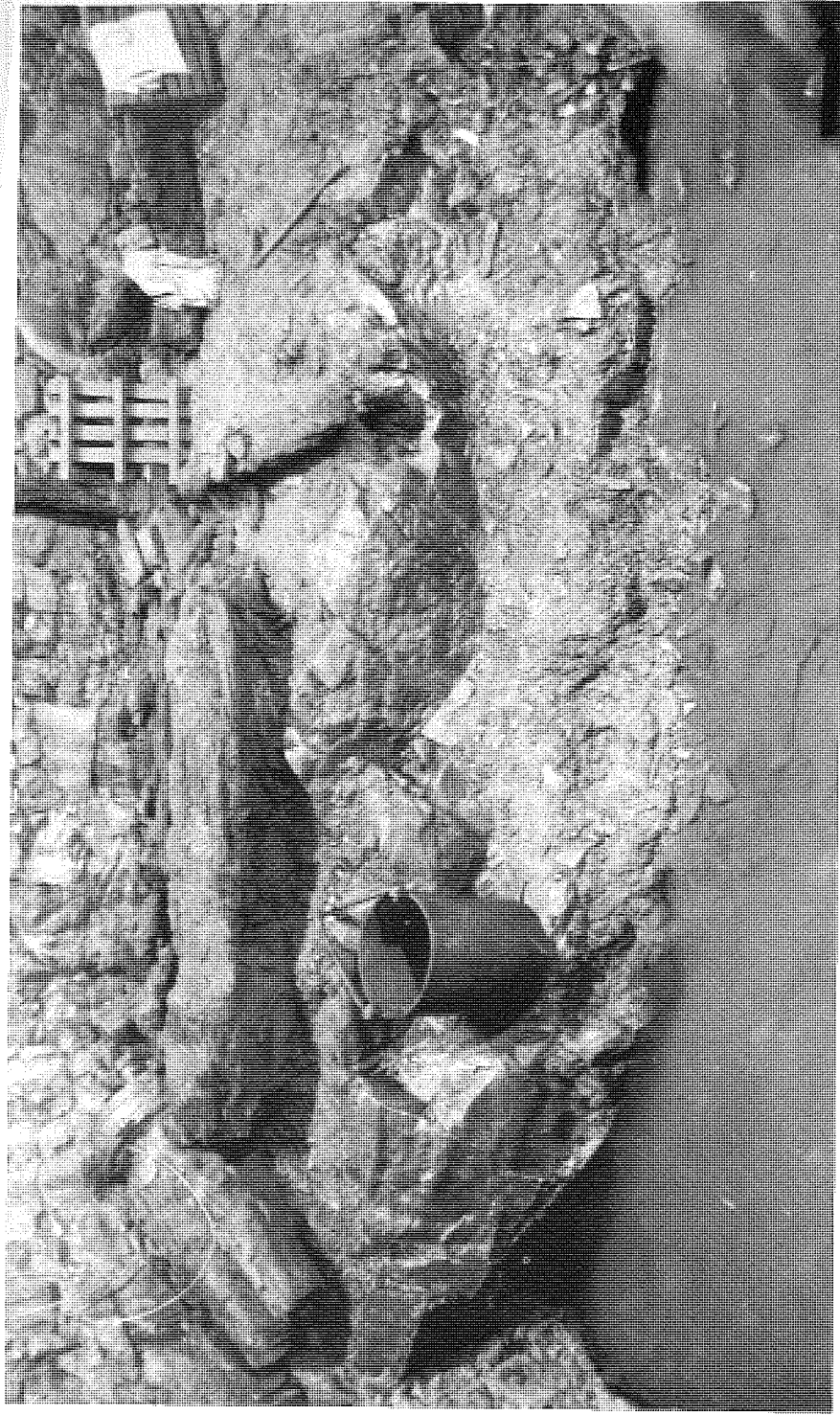


Abb. 12: Schleiffrog – das Wasser fließt nach links durch die Ablauffrösche ins Tal ab. Hinter dem Förderkübel lagern Bruchstücke der Welle.

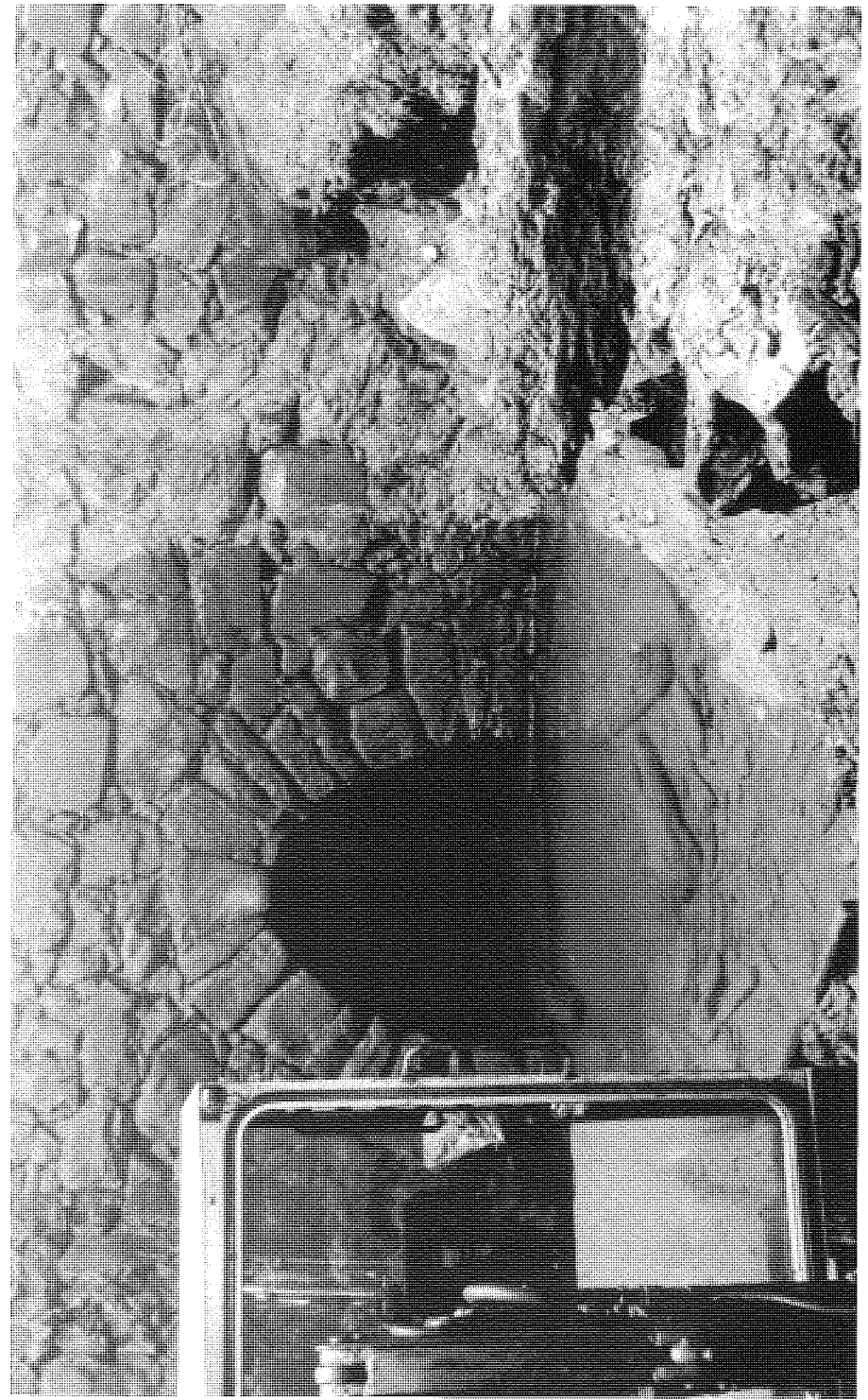


Abb. 13: Ablauffrösche.





Abb. 14: Die Ablaufrösche ist am Beginn ausgemauert. Unten im Wasser liegen Reste des Tretwerks.

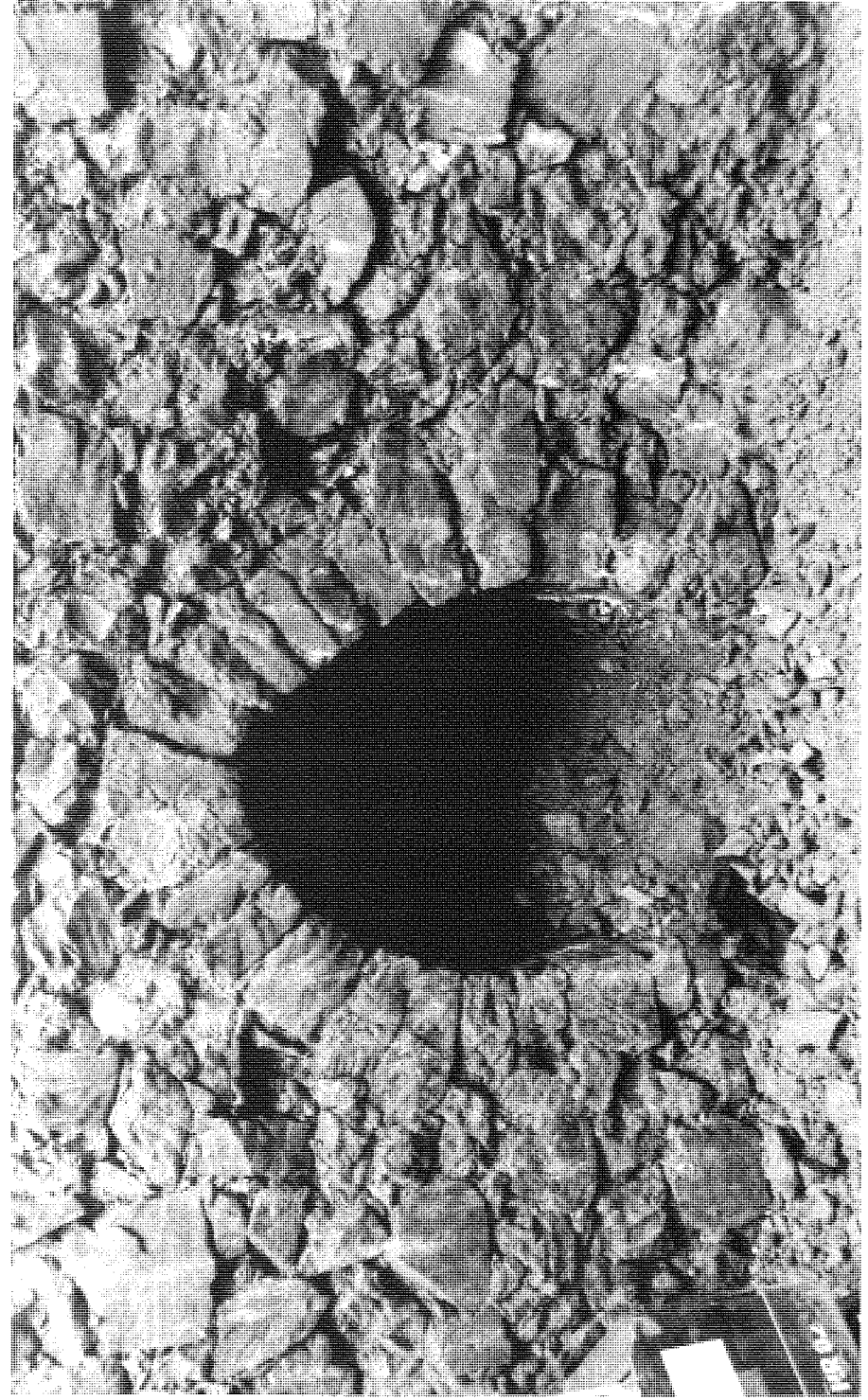


Abb. 15: Zulaufrösche – Öffnung für den Wasserzulauf während der Freilegung. Teile eines hölzernen Gefluders stecken im losen Gestein.





Abb. 16: Ehemalige Seiltrift mit Zugangsstollen. In der hinteren Mauer sind Auflagenflächen für schwere Holzkonstruktionen.

eine dahinter stehende Mauer bis auf einen schmalen Teil verschlossen. Übrig bleibt ein 1,1 Meter schmaler Stollen mit in Mörtel gesetzten behauenen Steinen. Er hat einen rundbogigen Querschnitt und ist nach etwa sechs Metern eingebrochen und verschlossen, **Abb. 16**. Unterhalb der großen Öffnung besteht die Mauer in einem eiförmigen Bereich aus glatten Steinen mit schmalen, senkrechten Fugen (**Abb. 7**).

## 2.2.2 Schichtenstruktur der Mauer

### 2.2.2.1 Kleinere Öffnungen und hervorstehende Steine

Regelmäßig sind in den oberen drei Vierteln der Rundmauer Öffnungen bzw. hervorstehende Steine in neun Schichten angeordnet, **Abb. 17**.

**Schicht IX.** Ganz oben im neuzeitlichen Mauerteil gibt es sowohl auf der nördlichen als auch auf der südlichen Seite jeweils zwei große vorstehende Steinauflager mit einer breiten Nute in der Mauer nach oben. **Abb. 8**, **Abb. 18**, **Abb. 19**. Es könnte sich hier um die Auflager einer Brückenkonstruktion handeln, die nach der Geländeorientierung parallel zur Seiltrift ausgerichtet war. Die gleiche Richtung hatte der First der Bedachung.

**Schicht VIII.** Etwas tiefer gibt es jeweils fünf einander gegenüberliegende Öffnungen, in denen dicke Holzbalken in Nord-Süd-Richtung gelagert waren.

**Schicht VII.** Am oberen Abschluß des Mauerteils aus den unbehauenen Steinen sind 23 hervorstehende, regelmäßig angeordnete Steine, **Abb. 8** und **Abb. 20**, zu

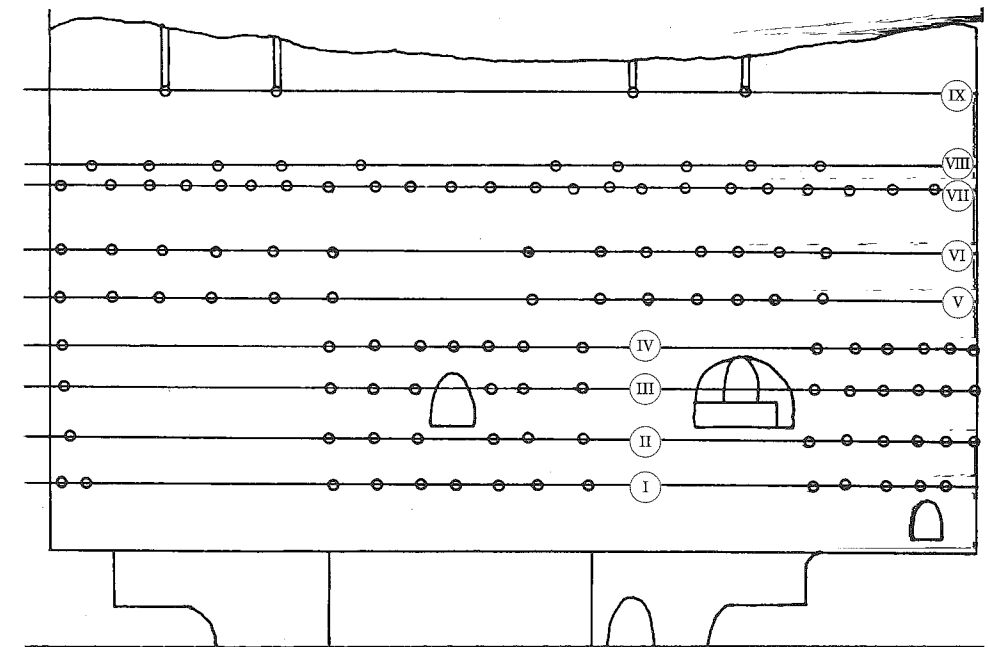


Abb. 17: Schema der großen und kleinen Maueröffnungen. Abwicklung der Innenwand (360°-Ansicht).

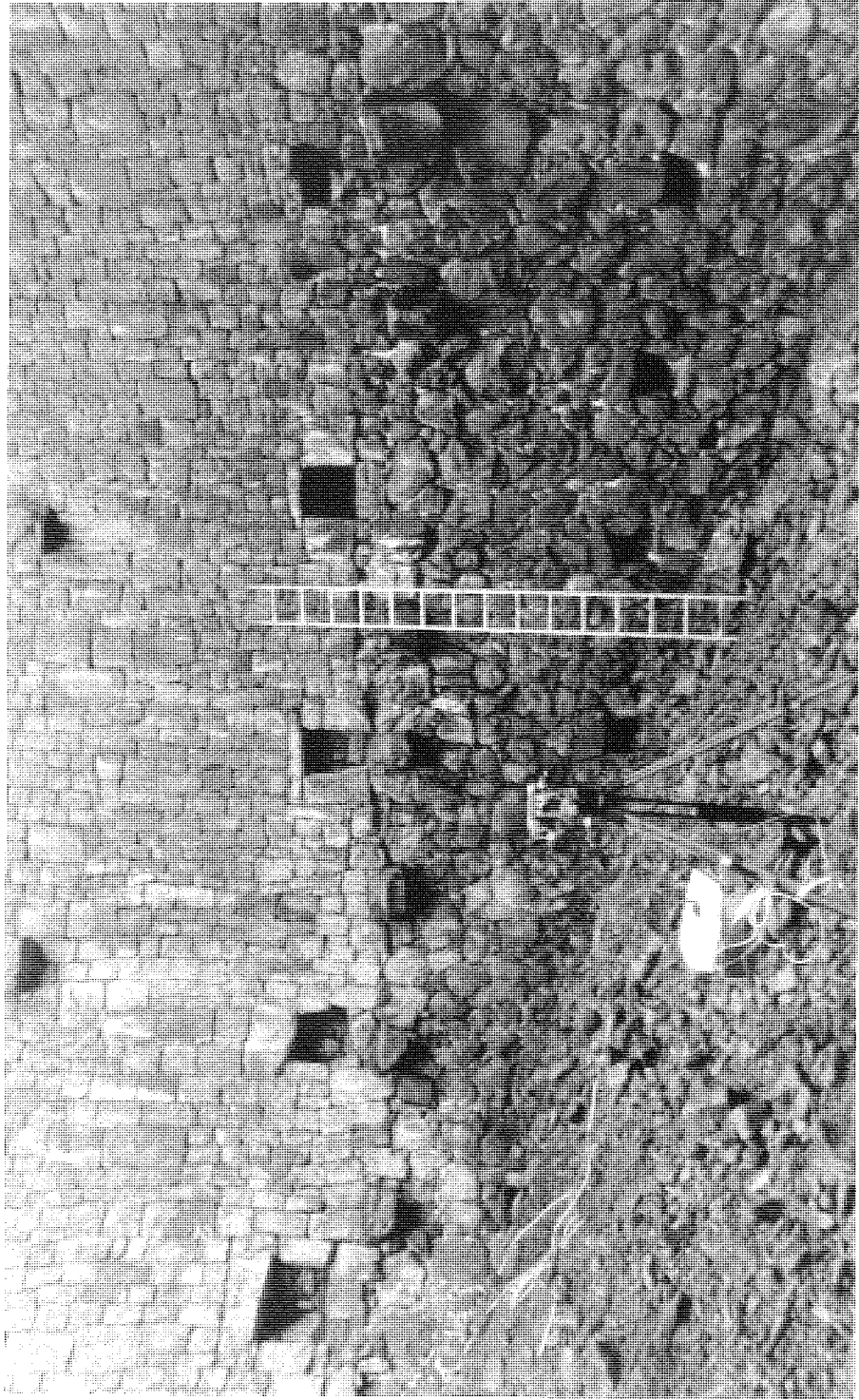


Abb. 18: Öffnungen und Vorsprünge im oberen Teil der Mauer – Nordseite.

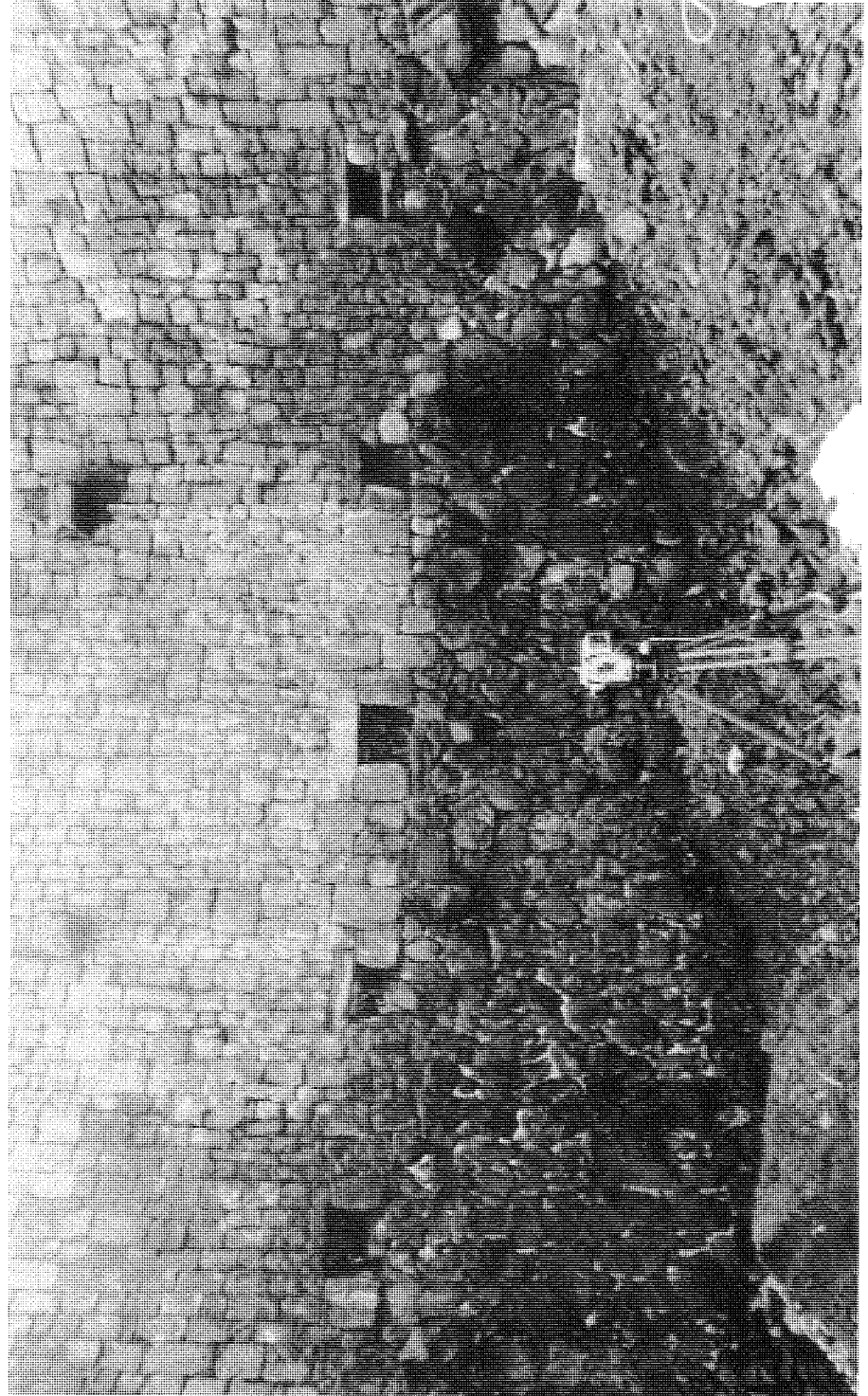


Abb. 19: Öffnungen und Vorsprünge im oberen Teil der Mauer – Südseite.





Abb. 20: Nordseite – eine provisorische Leiter führt nach oben.

erkennen, die möglicherweise ein kegelförmiges Dach wie bei einem Pferdegaipel trugen.

**Schichten V–VI.** Etwa im Abstand von 1,6 Metern befinden sich in der Wand darunter jeweils in einer Etage zwei Gruppen mit sieben gegenüberliegenden Öffnungen. Der Abstand der Löcher voneinander beträgt ca. 2 Meter. Im Gegensatz zur Schicht VIII sind die Öffnungen nicht rechteckig, vielmehr geben hier die Ränder der Steine die Form des Loches vor. In dieser Schicht ist die Ausrichtung der Gruppen Nord-Süd (Abb. 20).

**Schichten I–IV.** Als Fortsetzung nach unten folgen weitere Schichten im Abstand von 1,6 Metern im Anschluß an Schicht V. Es sind auch hier jeweils zwei gegenüberliegende Gruppen von sieben Öffnungen. Die Ausrichtung der Gruppen ist Ost-West. Die Öffnungen liegen symmetrisch zum Wassereinlauf.

Die geometrischen Daten der Runden Radstube sind in drei Ansichten, **Abb. 21**, **Abb. 22**, **Abb. 23** wiedergegeben: Der Zylinder mit einem Innendurchmesser von 10,7 Metern ist außen mit einer keilförmigen Wand umgeben, die Wandstärke beträgt unten etwa 2 Meter, oben 0,8 Meter. Oben umschließt der Ringanker aus dem Jahre 1996 das Mauerwerk.

#### 2.2.2.2 Mauerwerk, Gefüge der Steine

Die Wand läßt sich grob in drei Bereiche einteilen:

1. Das »schöne« Mauerwerk oben mit den behauenen Steinen besitzt schmale Fugen aus Gipsmörtel mit Zuschlag aus fein gebrochenem Material roter Ziegel. (Abb. 8),

2. in der Mitte die unbehauenen Steine mit weißen Mörtelfugen (Abb. 20) und
3. im unteren Drittel unbehauene Steine mit dunkleren, teilweise versinterten Mörtelfugen (Abb. 10).

#### 2.2.3 Versuch zur Deutung, Zeitskala für die Bauabschnitte

Die Entwicklung der Radstube mit ihrer Schutzmauer im Verlauf der Zeit kann mit Aussagen aus der Literatur [14, 2] und einiger Befunde versuchsweise rekonstruiert werden:

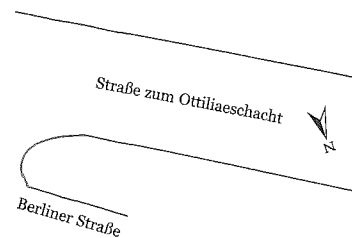
**Phase 1.** Zunächst arbeitete man den Raum für den Schleiftrog aus dem Gestein heraus und schlug die Rösche für die Abfallwasser durch das Gebirge. Für den Wasserzulauf verwendete man ein hölzernes Gerinne vom nördlichen Hang. Die Förderseile gingen im Winkel von 30° schräg nach oben direkt zum Schacht, dessen Gaipel sich im Süden auf der Halde der Vorläufergruben befand.

Zum Schutz gegen das Wetter bekam die Radstube eine kreisrunde Mauer etwa bis zur Höhe des Kehrrades (etwas über dem Wasserzulauf) und ein Dach. Grob behauene Grauwackesteine wurden mit Mörtel verfugt.

Ein Bogen aus großen behauenen Grauwackesteinen mit einem keilförmigen Schlußstein überspannte die Ablaufrösche.

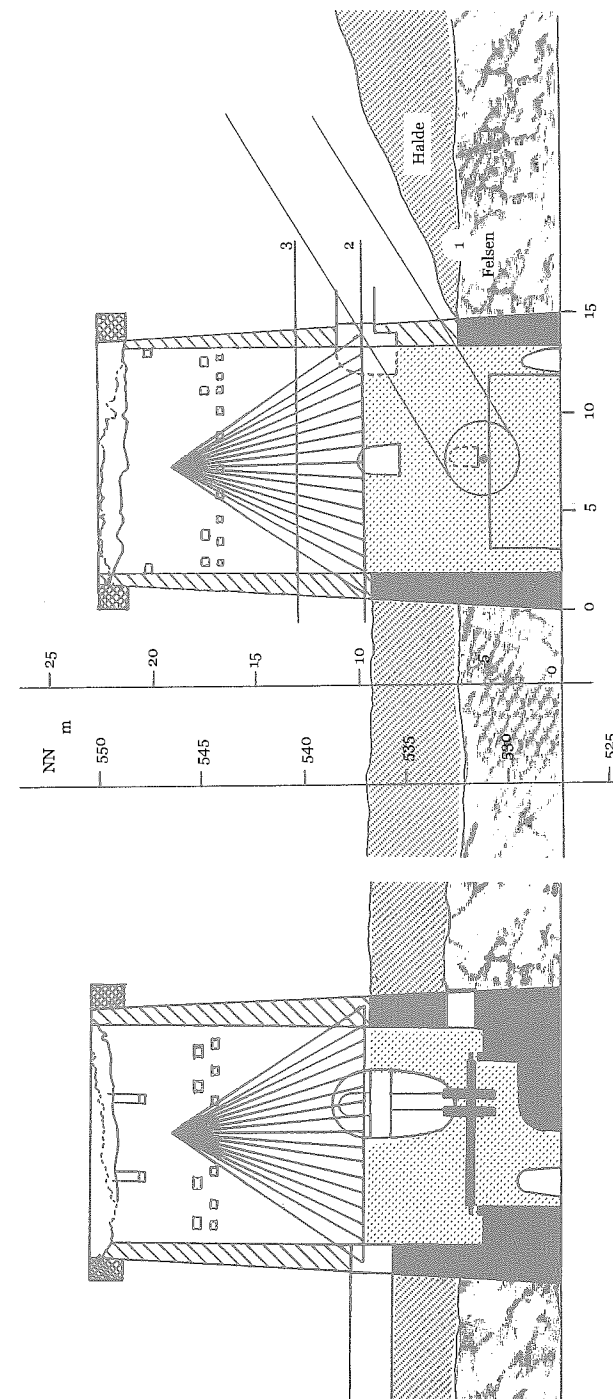
Auf dem Rand des Schleiftroges setzten die Maurer ihre Steine um die bereits bestehende hölzerne Konstruktion herum. Daher sind für die Balken des Grundrahmens noch heute in der Schutzmauer vier entsprechende Freimachungen zu sehen (Abb. 9 (A)).

Am westlichen Rand, in Verlängerung der Radwelle, gewährt der 2 Meter tiefe kleine Hohlraum mit kunstvoller Randmauerung den Blick auf das anstehende Gestein (Abb. 10). Er hat möglicherweise als



**Phase 3.** Die Halde ist weiter gewachsen. Man erhöhte die Mauer als Schutz gegen

In Richtung Norden in Höhe der Oberkante des Schleiftroges führt heute eine kleine Öffnung etwa 1,8 Meter durch die



**Abb. 24: Bauphasen 1, 2, 3 – Versuch der Rekonstruktion.**



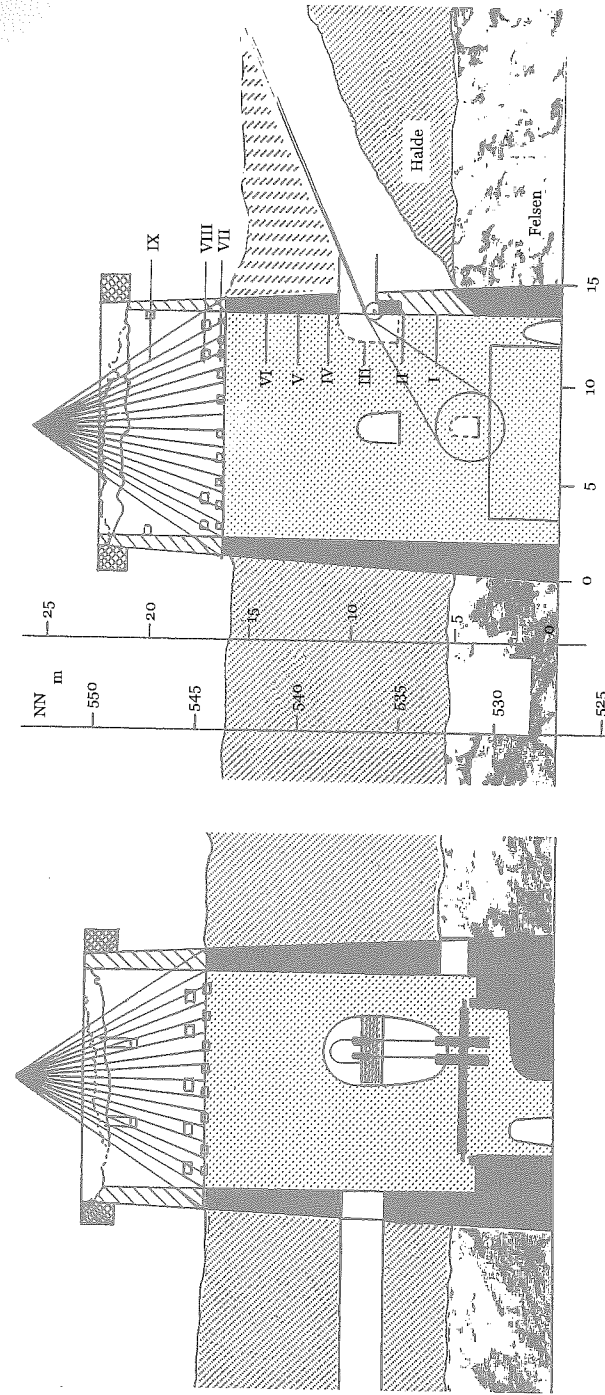


Abb. 25: Bauphase 4 – Versuch der Rekonstruktion.

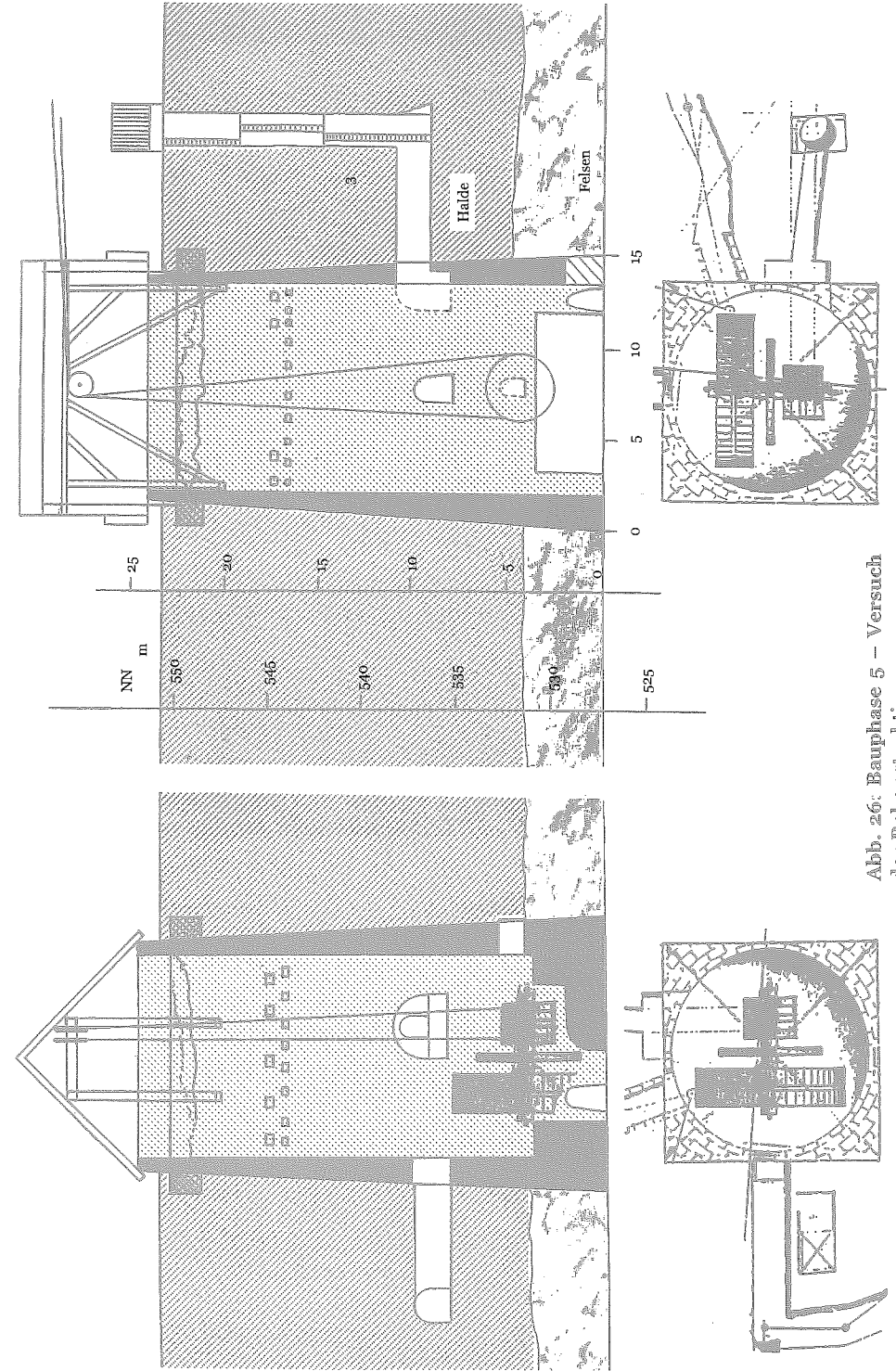


Abb. 26: Bauphase 5 – Versuch der Rekonstruktion.

hereinfallendes Gestein um weitere drei Meter und überbrückte das Loch in der Mauer für die Förderseile mit einem gemauerten Steinbogen. Auch für den Wasserzulauf ließ man eine entsprechend stabile Öffnung in der Wand. An diesen beiden Löchern läßt sich heute die Wandstärke dort mit etwa 1½ Metern nachweisen. Die Förderseile gingen schräg zur Seite heraus direkt zum Schacht. Sie wurden am unteren Rand der Öffnung auf der Mauer über Rollen geführt. Eine ähnliche Anordnung findet sich im Entwurf für die Kehrradstube der benachbarten Grube Silbersegen aus dem Jahre 1819. Möglicherweise diente die Runde Radstube als Vorbild.

**Phase 4.** Zu dieser Zeit hatte die Radstube eine Höhe von 18 Metern. In der Mitte der Maueröffnung trug eine gemauerte Brücke eine Rollenkonstruktion für die Seile. In Abb. 16 blickt die Kamera etwa in Richtung der Förderseile. Der Zugang zur Radstube führte weiterhin durch die Öffnung unter dieser Brücke, **Abb. 25** (auf der vorigen Doppelseite). Der schmale Stollen ist noch nicht vorhanden.

**Phase 5.** Die Radstube ist 25 Meter hoch, **Abb. 26** und **Abb. 27**. Bis zur Stilllegung laufen die Seile senkrecht nach oben in den Dachstuhl. Von dort geht es dann über Seilscheiben nahezu waagerecht weiter. Im Freien unterstützen zwei Holzböcke mit Walzen den Weg bis zum Schachthaus. Als Zugang zur Radstube kann der Stollen mit dem kleinen Schacht (**Abb. 28**) gedient haben. Ein kleines Dach schützt den Einstieg (KS). Rechts des Giebels der Runden Radstube, teilweise durch das davor liegende Haus der Dampfmaschine verdeckt, blickt man auf die Dachpfannen der Zimmerei über der Ovalen Radstube (OV).

Laut Beschreibung von Oberbergmeister Schulz [14] hat die Radstube eine Höhe von

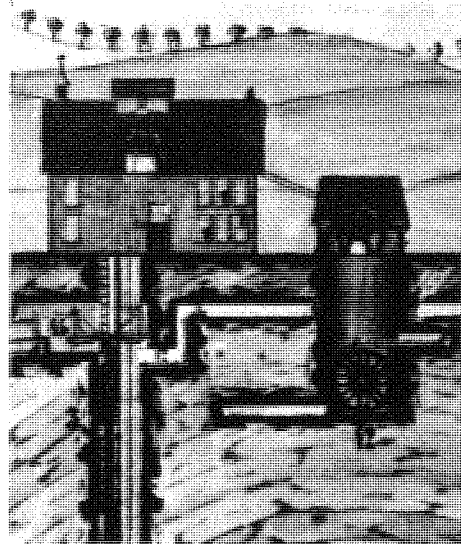


Abb. 27: Runde Radstube mit Kehrrad (Ausschnitt aus Abb. 2).

18 Metern. Somit kann der kunstvoll gemauerte obere Teil der Wand (etwa 6 Meter) erst danach (1822) entstanden sein. Er dürfte über den Vergleich mit der Ausmauerung des Schornsteins am Kesselhaus der alten Zentralaufbereitung – sie ist noch teilweise erhalten –, etwa in das dritte Viertel des 19. Jahrhunderts zu datieren sein. Zur gleichen Zeit wird man auch die untere Hälfte der Öffnung für die Seiltrift verschlossen haben.

Ein ähnliches Mauerwerk, auch mit senkrechter Hauptrichtung der Fugen, zeigt noch heute die Stützwand der Kunstradstube am Knesebeck-Schacht in Bad Grund. Der Schacht wurde 1855 abgeteuft.

#### 2.2.4 Einbauten in der Radstube, der Grundrahmen und die Dachkonstruktion

In jede Radstube gehört ein kräftiges Fundament, das nicht nur die ruhende Last des

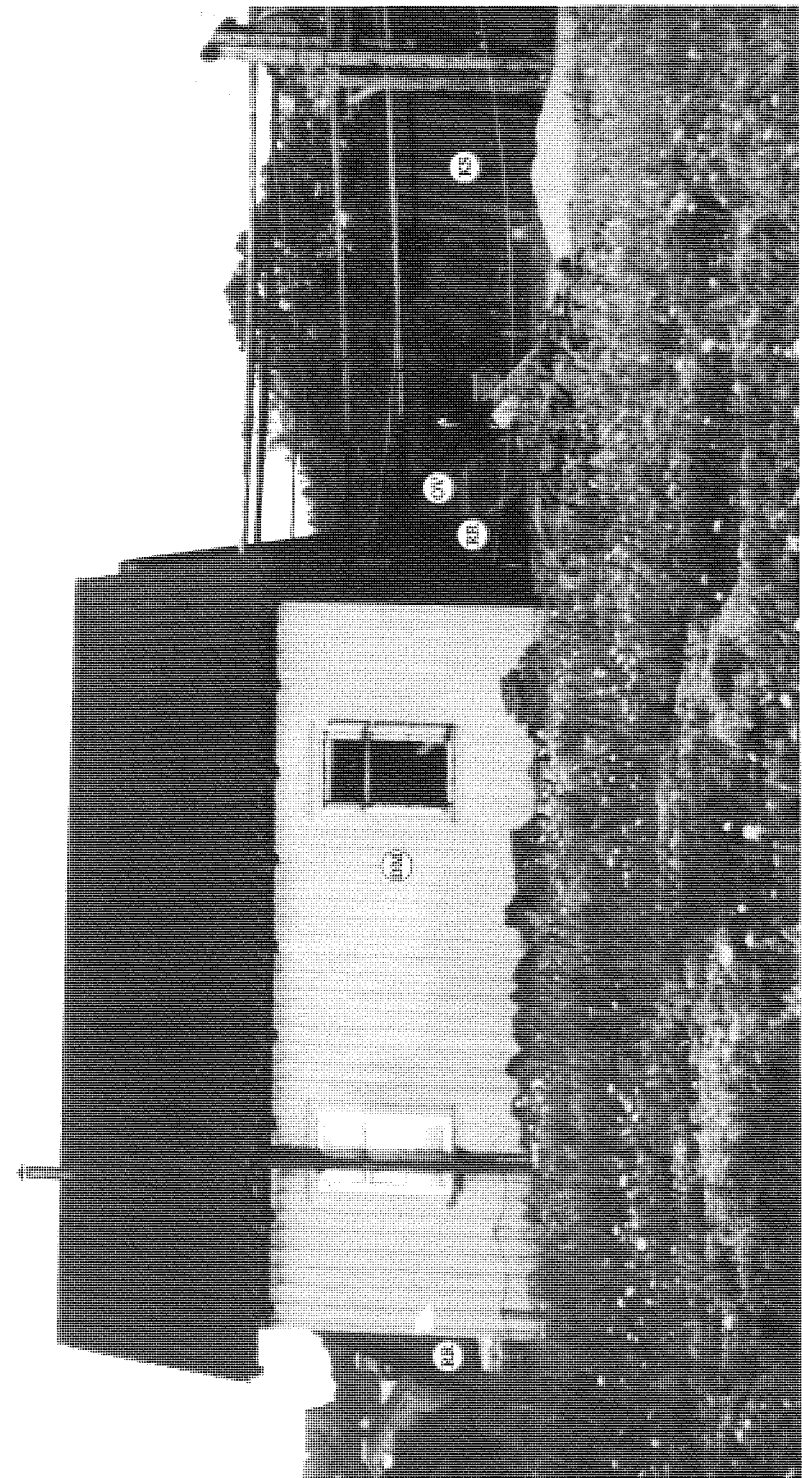


Abb. 28: Rechts hinter dem Maschinenhaus der Giebel der Runden Radstube, daneben die Seiltrift, unter dem kleinen Dach der Einstieg zur Radstube. (Harzbibliothek)



über 10–20 Tonnen schweren Rades, sondern auch die Schwingungen und Stöße bei dessen Bewegung auffangen muß. Die Lager für die Welle setzte man in der Regel nicht direkt auf Steine oder Mauern, sondern auf ein hölzernes Gestell (vergleichbar mit einem Glockenstuhl in einem gemauerten Kirchturm).

Dort, wo die Randmauern des Schleiftroges an die Ringmauer stoßen, bieten jeweils zwei große Taschen in der Mauer Platz für die beiden Lagerbalken (Abb. 9). Im oberen Teil der Ringmauer gehören die jeweils gegenüberliegenden Öffnungen zu einer Grundkonstruktion, die das Dach und den Bock mit den Seilscheiben sowie eine Hebevorrichtung für Montagezwecke getragen hat, Abb. 8 und Abb. 28.

### 2.2.5 Form und Abmessungen der Radstube

(Quelle: Vermessung durch den Verfasser.)  
 Form: Rund, innen exakter Zylinder.  
 Wandstärke: 2 m (unten)–0,8 m (oben).  
 Steine: Unten unregelmäßig geformt, oben mit bearbeiteten Kanten.

Fugen: Mit Mörtel.  
 Durchmesser: 10,7 m, exakt auf 0,2 m.  
 Tiefe bis zur Schleiftrogoberkante:

20 m + Aufsatz der Bedachung.

Tiefe bis zum Ablauf: 23,5 m.

Tiefe Schleiftrog bis Ablauf: 3,5 m.

*Maße des Schleiftroges:*

Breite (gesamt/am Rad): 7,2 m/4,2 m.

Länge (min./max.): 8,3 m/10,7 m.

Tiefe (Rad/Seiltrommel): 3,5 m/1,9 m.

### 3.1 Unterschiede in der Bauart

Es gibt im und am Harz mehrere Kunst- und Kehrräder aus dem Bergbau, die zum Teil noch in Funktion zu sehen sind. Neben zwei Nachbauten nach Vorbildern aus der Zeit um 1760 (Calvör) am Kaiser-Wilhelm-Schacht in Clausthal und dem funktionsfähigen Modell (Maßstab 1:2) am Carler Teich existieren noch original erhaltene Kehrräder im 19-Lachter-Stollen in Wildemann, in der Grube Samson in Sankt Andreasberg und im Rammelsberg bei Goslar. Funktionsfähige originalgetreue Nachbauten sind das Kanekuhler Kehrrad im Rammelsberg und das Kunstrad der Grube Samson.

Im Laufe der Zeit hat eine Weiterentwicklung der Räder stattgefunden. Die Verfeinerung der Konstruktion wirkte sich in der Verlängerung der Lebensdauer aus. Durch den Einsatz eiserner Zuganker und Verzahnung der Hölzer untereinander gelang es, die Laufzeit eines Rades auf etwa 20 Jahre und mehr zu steigern.

Die Anordnung der Arme und deren Verbindung um die Welle herum bestimmen entscheidend die Lebensdauer, **Abb. 29, 30, 31**.

In den **Abb. 32** und **Abb. 33** sind Bauteile am Kranz und im Bereich der Welle dargestellt und bezeichnet. Nach dieser Vorlage wurde vor wenigen Jahren das Kanekuhler Kehrrad im Rammelsberg bei Goslar nachgebaut.

## 3. Technik der Kunst- und Kehrräder

### 3.2 Das Kehrrad in der Runden Radstube

Über die technischen Einbauten in der Runden Radstube sind außer der Ansicht von oben im Riß von Flachsbart (Abb. 4) bisher keine Angaben bekannt, die Funde belegen jedoch für den Bereich Welle, Armverbund, Seiltrommel eine Verwandtschaft mit der Konstruktion im 19-Lachter-Stollen in Wildemann.

Eine Computerzeichnung gibt in einer Schrägansicht (Drahtmodell) die Anordnung der Teile auf der Welle wieder, **Abb. 34**, sowie in Richtung der Welle gesehen das Verhältnis der Durchmesser und die schematische Ausrichtung der Arme, **Abb. 35**.

Von der Bremseinrichtung konnten mehrere Teile geborgen werden. Sie reichen aus, um die in der Ausstellung gezeigte Verwendung zu belegen, **Abb. 36**.

#### Kehrrad

|                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| Durchmesser:                    | 8,0 m     |
| Baujahr:                        | 1897      |
| Kosten (Material, Arbeitslohn): | 1151 Mark |
| Stilllegung und                 |           |
| Verfüllung des Schachtes:       | 1909      |
| [12–VIII h 4 Vol. 1]            |           |

#### Bremsrad

|                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| Material:             | Holz, eiserne Schrauben    |
|                       | an der Verbindung Arme-Rad |
| Durchmesser:          | ca. 5 m                    |
| Breite/Höhe der Arme: | 0,4 m/0,2 m                |

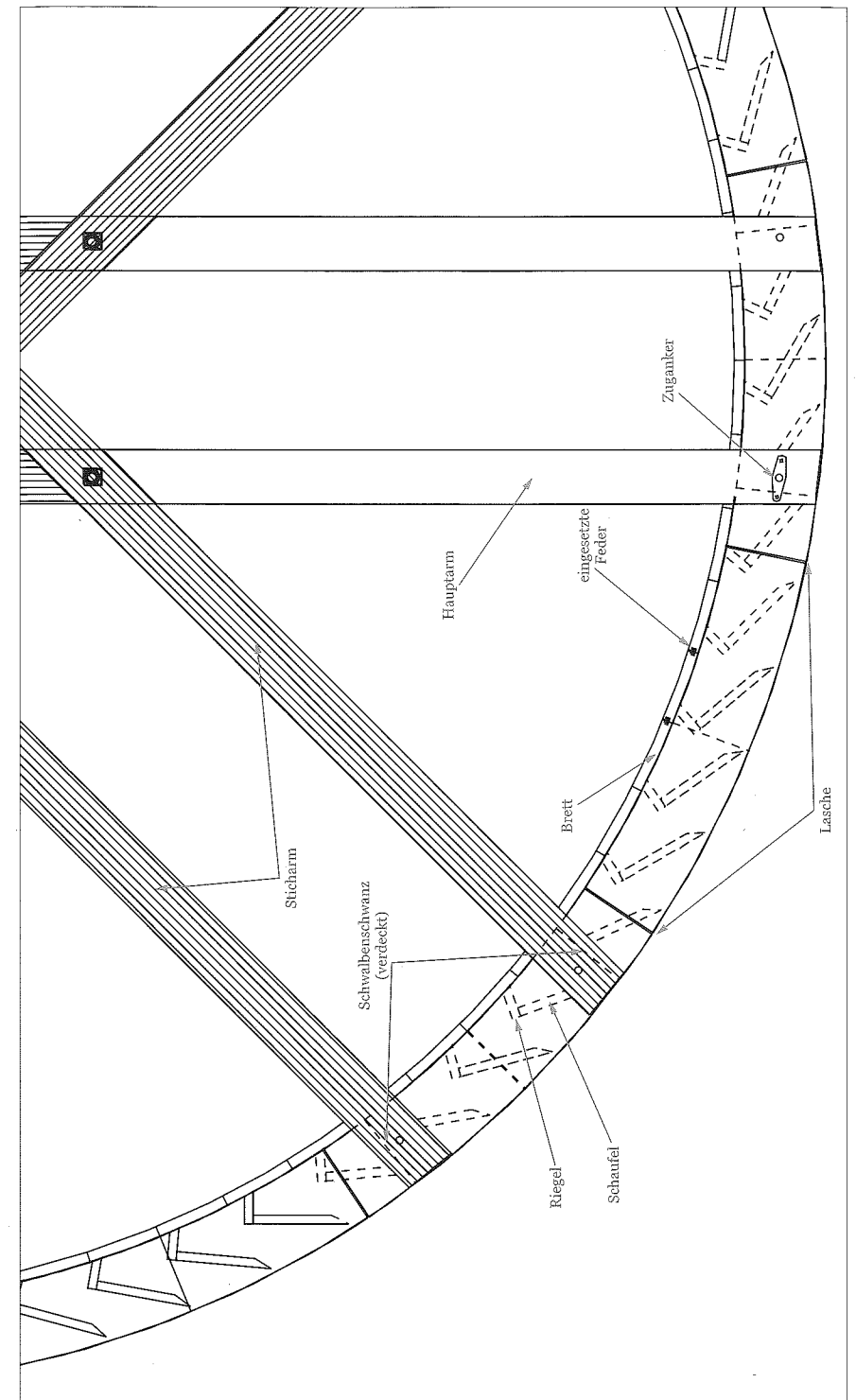
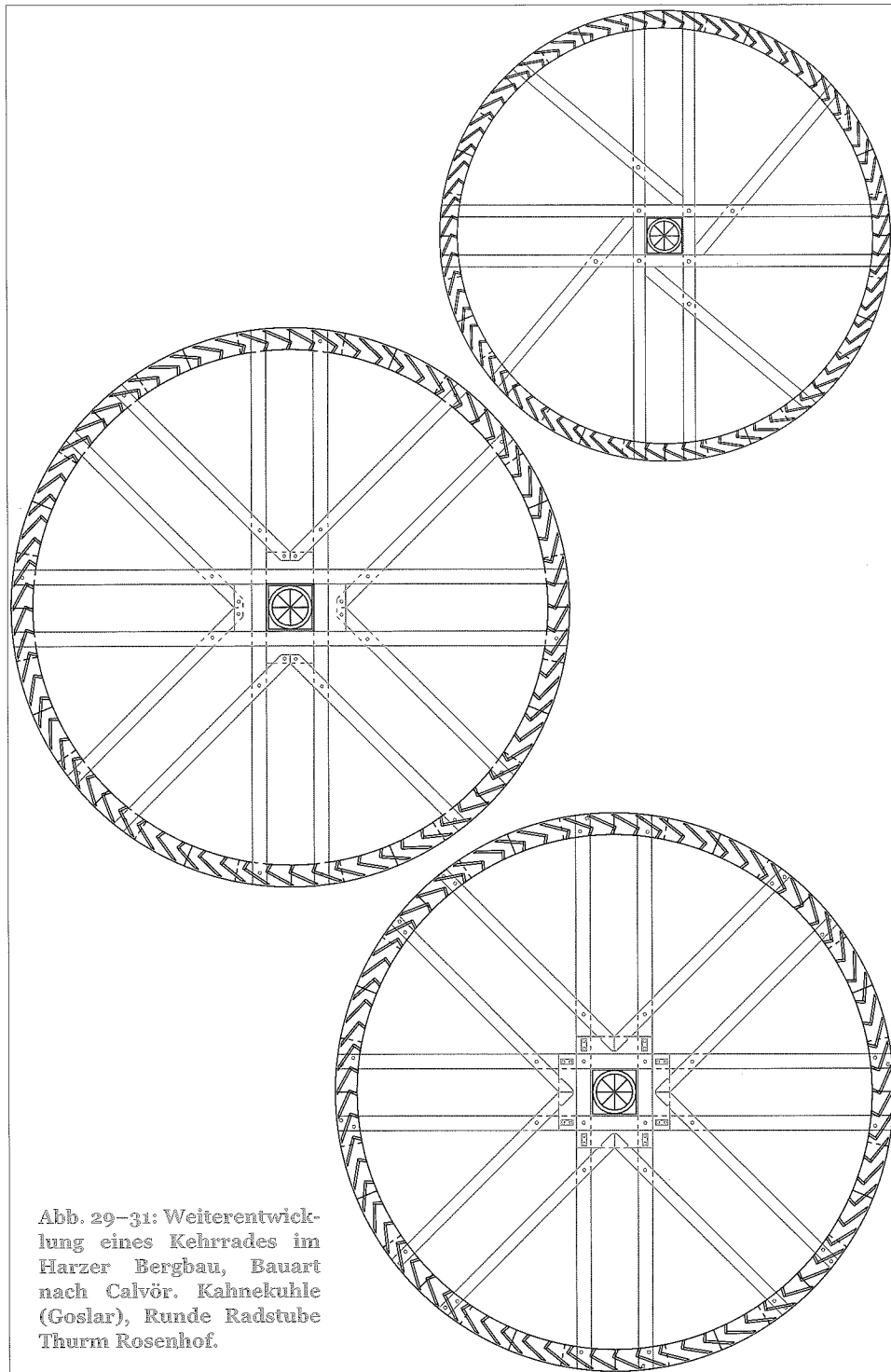


Abb. 32: Konstruktionselemente eines Kehr- oder Kunstrades am Kranz, Beispiel Kahnekuhle (Rammelsberg, Goslar).



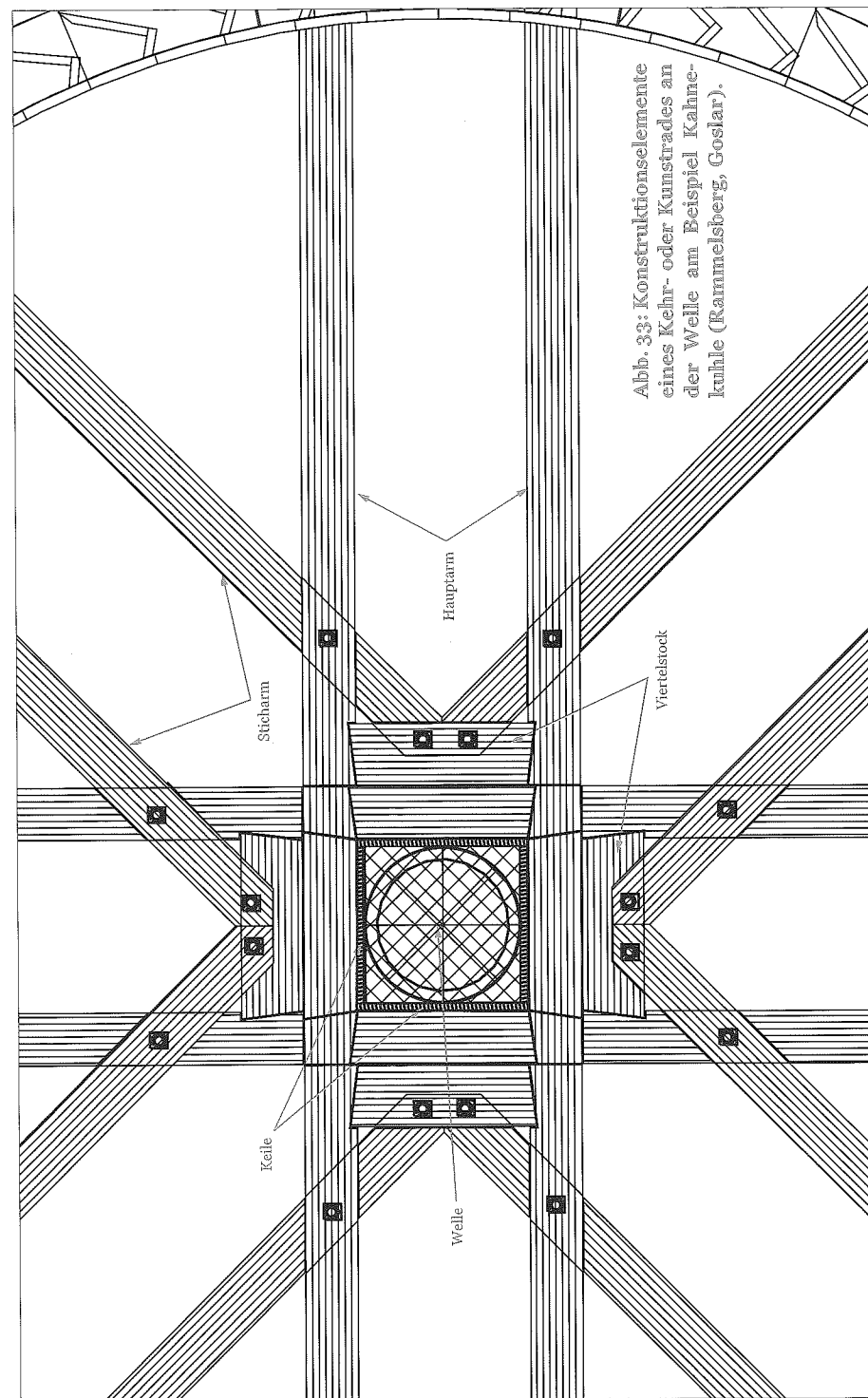


Abb. 33: Konstruktionselemente eines Kehr- oder Kunstrades an der Welle am Beispiel Kahnekuhle (Rammelsberg, Goslar).

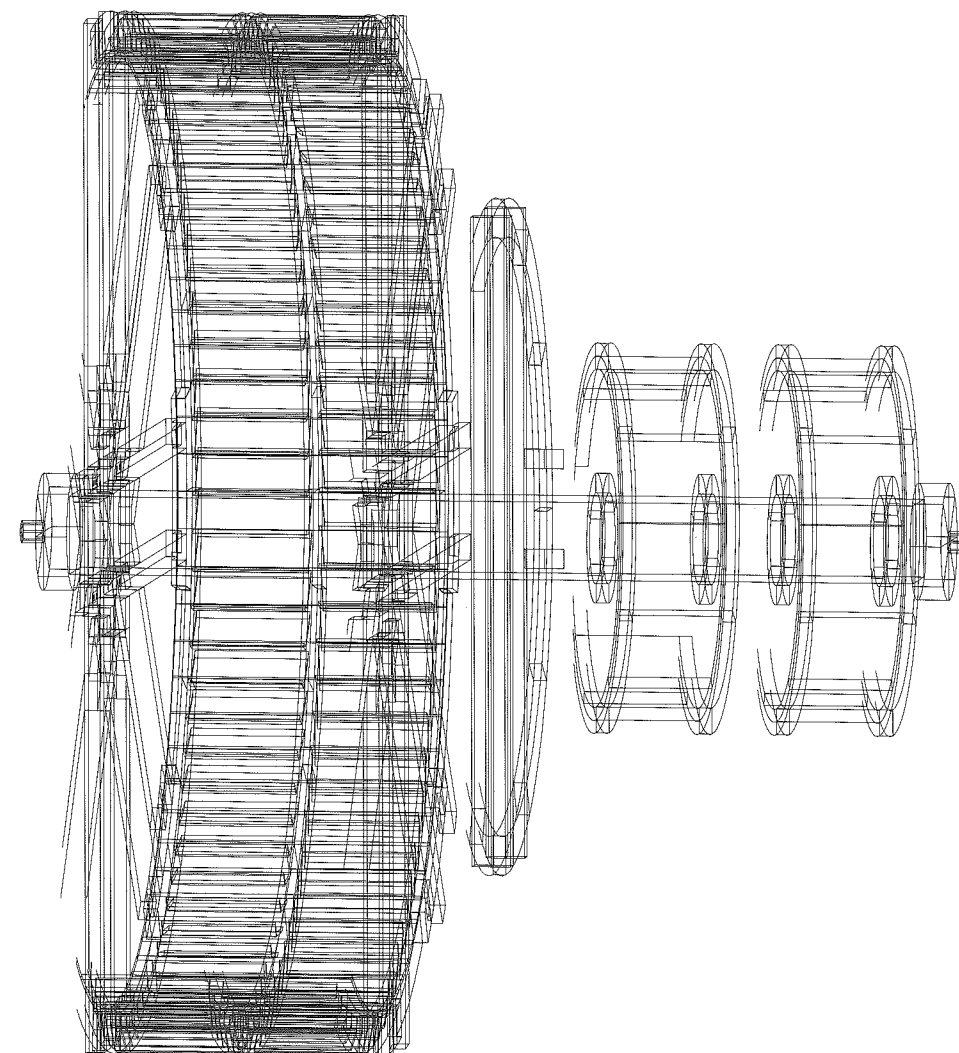


Abb. 34: Kehr- oder Kunstrad der Runden Radstube – das durchsichtige Modell zeigt schematisch v.l.n.r. zwei Schaufelkränze, Bremsrad und zwei Seiltrommeln.

#### Bremsbacken

Material: Holz mit Eisenblech als Bremsbelag.  
Breite: 0,2 m.

Mechanik: Bremsbacken pressen von außen auf das Rad, schwimmende Konstrukti-

on, Holz/Eisen-Elemente als Gestänge, mit Gewindespindel einstellbar, Verstellweg 0,3 m.

Gelenk am Bremsbaum: seitlich verstellbar, Führung in eisernen Langlöchern, Verstellweg 0,5 m, Feststellung mit Holzkeilen.

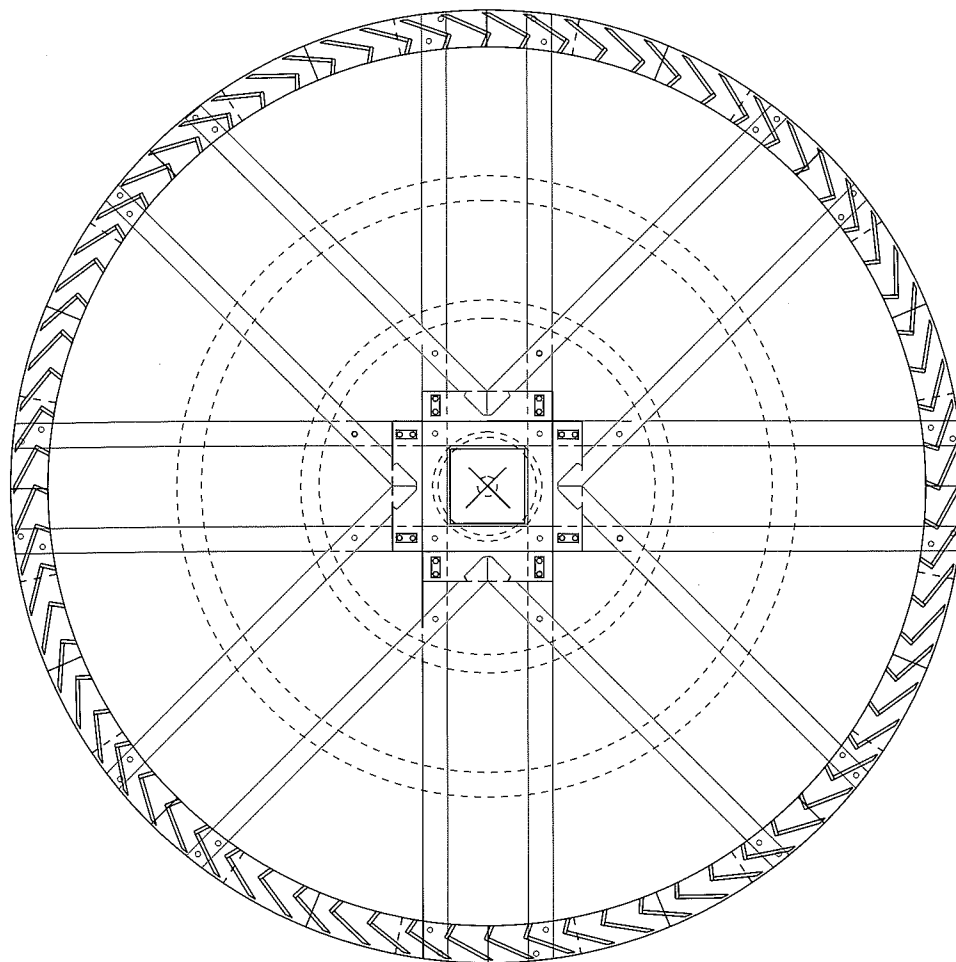


Abb. 35: Durchmesser am Kehrrad der Runden Radstube – Kehrrad 8 m, Bremsrad 5 m, Seiltrommel 3 m.

### 3.3 Das Kehrrad in der Ovalen Radstube

Aus der Zeit um 1814 existiert von der unmittelbar benachbarten Ovalen Radstube am Oberen Thurm Rosenhof eine sehr detailreiche Darstellung der verwendeten Technik (vergleichbar Kanekuhle, Goslar). In den Abb. 37, 38, 39, 40 ist die Zeich-

nung als Schwarz-Weiß-Kopie wiedergegeben, das kolorierte Original besticht durch seine fotorealistische Ausgestaltung.

Auch wenn die Funde der Ausgrabung in der Runden Radstube auf eine modernere Konstruktion des Kehrrades hinweisen, lassen sich an dieser Zeichnung viele für die Funktion und Steuerung wichtigen Elemente erkennen und ihre Wirkung verstehen.

Wichtige Unterschiede sind jedoch:

#### Runde Radstube:

- Seiltrommel auf der Kehrradwelle
- Verbindung der Arme/Viertelstöcke mit paarweisen Eisenbolzen und Unterlegblechen (Abb. 31)
- Viertelstöcke sitzen teilweise vor den Hauptarmen
- zusätzliches Bremsrad auf der Welle

#### Ovale Radstube:

- separate Seilkorbwelle, über Stangen angetrieben
- Verbindung der Arme/Viertelstöcke mit einfachen Eisenbolzen
- Viertelstöcke sitzen bündig zwischen den Hauptarmen
- gebremst wird auf dem mittleren Kranz des Kehrrades

### 3.3.1 Beschreibung des Gebäudes

Etwa 80 Meter östlich der Runden Radstube befindet sich in der Halde der Grube Oberer Thurm Rosenhof eine weitere gemauerte Radstube mit ovalem Querschnitt (große Hauptachse 11,5 Meter, kleine Hauptachse 4,8 Meter), die vollständig von Haldengestein überdeckt ist. Die lange Achse zeigt zum Schacht, etwa in Richtung Süden.

Bis zu einer Höhe von 9,5 Metern bleibt der ovale Querschnitt konstant, darüber ist der Raum mit einer 3 Meter hohen Gewölbekappe abgeschlossen. Über dem Gewölbe lagern etwa 7 Meter Gestein, so daß es von der Geländeoberkante bis zum tiefsten Punkt der Radstube 19,5 Meter sind.

In Richtung der kleinen Hauptachse gelangt man auf beiden Seiten durch eine Maueröffnung (S) von 2,2 Metern Durchmesser in jeweils einen ovalen senkrechten Schacht (L) und (M) mit Abmessungen von 2 Metern mal 3,4 Metern. Die Wand in diesen Durchbrüchen hat eine Stärke von 1,2 Metern.

Ein dritter kleiner Schacht (C) mit ca. 1,2 Metern Durchmesser führt von übertage senkrecht in die nördliche Ecke der Gewölbekappe herunter.

Die seitlichen Schächte und die beiden Mauerdurchbrüche waren die einzigen Öffnungen für den Materialtransport. Das Rad mußte in Einzelteilen hier hindurch geschafft werden.

### 3.3.2 Die Fördermaschine und ihre Funktion

Auf den Mauern der Wanddurchbrüche ist bei (P) und (Q) die hölzerne, 6 Meter lange Kehrradwelle gelagert. Sie trägt das etwa 2 Meter breite Kehrrad mit einem Durchmesser von 8 Metern.

Über einen Stangenantrieb (X), (Y) sind die übertägigen Seilkörbe (B) mit dem Kehrrad gekoppelt. Diese Bauweise – man findet sie heute noch bei zwei Rädern im Rammelsberg – unterscheidet sich von der »moderner« Anordnung in der benachbarten Runden Radstube, bei der die Seilkörbe direkt neben dem Rad auf der Welle sitzen. Während die eine Konstruktion als Vorzüge eine kurze Welle und damit eine schmalere Radstube erlaubt, bietet die andere geringeren Aufwand beim Bau der Mechanik und weniger Reibung beim Betrieb.

Das Kehrrad hat zwei gegenläufige Schaufelreihen und kann sich abhängig da-

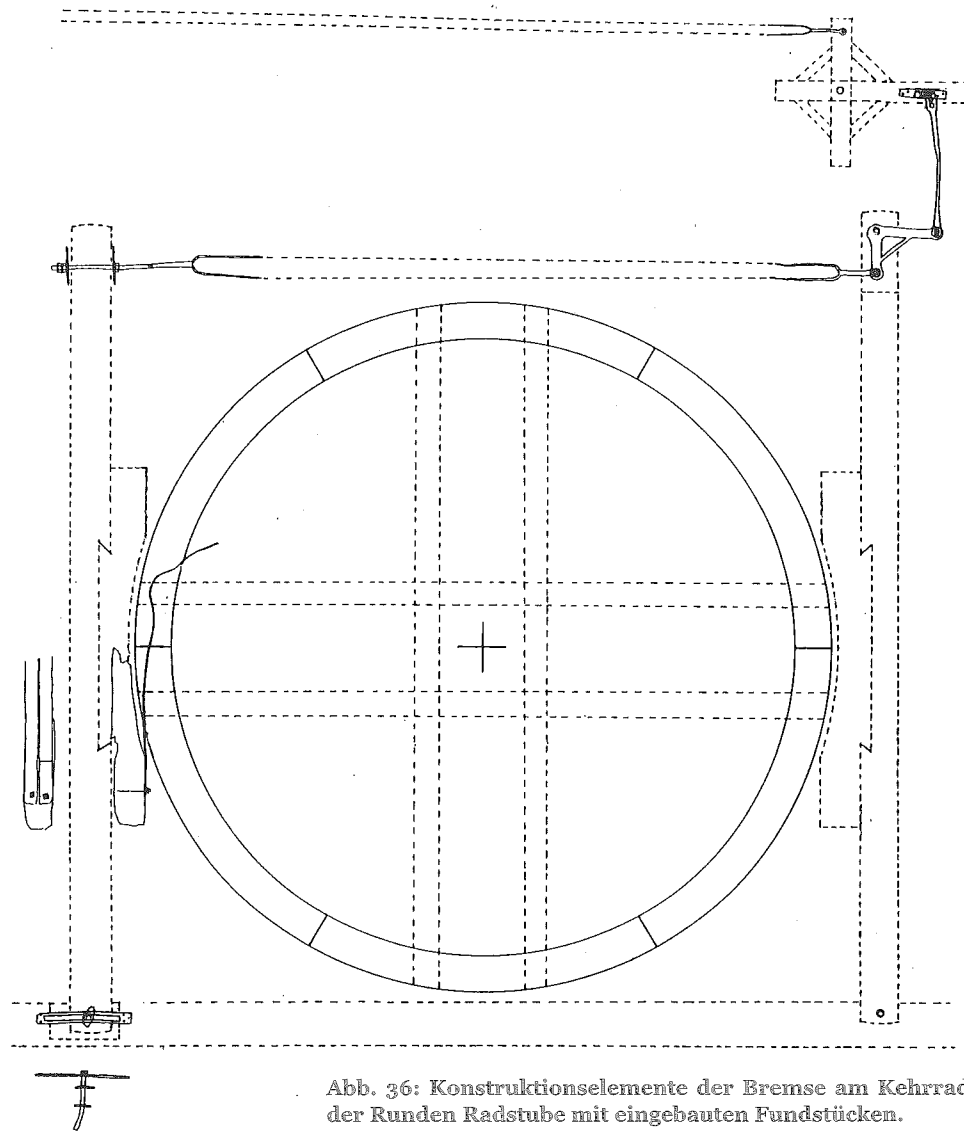


Abb. 36: Konstruktionselemente der Bremse am Kehrrad der Runden Radstube mit eingebauten Fundstücken.

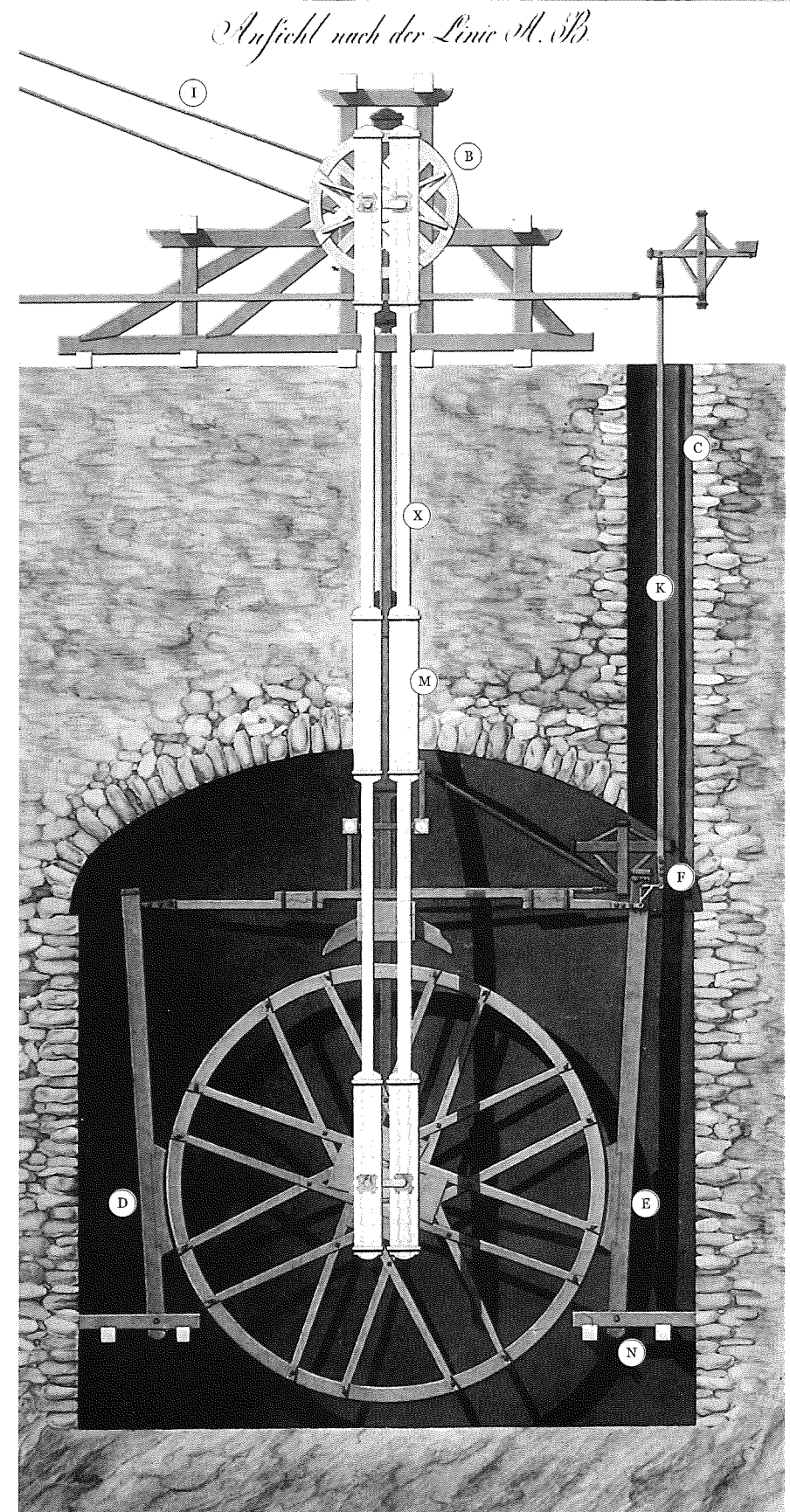
von, in welche Reihe die Aufschlagwasser gegeben werden, sowohl in der einen als auch in der anderen Richtung drehen.

Da die beiden Förderseile (I) mit unterschiedlichem Drehsinn auf die Seilkörbe gewickelt sind, wird bei jeder Drehrichtung des Rades ein Seil auf- und das andere abgewickelt. Ein wechselseitiges Auf und Ab der Erztonnen wird damit möglich.

Rechts – Abb. 37: Ovale Radstube mit Kehrrad am Oberen Thurm Rosenhof – Seitenansicht mit Blick auf das Rad mit Bremsmechanik. (Schottelius, 1816)

Folgende Doppelseite – Abb. 38: Blick von oben und Darstellung des Doppelkurbelzapfens und der Lagerschalen.

Abb. 39: Seitenansicht – Blick auf die Schaufelreihen. (Dt. Museum München)



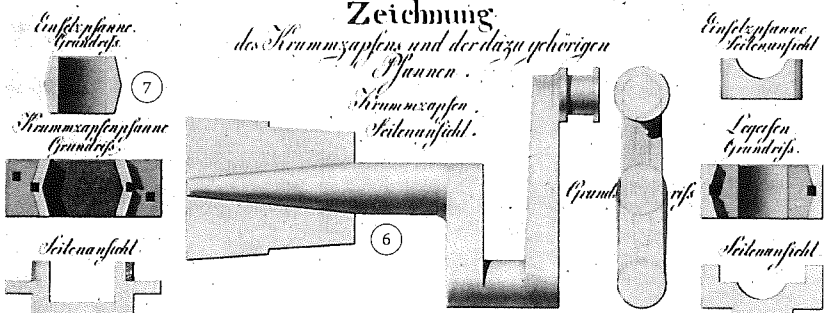
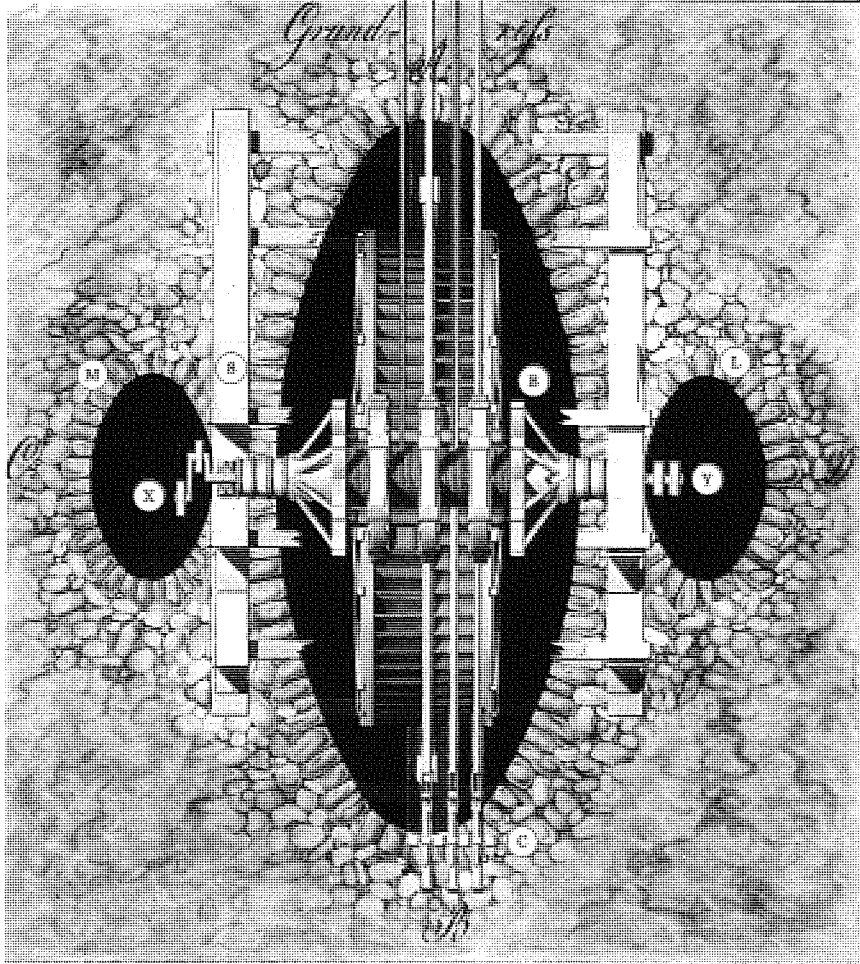


# ZEICHNUNG

der  
auf der Grube Thurm Riefenhoff bei Clausthal im  
Jahr 1884 erbauten Fördermaschine.

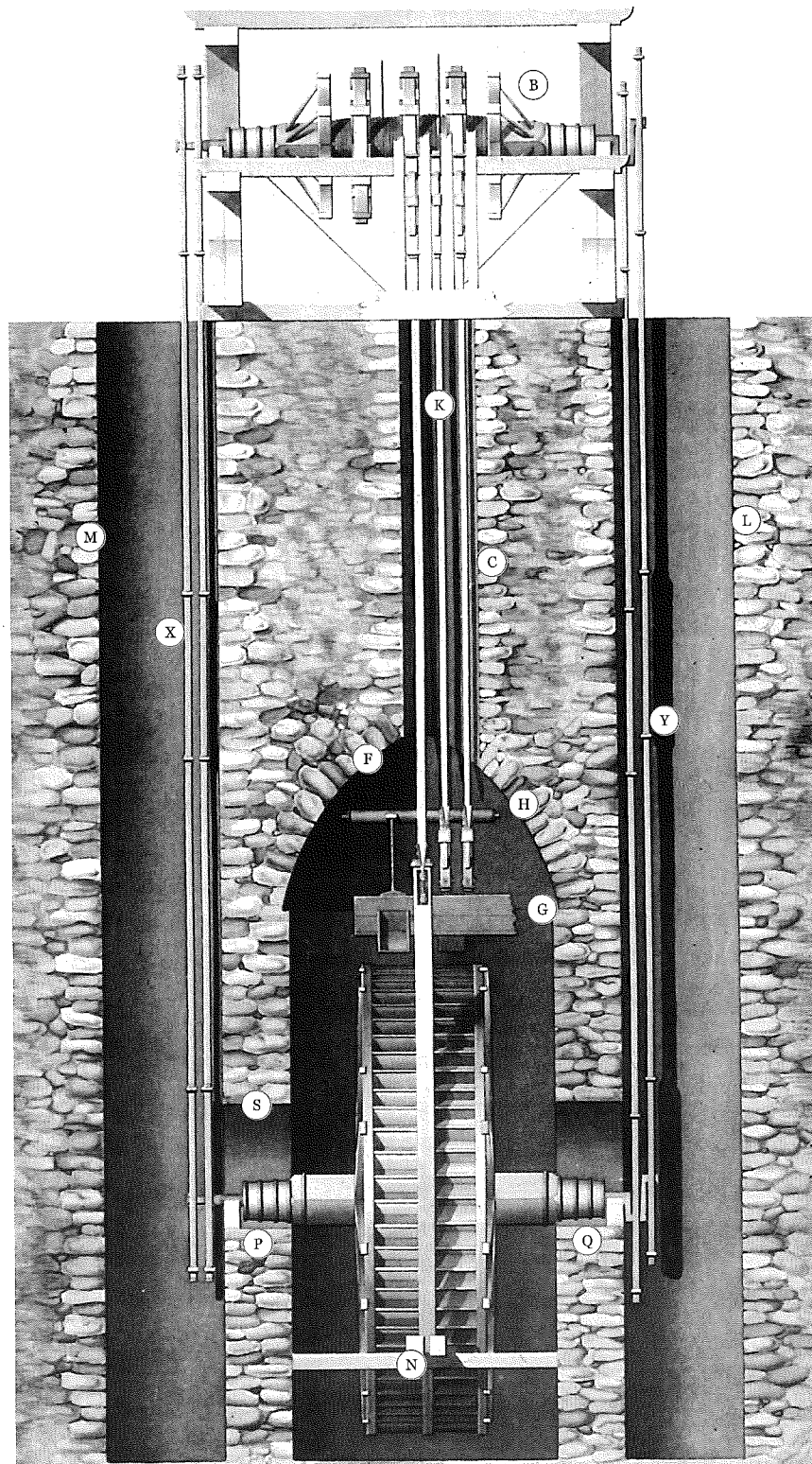
ausgearbeitet im Jahr 1884 und ausgeführt zu Berlin im  
Februar 1885 von F. H. Schellhorn aus Clausthal.

Maßstab von 1 Fuß = 12 Zoll.



Ausgeführt von F. H. Schellhorn aus Clausthal.

Ansicht nach der Linie C-D.



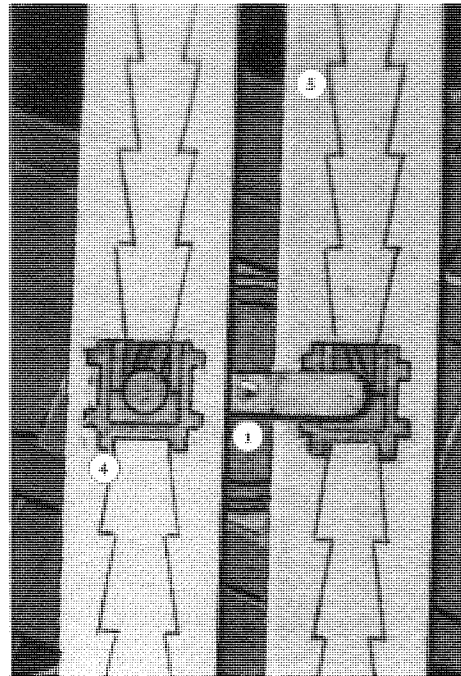
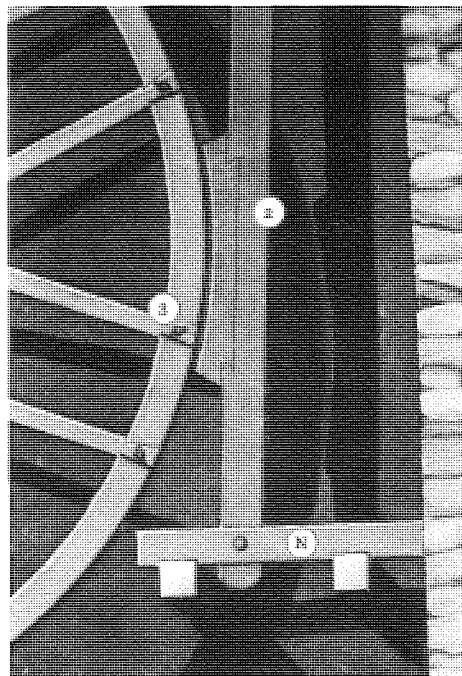
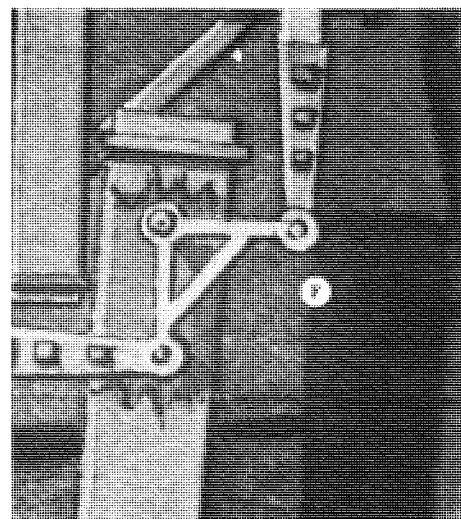
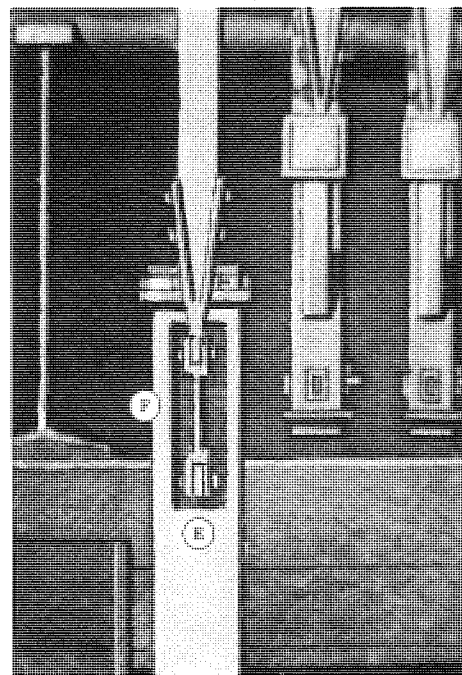


Abb. 40: Bremsbaum mit Gelenk und Bremsbacke (l. o.), Treibstangen mit Lager am Doppelkurbelzapfen (r. o.), Hebelmechanik für Bremse (unten) (aus den Abb. 37 und 39).



Zur Steuerung der Maschine gab es am Schacht übertage drei Hebel für die Funktionen vorwärts, rückwärts und bremsen. Die Übertragung der Steuerbefehle erfolgt mit drei hölzernen Stangen (K) bis hinunter in die Radstube.

### 3.3.3 Die Einzelheiten der Konstruktion

**Kehrrad.** Zwei gegenläufige Schaufelreihen nebeneinander, auf jeder Seite vier durchgehende, überblattete Hauptarme, vier Viertelstöcke zur Verstärkung der Wellen-Umfassung, sowie acht Hilfsarme zwischen Radkranz und Viertelstock.

Die Hilfsarme stehen im Winkel von  $45^\circ$  zu den Hauptarmen.

Der Armquerschnitt verjüngt sich von der Mitte zum Kranz,

Die Arme sind am Kranz befestigt mit eisernem Zuganker mit vierkantigem Kopf, schrägliegender, ovaler Unterlegscheibe (3) sowie einem unsymmetrischen Schwalbenschwanz (3).

**Kehrradwelle.** Die Welle hat einen quadratischen Querschnitt von etwa 0,6 Metern Kantenlänge, sie ist an den Enden, (P) und (Q), verjüngt, die um  $90^\circ$  gegeneinander versetzten Doppelkrummzapfen sind eingesetzt und mit drei Eisenringen verkeilt.

**Seilkorbwelle.** Hölzerne Welle, 6 Meter lang, in den Wellenenden sind zwei Doppelkrummzapfen, (siehe Abb. 39) auch gegeneinander um  $90^\circ$  verdreht, eingesetzt und mit eisernen Ringen auf den konischen Enden verkeilt.

Der größere zylindrische Teil des Krummzapfens (6) trägt das Gewicht der Welle. Er ruht in einer eisernen Lagerschale (7) auf einem Lagerholz (8), dem sogenannten Angewäge.

**Seilkorb.** Hölzerne Konstruktion, zwei Kammern mit jeweils einer Reservekammer, schräge Speichen stützen die Reservekammer nach außen ab.

**Seil.** Dickes Hanfseil, keine Kette.

**Bremse.** Zwei Bremsklötze, (D) und (E), werden mit einer Hebelmechanik auf den mittleren Kranz des Kehrrades gedrückt. Sie sind in zwei senkrecht stehende Bremsbäume mit einem Schwalbenschwanz (2) eingelassen. Die Bäume stehen unten in einem Gelenk mit einem eisernen Bolzen (N) und können durch die Anlenkungen oben aufeinander zu bewegt werden. Das Hebelssystem bietet mit dem doppelarmigen Hebel (F) am rechten Bremsbaum eine »schwimmende« Konstruktion.

Zieht man die Steuerstange bei (F) nach oben, so verringert sich lediglich der Abstand der Bremsbäume zueinander, die Stellung der Bremsbäume im Raum ist davon unberührt. Dies hat zur Folge, daß ein nicht exakt in der Mitte gelagertes, aber rundes Bremsrad mit konstanter Hebelstellung gebremst werden kann.

Der doppelarmige Hebel (F) ist in die Mitte des Bremsbaumes (E) eingearbeitet (Abb. 40 unten). Die gleiche Anordnung befindet sich in dem Originalmodell der Grube Dorothea aus dem Jahre 1820 im Oberharzener Bergwerksmuseum.

**Wasserzufuhr.** Die Aufschlagwasser werden über ein hölzernes Gerenne (G) (Abb. 39) bis über die Mitte des Kehrrades geführt, wo sie dann nach Öffnen eines hölzernen Schiebers (Schütz) auf das Rad strömen und dieses antreiben können. Die kleinen hölzernen Schoßgerinne für den Wasserauslauf sind schmaler als die Radbreite, sie sollen wie ein Trichter dafür sorgen, daß nichts von dem Wasser verschüttet wird.

**Gestänge.** Für die Kraftübertragung von unten nach oben werden vier hölzerne Stangen verwendet, die wegen der großen Länge in der Mitte geteilt sind. Die Doppelkurbeln sind phasenverschoben in die Welle eingearbeitet, so daß zu jeder Zeit durch Zug an mindestens einer Stange die Drehbewegung fortgesetzt werden kann. Es gibt keinen toten Punkt.

An den Enden der Stangen sind eiserne Lagerschalen eingesetzt, die jeweils einen Zapfen der Doppelkurbeln umschließen. Das Lager ist auf einer Seite (4) offen, so daß die Beanspruchung der Stangen nur auf Zug erfolgt. Diese Konstruktion erlaubt das zwingend notwendige Spiel in den Lagern. Im anderen Fall wäre durch eine spielfreie geschlossene Lagerung die Drehbewegung bei jeder Umdrehung gehemmt, wenn z. B. die beiden Wellen nicht exakt parallel justiert sind oder die hölzernen Stangen durch Witterungseinflüsse ihre Länge ändern.

Für die Verbindung der Stangenhälften untereinander sowie der Stangenköpfe mit den Lagern sind sägezahnförmig ausgearbeitete Schlösser seitlich aufgeklammert (5).

**Doppelkrummzapfen.** Der Doppelkrummzapfen (1), (6) entspricht in seiner Bauform etwa dem Ausstellungsstück in der Radstube im Oberharzer Bergwerksmuseum. Er besitzt eine Lagerfläche für das Auflager der Welle (6) sowie zwei kleinere Laufflächen für die Kraftübertragung. Der Radius der Kurbeln beträgt etwa 0,35 Meter. Während die innere Stange durch die beiden Kurbelarme seitlich geführt wird, sind für die äußere zwei Führungsringe angegossen.

**Lagerschale mit Einsatz.** Die beiden Wellen ruhen in vier eisernen Lagerschalen. Die Konstruktion besteht aus einem Grundkörper mit Löchern für die Befestigungs-

schrauben und einem Einsatz, der bei Verschleiß gewechselt werden kann. Eine ähnliche Form wurde bei der Ausgrabung in der benachbarten Runden Radstube für das östliche Lager gefunden. Das Lager dort ist aus Gußeisen gefertigt.

**Steuerstangen.** Zur Bedienung von Bremse und Wasserzulauf dient ein System von drei Stangen, das mit Hilfe kleiner hölzerner Kunstkreuze um zwei Ecken gelenkt wird. An den Gelenken sind die Holzstangen jeweils in ein Zangeneisen gesteckt und verschraubt (F). Am anderen Ende besitzen die Zangeneisen ein Auge, durch das der Bolzen für das Gelenk gesteckt wird. Über dem Kehrrohr werden die Stellkräfte für jeden Wasserzulauf mit einer hölzernen Welle (H) und einem Hilfshebel seitlich versetzt an das Schütz übertragen.

### 3. 4 Zahlen, Berechnungen

Wirkungsgrad eines oberflächigen Wasserrades:

1. Das Rad kann nicht das gesamte Gefälle des Wassers ausnutzen, weil sich die Schaufeln bereits entleeren, bevor sie den tiefsten Punkt erreichen (Abb. 41).
2. Füllt man die Schaufeln randvoll, verlieren sie schon nach kurzer Bewegung des Rades sehr viel ihres Inhaltes.
3. Eine optimale Ausnutzung der angebotenen Wasserkraft wird bei etwa  $1/5$  Füllung erreicht. Selbst dann kann der Wirkungsgrad nicht größer als 0,75 (75 %) sein.

Das Kehrrohr am Thurm Rosenhof

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| Raddurchmesser:            | 8 m      |
| Schaufelbreite:            | 0,8 m    |
| Schaufelvolumen:           | ca. 50 l |
| Anzahl der Schaufeln:      | 80       |
| Angenommener Wasserzufluß: | 80 l/s   |

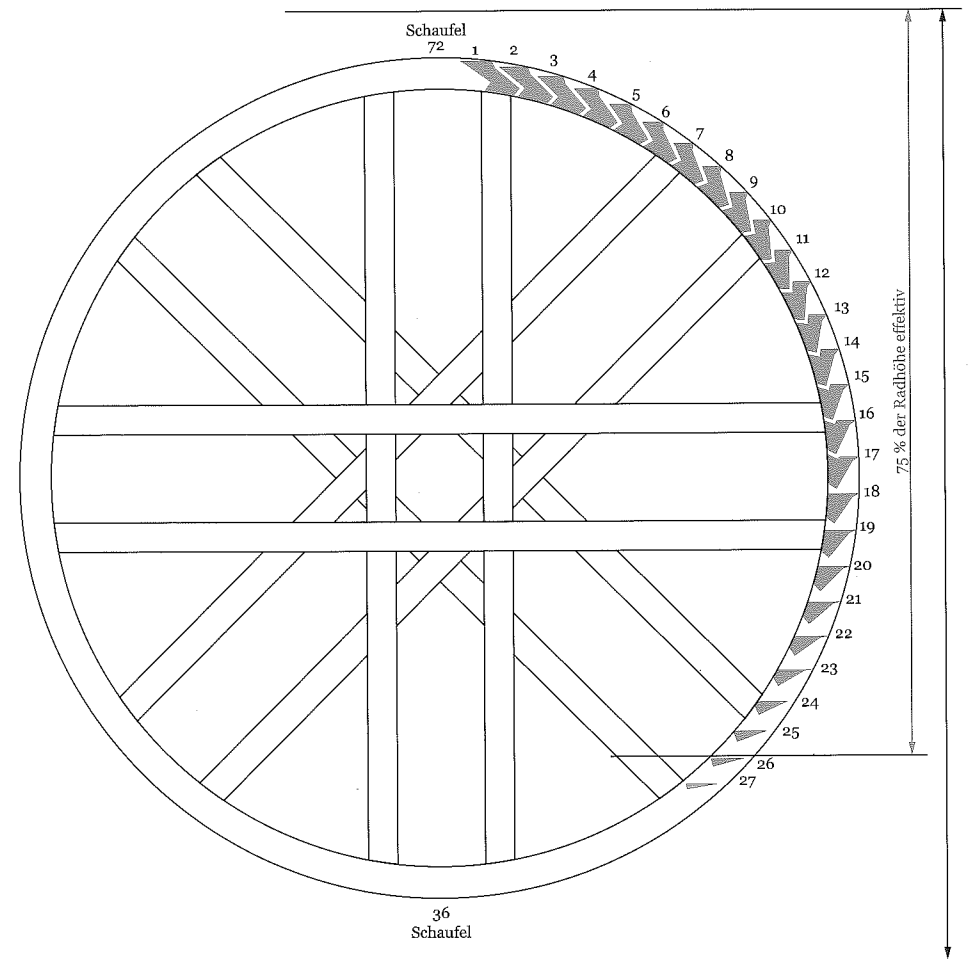


Abb. 41: Die Füllmenge einer Wassertasche hängt vom aktuellen Drehwinkel des Rades ab. Volle Taschen sind relativ ungünstig für den Wirkungsgrad, da sie schon zu Beginn der Drehung einen Teil ihres Inhaltes ausgießen.

Errechnete Leistung:

$$80 \text{ kg/s} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 8 \text{ m} \cdot 0,75 = 4,7 \text{ kW (6,4 PS)}$$

Durchmesser Seiltrommel: 3 m

Bei  $1/5$  Füllung 10 ( $50/5$ ) l können 8 ( $80/10$ )

Schaufeln pro Sekunde gefüllt werden. Somit dreht sich ein Rad mit 80 Schaufeln alle 10 Sekunden ein Mal bzw. sechs Mal pro Minute. Bei einem Umfang der Seiltrommel von ca. 19 m bewegt sich die Fördertonne mit 1,9 m/s.



## 4. Technik der Dampfmaschine

Bereits in Abb. 4, Abb. 5 und Abb. 27 ist das Maschinenhaus für die Dampfmaschine (DM) am Thurm Rosenhof kurz vorgestellt worden. Auf der letzten dieser Abbildungen steht das Abdampfrohr vor dem linken Fenster. Durch das andere geöffnete Fenster fällt der Blick auf einen Teil eines eisernen Rades. Die Maschine diente zur Förderung der Erze und hatte eine Leistung von 35 PS. Sie dürfte aus der Zeit vor 1894 stammen. Der zugehörige Kessel war im Jahre 1902 ungefähr 300 Tage in Betrieb [12–XXIII A 7 Vol. 1].

Das zugehörige Kesselhaus und die Verbindungsleitung zur Dampfmaschine, deren Betonkanal noch heute sichtbar ist, befinden sich links in **Abb. 42**, versteckt in einem Einschnitt, umgeben von Haldenmaterial. Hinter der Kunstradstube (KU), deren Kunstgestänge (KG) nach links vorne zum Schacht führt, ist der Giebel des Kesselhauses (KH) und der eiserne Schornstein (SK) zu erkennen. Die weiße Dampfleitung (DL) führt z-förmig zur Dampfmaschine nach vorne rechts über die Halde (HZ). Das Maschinenhaus liegt schräg hinter dem Kamerastandort.

Ein weiterer, größerer Schornstein wird im Bildhintergrund rechts sichtbar. Er gehört zum Kesselhaus am Ottiliae-Schacht (OT), wo eine sehr viel stärkere Dampfmaschine (150 PS) das Erz nach oben befördert. In **Abb. 43** steht das Fördergerüst inmitten mehrerer Gebäude wie Kessel-

haus, Kohlenschuppen und dampfbetriebenen Steinbrechers (56 PS) für die Erzbearbeitung, **Abb. 44**. Die Größe der Kesselanlage ergibt sich aus dem Vergleich mit dem Kohlenschuppen: Das Fundament des Schornsteins hat die gleichen Ausmaße wie der halbe Kohlenschuppen.

Da in der Literatur über die Dampfmaschinen des Clausthaler Reviers Material zu finden ist, soll nun über die verwendete Technik überwiegend mit Hilfe von Zitaten berichtet werden. Viele der Zahlen und Fachausdrücke erscheinen für den ungeübten Leser unverständlich. Wie bei den Angaben in Prospekten zum Kauf von Autos oder elektronischen Musik- und Fernsehanlagen sind sie mehr für die Fachleute gedacht, die ohnehin schon alles wissen. Angaben wie »angeblich« bei Hoppe [6] und »nominell« bei Köckert lassen ein wenig Zweifel an der Exaktheit einiger Zahlen aufkommen.

Ph. Köckert beschreibt in seinem Text (Banniza et. al., 1895, [2–Seite 197]) drei größere Dampfmaschinen im Clausthaler Bergbauggebiet<sup>1</sup>. Die Dampfmaschine am Thurm Rosenhof wird nicht erwähnt.

*»Die wenigen beim Bergbau verwandten Dampfmaschinen, sämtlich im Inspektionsbezirke Clausthal gelegen, sind doppelwirkende Kurbelmaschinen. Zu den größeren gehören die Fahrkunstmaschine des Königin Marienschachtes sowie zwei*

<sup>1</sup> Die folgenden Zitate sind mit der ursprünglichen Schreibweise und Wortanzahl wiedergegeben: *Ottiliä, Cylinder, direct*, ... Auch bei den physikalischen Einheiten gibt es manchmal Unstimmigkeiten, z. B. m statt m/s.



Abb. 42: Westlich der Runden Radstube – Kunstradstube mit Gestänge, Kesselhaus mit z-förmiger Dampfleitung. Rechts hinten der Otiliae-Schacht. (Harzbibliothek)



Abb. 43: Gebäude am Otiliae-Schacht – Fördergerüst, Kesselhaus, Kohlenschuppen, Schornstein und Steinbrecher. (Harzbibliothek)

Fördermaschinen des Otiliae- und Kaiser-Wilhelm-Schachtes.

Die Fahrkustdampfmaschine ist ein-zylindrisch, arbeitet mit Kondensation und Expansion und hat Corlisssteuerung<sup>2</sup>. Zylinderdurchmesser = 470 mm, Hub = 784 mm. 48 Doppelhübe pro Minute, 80 nominelle Pferdekräfte. Zur Verlangsa-

mung der Bewegung ist zwischen Hauptkurbel und den Kunstkreuzen Räderwerk eingeschaltet.«

Die Zeichnung der Maschine des Schachtes Königin Marie (Abb. 45) beschreibt sowohl in der Ansicht als auch im Grundriß die Anordnung der Dampfkessel

2 Läßt man den Dampf aus dem Zylinder nicht ins Freie strömen, sondern kühlt ihn in einem **Kondensator** unter Luftabschluß bis zur Verflüssigung ab, verbessert sich der Wirkungsgrad der Maschine.

Bei **Expansionsmaschinen** steht der volle Kesseldruck nicht während der gesamten Zeit auf dem Kolben. Zu Anfang der Bewegung kann etwas Dampf in den Zylinder strömen und expandiert dort anschließend unter Abgabe von Arbeit.

George H. **Corliss** (USA) hat um 1850 für diese Maschinen Steuerungen entwickelt und zum Patent angemeldet. Seine Erfindung bestand darin, daß sich über einen Auslösemechanismus die Einlaßventile ((1)-Abb.47) selbsttätig schnell schließen ließen und somit die in den Zylinder einströmende Dampfmenge präzise zu dosieren war. »Bei der Corlißsteuerung werden die beiden Einlaßhähne durch eine Auslös- und die beiden Auslaßhähne durch eine Exzentersteuerung gewegt.« Meyers Lexikon 1925, Dampfmaschinen (vgl. auch Uhland [16])

Der in den Zylinder ein- und ausströmende Dampf kann je nach Bauart der Maschine über **Schieber, Ventile** oder Hähne gesteuert werden.

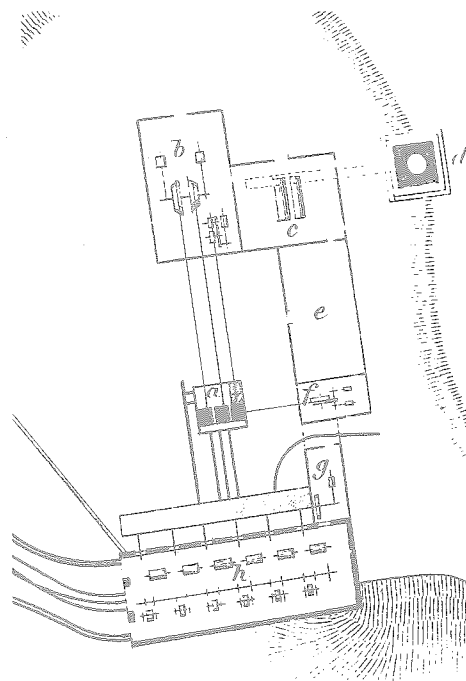
und des Dampfzylinders mit dem nachgeschalteten Zahnradgetriebe. Da für den Antrieb der Fahrkunst nur eine Drehrichtung nötig war, reichte eine Maschine mit nur einem Zylinder aus. Etwaige Anlaufschwierigkeiten im Totpunkt des Zylinders dürfte man durch Aufbringen einer Last (Bergmann auf einer Trittstufe) überwunden haben.

Für die Tonnenförderung dienten zweizylindrige Maschinen, deren Zylinder wie bei einer Dampflokomotive phasenverschoben arbeiten und somit bei jeder Zylinderstellung auch unter Last anlaufen können. Die Maschine am Ottiliae-Schacht hatte die dreifache Leistung wie die am Kaiser-Wilhelm-Schacht.

Den Aufbau der Maschinen im Ottiliae-Schacht hat C. Leuschner [9] 1879 kurz nach Fertigstellung der Gesamtanlagen am Schacht dargestellt, **Abb. 46**. Einige Zeit später schrieben Banniza et. al. 1895 [2–Seite 197]:

»Die Zwillingsfördermaschine auf dem Ottiliäschachte arbeitet mit Expansion ohne Kondensation und ist mit Ventil- und Knaggensteuerung ausgerüstet. Kolbendurchmesser = 560 mm, Hub = 940 mm. Fördergeschwindigkeit im Mittel 6,43 m bei 45 Doppelhuben. 150 nominelle Pferdekkräfte. Durchmesser der konischen Seilkörbe zwischen 3 und 2,46 m. Förderteufe = 360 m.

Die Förderdampfmaschine des Kaiser Wilhelmschachtes, vorzüglich zum Einhängen von Materialien bestimmt, ist eine Expansions-Zwillingsmaschine mit Ventilsteuerung, Gooch'scher Coullisse und der Schleppvorrichtung von Ehrhard & Seher. Kolbendurchmesser = 500 mm, Hub = 160 mm. Mittlere Seilgeschwindigkeit = 3 m bei 12,75 Doppelhuben. Seilkorbdurchmesser = 4,5 m. 50 nominelle Pferdekkräfte. Förderteufe = 350 bis 865 m.«



**Abb. 44:** Lageplan der Gebäude am Ottiliae-Schacht – a Fördergerüst, b Fördermaschinenhaus, c Kesselhaus, d Schornstein, e Kohlenschuppen, f Dampfhaspel, h Steinbrecher. (H. Kutscher, 1873)

Am Ottiliae-Schacht brachte eine zweite Fördermaschine zunächst die von der gegenüberliegenden Grube Silbersegen nur bis zum Grund des Clausthales gehobenen Erze aus dem Rosenhöfer Revier weiter nach oben. Nach der kompletten Umstellung der Transportwege und Übernahme der Gesamtförderung durch den Ottiliae-Schacht verlor der Transport über den Schacht Silbersegen seine Bedeutung. Geblieben ist allerdings der Brennstoff-

Rechte Seite – **Abb. 45:** Dampfmaschine für die Fahrkunst am Königin-Marienschacht. (H. Kutscher, März 1876 – Deutsches Museum, München, Archiv Plansammlung TZ 2072).

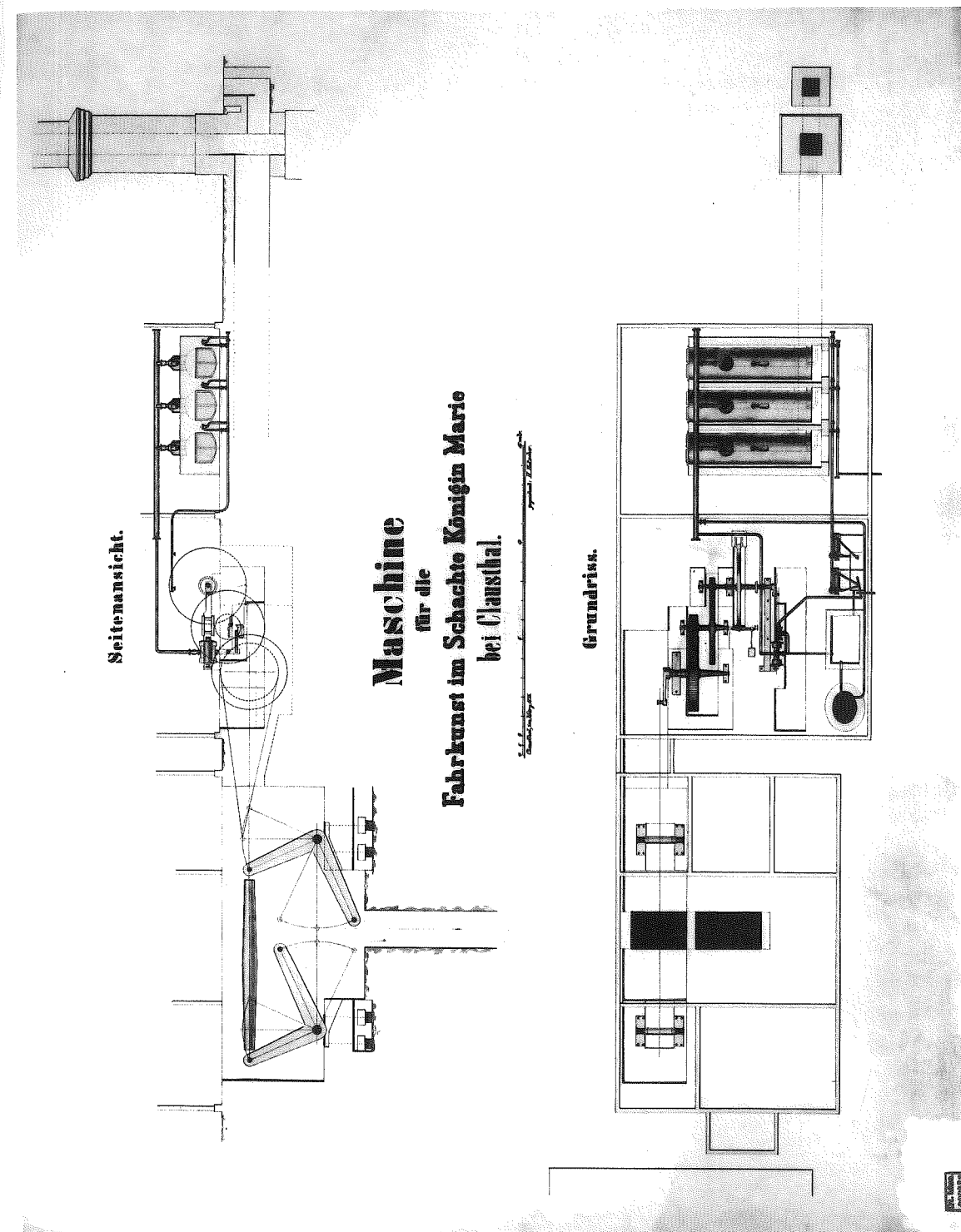
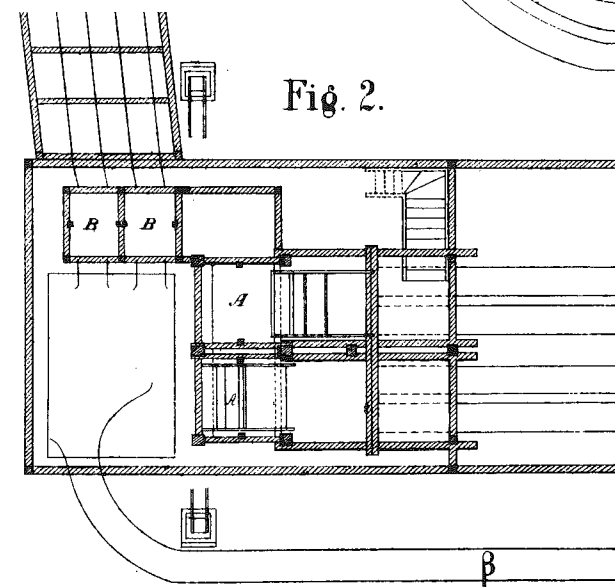
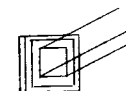
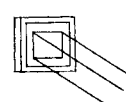
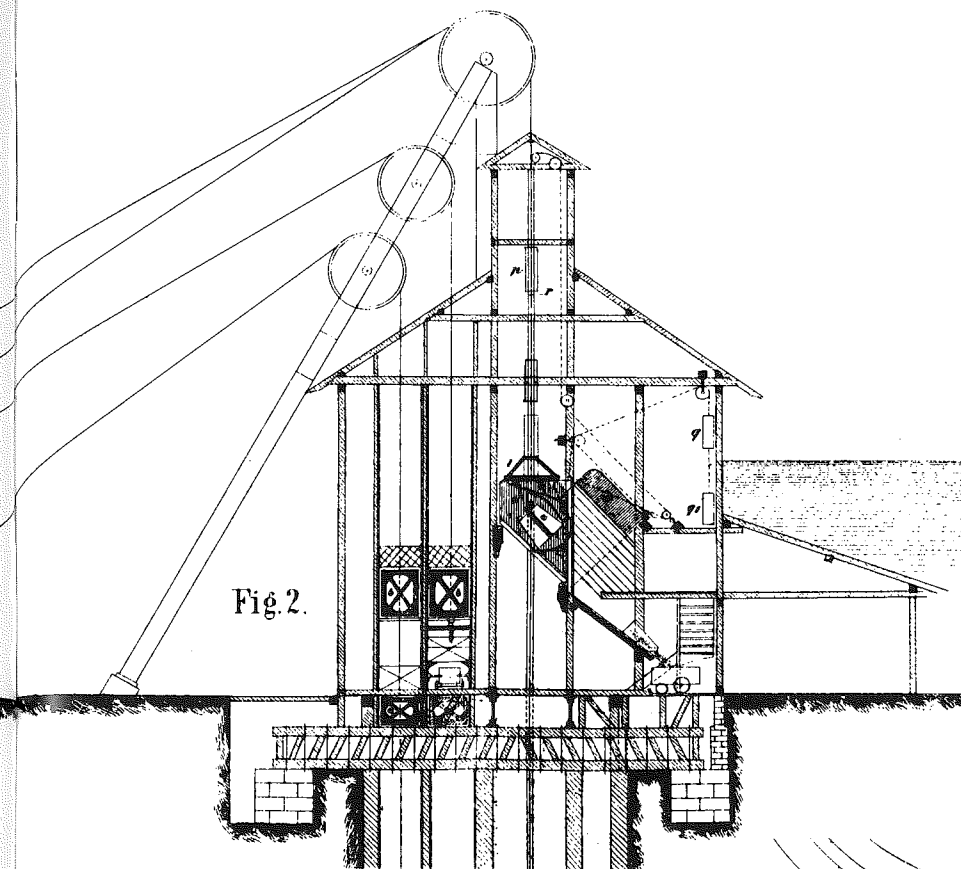
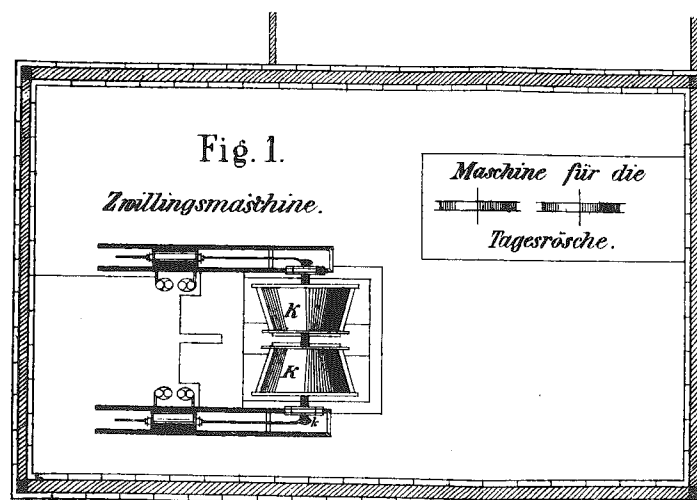
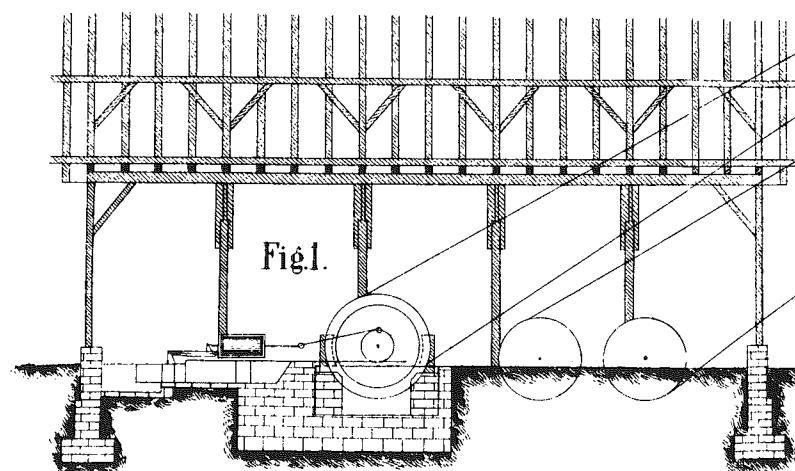




Abb. 46: Fördereinrichtungen am Ottiliae-Schacht – Hauptfördermaschine und kleine Fördermaschine. (C. Leuschner, 1879)



Corliss-Dampfmaschine aus der Gräfl. Stollberg'schen Maschinenfabrik, Ilseburg.

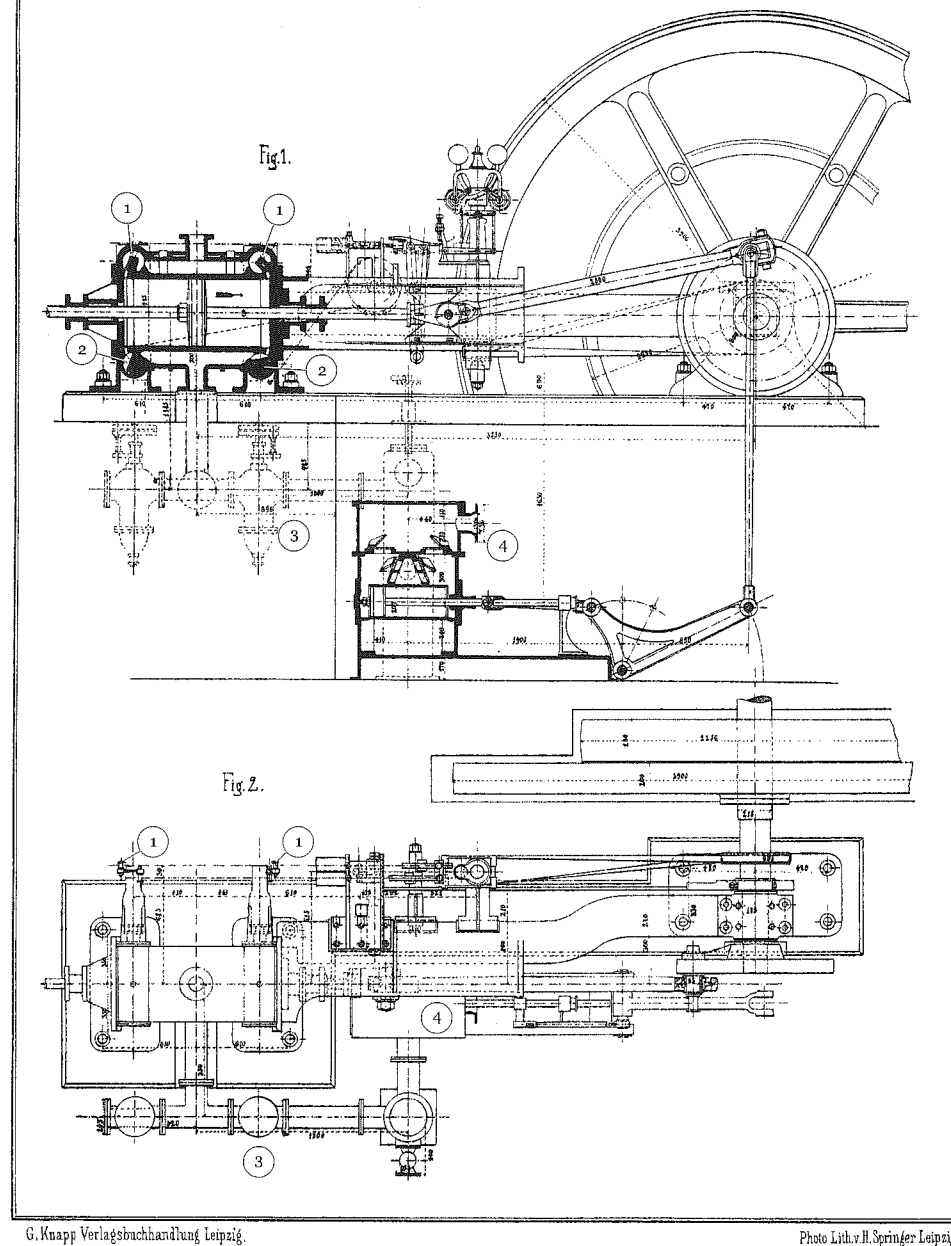


Abb. 47: Dampfmaschine mit Corliss-Steuerung, Einlaß- (1) und Auslaßhähnen (2), Kondensator (3) und Luftpumpe (4), Gräflisch Stollberg-Wernigerode'sche Factorei, Ilseburg (Uhlend [16], Skizzenblatt 5).

transport, denn die Kohle erreichte die Anlagen per Bahn auf dem Niveau des Zellerfelder Tales.

Interessant ist die Aussage, daß man mit Hilfe der Dampfkraft das Aufschlagwasser für die Kunst- und Kehrräder für eine Wiederverwendung hochpumpt. Sie zeigt doch, wie sehr Dampf- und Wasserkraft nebeneinander genutzt wurden.

»Im übrigen stehen noch einige andere, kleinere Dampfmaschinen in Gebrauch, so eine 25pferdige Lokomobile auf Grube Julianie Sophie als Reserve zum Betriebe des Luftkompressors und der Fahrkunst, eine 8pferdige stationäre Eincylinder-Fördermaschine auf dem Ottiliaschachte, die aus der Thalsole Rosenhöfer Erze auf 36 m und Kesselspeisekohlen auf 40 m Höhe hebt, ferner eine 35pferdige, schnelllaufende Verbundmaschine<sup>3</sup> zum Betrieb einer Centrifugalpumpe, bestimmt in wasserarmen Zeiten die Abfallwasser der Radkunst wieder zurückzuschlagen.«

Banniza et. al., 1895, [2-Seite 197]

Aus einer anderen Quelle, O. Hoppe, 1883 [6-Seiten 204–205, 207–208], liegen ausführlichere Erörterungen der Dampfmaschine des Ottiliae-Schachtes vor.

Zunächst wird auf die sich bei der Förderung ständig wechselnde Last der Maschine eingegangen. Da das Gewicht des Seiles gegenüber der angehängten Last nicht zu vernachlässigen ist, nimmt (ohne die heute übliche Kompensation durch ein Unterseil) die benötigte Kraft beim Anheben der Last ständig ab, da sich die Länge des hängenden Seiles verkürzt. Es ist sogar möglich, daß ein

leerer Förderkorb an einem langen Seil mehr zieht als ein voller Korb kurz vor Erreichen der oberen Hängebank. In diesem Fall muß die Maschine die Seilkörbe nicht antreiben, sondern bremsen, damit die Körbe nicht an Geschwindigkeit zunehmen.

»Die Dampf-Fördermaschine<sup>4</sup> auf dem 360 m tiefen Ottiliae-Schacht ist eine liegende Zwillingsmaschine mit Ventilsteuerung und einer Expansionsvorrichtung, welche sich selbstthätig mit dem Gewichte der abgewickelten Seile reguliert. Die Expansionsvorrichtung kann aber auch von Hand durch den Maschinenwärter bewegt werden. Ferner ist die Maschine mit einer Dampf- resp. Fußbremse und einem Zeigerwerk versehen. Die um 90 Grad verstellten Kurbeln wirken direct auf die Seilkorbwelle.

[...]

Da über diese Maschinenanlage meines Wissens noch nichts veröffentlicht ist, mögen folgende kurze Angaben hier am Platze sein. Der Berechnung ist zu Grunde gelegt, dass betrage: Das im Ottiliae-Schacht zu fördernde Erzquantum pro Jahr 50 000 Raummeter = 75 000 000 kg, also pro Tag (300 Arbeitstage pro Jahr gerechnet) = 250 000 kg und pro Stunde (12 Arbeitsstunden gerechnet) etwa 20 000 kg. Die pro 1 Aufzug angenommene Ladung  $Q = 1200$  kg. Demnach sind pro 1 Stunde  $20\,000 : 1200 =$  etwa 17 Aufzüge und also für je einen Aufzug  $= \frac{1}{17}$  Stunden = 3,5 Minuten erforderlich. Die Annahme, dass fast  $\frac{3}{4}$  dieser Zeit durch das An- und Abhängen des Kastens beansprucht werden, also etwa in 1 Minute die Schachttiefe ( $H =$

3 Bei einer **Verbundmaschine** nutzt man den Dampf in hintereinander geschalteten Zylindern (Hoch-, Niederdruck) mehrfach aus.

4 Die Maschine ist aus der wohlbekannten Maschinenfabrik zu Ilseburg hervorgegangen, am 1. März 1878 in Betrieb gesetzt und bis heute zur vollsten Zufriedenheit im Gange. Preis der Maschine 16 650 M. Aufstellungs- und Reisekosten für den Monteur 750 M. [Eine ähnliche Maschine zeigt Abb. 47.]

360 m) zurückgelegt werden muss, führt auf die Fördergeschwindigkeit

$$c = 360/60 = 6 \text{ Meter per 1 Secunde.}$$

Zu Zeiten ist sogar mit 9 m Geschw. gefördert [worden].

Mit jedem Zuge wird ein (mit 4 Ketten an den Leitrahmen befestigter) Kasten gehoben.

[...]

Das Drahtseil, aus 84 Drähten von 1,83 mm Dicke, hat einen Durchmesser von  $d = 25 \text{ mm}$ . Die wenig konischen Seilkörbe haben  $D = 2,5 \text{ m}$  und  $D_1 = 3,0 \text{ m}$  Durchmesser,  $b = 1,3 \text{ m}$  Breite.

[...]

Zur Ausgleichung des variablen Seilgewichtes dient vorzugsweise die oben schon angedeutete variable Expansionsvorrichtung, [...] welche der abnehmenden Seillast entsprechend die Eintrittsventile kürzere Zeit geöffnet erhalten und damit während eines kleineren Kolbenweges dem frischen Dampfe den Eintritt in den Zylinder gestatten (also den Füllungsgrad verkleinern).

Die Anzahl der Doppelspiele eines Dampfkolbens, also auch die Umdrehungszahl der Kurbelwelle (Seilkorbwelle) beträgt 45 p. 1 Minute.

Die Dampfkolben haben 0,56 m Durchmesser, 0,94 m Hub und sonach 1,41 m mittlere Geschwindigkeit. Die Maschine arbeitet in der Regel mit 4 kg Dampfdruck pro 1 qcm. Der schädliche Gegendruck vor dem Kolben beträgt 1,15 kg.

[...]

Die Dampfkessel (Dampfzylinderkessel nach Piedbœuf) sind auf 6 Atmosphären concessionirt. Die Zylinderfüllung beträgt

etwa 0,75 zu Anfang des Aufzuges und 0,30 zu Ende (vor dem Aufsetzen des leeren Fördergefäßes); im Mittel bei raschem Gange etwa  $\frac{5}{8}$ . – Für die Dampfmaschine ist als Wirkungsgrad 0,8 anzunehmen.

Die Nutzleistung der Maschine beträgt:

$$N = 1200 \cdot 9/75 = 144 \text{ Pferde bei 9 m,} \\ = 96 \text{ Pferde bei 6 m Fördergeschwindigkeit.}$$

[...]

Auf dem Ottiliae-Schachte ist noch eine zweite, 1872 in Betrieb gesetzte, weit schwächere eincylindrige Dampffördermaschine (mit Stephenson'scher Coalissensteuerung<sup>5</sup> und mit 2 hintereinanderliegenden Seilkörben) im Betriebe, durch welche in dem schon Seite 107 erwähnten Nebenschachte ausser einem Theile der Silbersegener Erze, besonders die Steinkohlen für die verschiedenen Dampfkessel von der Thalsohle aus auf die Bremerhöhe gefördert werden.

Der Dampfcylinder hat 0,275 m Durchmesser bei 0,470 m Hub; die Kolbengeschwindigkeit = 0,8 m p. 1 Sec. Der Effect ist angeblich 8 Pferde. Die Fördertiefe beträgt 36,596 m.

Der erforderliche Dampf für die eben erwähnten Fördermaschinen, für zwei Kesselspeisepumpen sowie für die Betriebsdampfmaschine der Steinbrecher in der Aufbereitungsanstalt wird durch die vorhin erwähnten 4 Dampfkessel mit Innenfeuerung und Rauchröhren erzeugt. Die Kessel haben 1,726 m äusseren Durchmesser bei 6,3 m Länge. Jeder Kessel hat 74 Rauchröhren von 0,08 m Durchmesser und 3,046 m Länge; 2 mit Feuerrösten versehene Flammröhren von 0,63 m Durchmesser und 2,5 m Länge; eine Heizfläche

von etwa 80 qm; und 1,59 mal 1,26 = 2,0 qm Rostfläche. – Der Dampfüberdruck beträgt 6 Atmosphären.

Der Mantel hat 13 mm, der hintere Kopf 23 mm, der vordere Kopf 16 mm, jedes Flammrohr 10 mm Blechstärke.«

Weitere technische Daten lieferten Banniza et. al. 1895 [2–Seite 198]:

»Als Dampferzeuger finden sich Zweiflammrohr-Kessel auf dem Kaiser Wilhelmschacht mit 2 m Durchmesser, 10,3 m Länge und 0,79 m Flammrohrweite. Auf Ottiliae- und Marienschacht gebraucht man Feuerbüchsenkessel mit vorgehenden Heizröhren von 6,3 m Gesamtlänge und 1,7 m Kesseldurchmesser und 74 drei m langen Feuerröhren von 7 cm Weite.«

<sup>5</sup> Die Schreibweise im Zitat ist falsch. Die zeitliche Steuerung der Schieber für den Ein- und Auslaß des Dampfes erfolgt über eine **Coulisse** (Kulisse, Steuerkurve mit bogenförmigem Schlitz). Diese Technik findet man auch bei Dampflokomotiven, sie erlaubt eine einfache Umsteuerung der Drehrichtung. (vgl. Schwartz [15], Seite 176).



## 5. Technik der elektrischen Fördermaschine

Während die Kehr- und Kunsträder über mehrere Jahrhunderte von den Bergleuten genutzt wurden, war die Zeit für die Dampfmaschinen hier im Harzer Bergbau sehr viel kürzer. Bereits um 1907, also etwa 25 Jahre nach Bau der Eisenbahnlinie, berichtet der Bergrat Schennen in der *Berg- und Hüttenmännischen Zeitung Glückauf* über elektrische Fördermaschinen in den Schächten Ottiliae und Thekla.

Aus seiner Abhandlung über den Ottiliae-Schacht sollen hier einige Teile kommentiert oder auch als Zitat wiedergegeben werden. Die Anlagenbeschreibung von Schennen ist sehr ausführlich.

Die Stromerzeugung erfolgte im »Insel-Betrieb« in der nahegelegenen Einersberger Zentrale im Zellerfelder Tal. Dort wurde zunächst Kohle vergast, um dann mit dem Gas mehrere Verbrennungsmotoren zum Antrieb der Stromgeneratoren zu speisen. Die Zentrale stand für sich alleine, es gab keinen Verbund zu anderen Kraftwerken. Der heute übliche Verbund mit anderen Stromerzeugern und Verbrauchern, der für gleichmäßigeres Angebot und Nachfrage und somit auch für Reserven beim Ausfall einzelner Partner sorgt, existierte damals nicht. Auch wäre – beispielsweise wie im Netz der Eisenbahn – ein Zurückspeisen der Bremsenergie mangels weiterer Verbraucher nicht möglich gewesen.

Elektronische Steuerungen oder Regelungen für Motoren, Leistungssteller oder Frequenzumrichter standen nicht zur Verfügung. Die Versorgung der Fördermaschine konnte nur beeinflusst werden mittels Verlustwiderständen oder elektromechani-

scher Komponenten z. B. Vorschaltung eines gekoppelten Motor-Generator-Satzes mit Steuerung der erzeugten Spannung über den Erregerstrom.

Das Foto der Fördermaschine (Abb. 48) gibt neben den Einzelheiten der Technik auch Teile des Gebäudes wieder. Man findet auch heute die roten und weißen Bodenfliesen an der Einfassung des ehemaligen Maschinenfundamentes (linke Ecke) sowie den abgetrennten Nebenraum im Hintergrund (die heutige Kaue).

»Die Fördermaschine des Ottiliaeschachtes.

Der Ottiliaeschacht ist Hauptförderschacht für die Gruben der Clausthaler Berginspektion; in ihm muß die Belegschaft des Rosenhöfer Reviers am Seil ein- und ausfahren. Der Fördermotor ist zwar ein Haupt- aber nicht der alleinige Stromabnehmer, so daß die Zentrale und die übrigen stromverbrauchenden Betriebe gegen Stromstöße zu schützen waren.

Die Forderungen, die an die Fördermaschine gestellt werden mußten, waren demnach:

1. Größte erreichbare Betriebssicherheit und Manövrierfähigkeit,
2. Ausgleichung der durch den Förderbetrieb entstehenden ungleichmäßigen Energieentnahme derart, daß die Zentrale gleichmäßig, dem durchschnittlichen Kraftverbrauch der Fördermaschine entsprechend belastet wurde.

Diesen Anforderungen glaubte man am besten durch Anwendung der Leonard-Schaltung in Verbindung mit einer

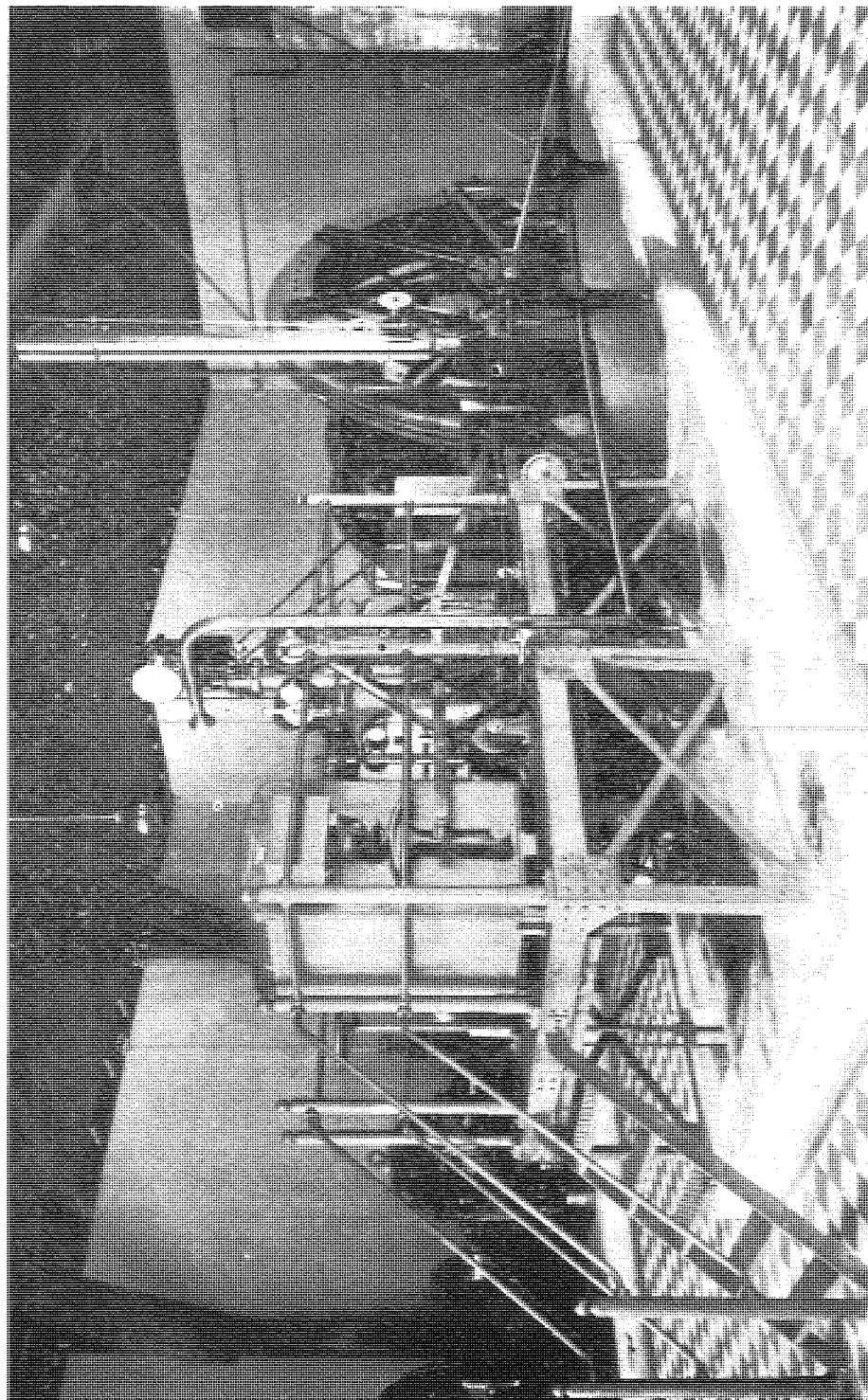


Abb. 48: Elektrische Fördermaschine am Ottiliae-Schacht, etwa 150 kW (Schennen, 1907).

Akkumulatorenpufferbatterie genügen zu können. Die Fördermaschine ist als Koepe-Maschine ausgebildet»

Bei einer Koepe-Maschine werden die beiden Seile nicht auf jeweils einem Korb aufgewickelt, sondern das Seil wird lediglich über eine große angetriebene Scheibe geführt, bei der es nur etwa auf der Hälfte des Umfangs aufliegt.

Eine Erläuterung der elektrischen Technik und der Steuerung des Antriebes, wie Richtungsumkehr und Drehzahleinstellung folgt:

»In unmittelbarer Nähe der Fördermaschine ist die Akkumulatorenpufferbatterie p, bestehend aus 242 Elementen, Type GS18f der Akkumulatorenfabrik AG, Berlin, untergebracht, die bei einer normalen Lade-stromstärke von 108 bis 136 A eine Entlade-stromstärke von 220 A hat. Stromstöße bis 600 A, wie sie beim Förderbetrieb vorübergehend auftreten, sind zulässig.

Der Stromverbrauch ist im ersten Drittel eines Treibens sehr groß und fällt dann allmählich, gegen Schluß tritt sogar für eine kurze Zeit Überschuß an Kraft auf. Da erfahrungsgemäß die Batterie diesen Stößen nicht hätte folgen können, wenn man sie einfach parallel den Stromgeneratoren der Zentrale an das Netz geschaltet hätte, so wurde das Schaltaggregat nach dem Vorbilde von Pirani mit einer Zusatz-dynamo Z gekuppelt, die den Zweck hat, die Klemmenspannung der Batterie derart zu regeln, daß bei starkem Kraftverbrauch Strom aus ihr entnommen, der Rückstrom aber als Ladestrom ihr wieder zugeleitet werden kann.

[...]

Der mechanische Teil der Fördermaschine ist von der Maschinenfabrik Schmidt, Kranz & Co., Nordhausen, geliefert. Folgende Verhältnisse sind der Konstruktion zugrunde gelegt:

|                                         |                               |
|-----------------------------------------|-------------------------------|
| Förderteufe                             | 570 m                         |
| Zahl der Wagen                          | 2                             |
| Nutzlast eines Wagens                   | 750 kg                        |
| Fördergeschwindigkeit                   |                               |
| bei der Produktenförderung              | 10 m/sek                      |
| Fördergeschwindigkeit bei der Seilfahrt | 4 m/sek                       |
| Fördergeschwindigkeit                   |                               |
| bei der Schachtrevision                 | 0,1 m/sek                     |
| Gewicht der Förderschale                | 2760 kg                       |
| Gewicht des Seils, lfd. m               | 4,5 kg                        |
| Durchmesser des Seils                   | 34 mm                         |
| System:                                 | Koepeförderung mit Unterseil. |

Bei einer Nutzlast von 2 Wagen mit je 750 kg Nutzlast und einer Geschwindigkeit von 10 m/s beträgt die mittlere theoretische Förderleistung ohne Verluste beim Fahren  $10 \text{ m/s} \cdot 2 \cdot 750 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$  rund 150 kW. Die maximale Leistung von 300 kW entsteht bei Stromstößen von 600 A und einer Spannung von 500 V.

»Die Anlage ist für eine Leistung von 300 t in zehnstündiger Schicht einschließlich der üblichen Pausen gebaut, wobei die zum An- und Abschlagen erforderliche Zeit bis zu 54 sek betragen darf. Richtet man Hängebank und Füllort zum Durchschieben ein, so kann die zum An- und Abschlagen erforderliche Zeit auf 30 sek verringert und dadurch die Leistung auf 450–500 t erhöht werden.«

Schennen, 1907, [13–Seite 661]

Im Vergleich zum Kehrrad ist die Leistung dieser elektrischen Anlage rund zwanzig Mal größer und hat damit auch die entsprechend höhere Förderkapazität.

In den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts standen an der Grube Rosenhof sowohl ein Kehrrad als auch eine Dampfmaschine nebeneinander zur Förderung bereit [12–VIII 4.h.1 und XXIII A.7.Vol. 1]. Aus der Tatsache, daß man 1897 das Kehrrad noch drei Jahre nach der Aufstellung der Dampf-

maschine erneuerte, läßt sich die große Bedeutung der Wasserkraft für den Bergbau ablesen.

Während die Dampfkraft bei den neuen Schächten als alleinige Voraussetzung für deren Betrieb zu sorgen hatte, besaß sie bei den alten Schächten nicht diesen Einfluß. Manchmal nutzte man sie nur in wasserarmen Zeiten, um Antriebswasser für die vorhandenen Räder zu liefern. Diese energetisch ungünstige Lösung der hintereinander geschalteten Maschinen ersparte einen aufwendigen Um- oder Neubau der Technik, sie erforderte neben der Aufstellung einer Dampfmaschine (eventuell ein fahrbares Lokomobil) mit Wasserpumpe lediglich das Verlegen einer Rohrleitung für das Antriebswasser.

Aber auch der Übergang von Dampfkraft zur Elektrizität erfolgte gleitend. Im Jahre 1912 erhielten der Kaiser-Wilhelm- und der Königin-Marien-Schacht zunächst Dampfmaschinen zur Stromerzeugung [12-XXIII A.7.Vol. 1]. Der Strom diente zur Beleuchtung und zum Antrieb einer elektrischen Wasserhaltungsmaschine (Pumpe).

Somit haben Dampfmaschinen fast 50 Jahre in der Zeit ab 1872 für den Harzer Bergbau gearbeitet und eine Brücke zwischen den Wasserkraftmaschinen und der Elektrizität aus einem überregionalen Verbundnetz geschlagen.

Nach der Stilllegung des Bergbaus im Jahre 1930 wurde ab 1942 bis 1980 (Nietzel [10]) 330 m tief unten im Ottiliae-Schacht noch ein Turbinenkraftwerk mit einer elek-

trischen Leistung von 1,5 MW [8] betrieben, für dessen Wartung lediglich eine schwächere Fördermaschine nötig war. So kam es Anfang der 1950er Jahre zur Verschrottung der großen Maschine und zum Ersatz durch eine kleinere Anlage, die noch heute betriebsbereit ist und deren Funktion den Besuchern des Ottiliae-Schachtes vorgeführt wird.

Die große elektrische Fördermaschine des Kaiser-Wilhelm-Schachtes auf dem Betriebsgelände der Harzwasserwerke ist dagegen erhalten geblieben und zu besichtigen. Auch dort, tief unten im Schacht, erzeugte früher ein Turbinenkraftwerk elektrischen Strom. Seine Maximalleistung war mit 4,5 MW drei Mal so hoch wie die der Anlage im Ottiliae-Schacht [8].

Als letztes Wasserkraftwerk nutzt heute eine vor einigen Jahren errichtete moderne Turbine die Wasser des Bremerhöher Grabens im Tal am Rosenhof. Ihre vergleichsweise geringe Leistung (rund 25 kW) entspricht etwa der Summe dreier Kehräder. Sie erinnert einerseits an das großartige Werk der Bergleute, die vor über 400 Jahren begannen, Teiche und Gräben – das heutige Oberharzer Wasserregal – zum Antrieb ihrer Fördermaschinen und Wasserpumpen anzulegen. Andererseits verdeutlicht sie aber auch den ständigen Wandel in der Technik, der während der letzten 50 Jahren des Oberharzer Bergbaus für die Ablösung der Wasserräder zunächst durch Dampfmaschinen und später durch Elektromotoren gesorgt hat.

## 6. Ausstellung im Maschinenhaus des Ottiliae-Schachtes

Im Sommer 1998 öffnete die Ausstellung *Vom Wasserrad zur elektrisch angetriebenen Fördermaschine* in der Außenstelle Ottiliae-Schacht des Oberharzer Bergwerksmuseums ihre Türen.

In der ehemaligen Maschinenhalle (Abb. 46, links) können sich die Besucher im restaurierten Gebäude eine Inszenierung mit Originalteilen aus der Runden Radstube anschauen und einen Eindruck von dieser großen Wasserkraftmaschine bekommen, die aus Platzgründen allerdings hier nur teilweise zu sehen ist. Den Radkranz mit Schaufeln und Armen muß weiße Farbe auf einem Gittervorhang andeuten, **Abb. 49–51** auf den folgenden Seiten.

Dagegen wirkt die etwa fünfzig Mal stärkere Dampfmaschine, Baujahr 1956, sehr viel kleiner. Auch sie hatte an diesem Platz kein Erz gefördert. Sie arbeitete vor 40 Jahren außerhalb des Bergbaus.

Die im Nebenraum noch funktionsfähige elektrische Fördermaschine erreicht ebenfalls nicht die geometrischen Dimensionen des Kehrades, allerdings mit ihrer frühe-

ren Leistung von 50 kW (heute 25 kW) übertrifft auch sie das Kehrpad um einiges. Sie ist ein kleiner Nachfolger der großen Fördermaschine aus dem Jahre 1905 (Abb. 47) und ermöglichte bis zur endgültigen Verfüllung des Schachtes 1984 den Personen- und Materialtransport zu den untertägigen Turbinen.

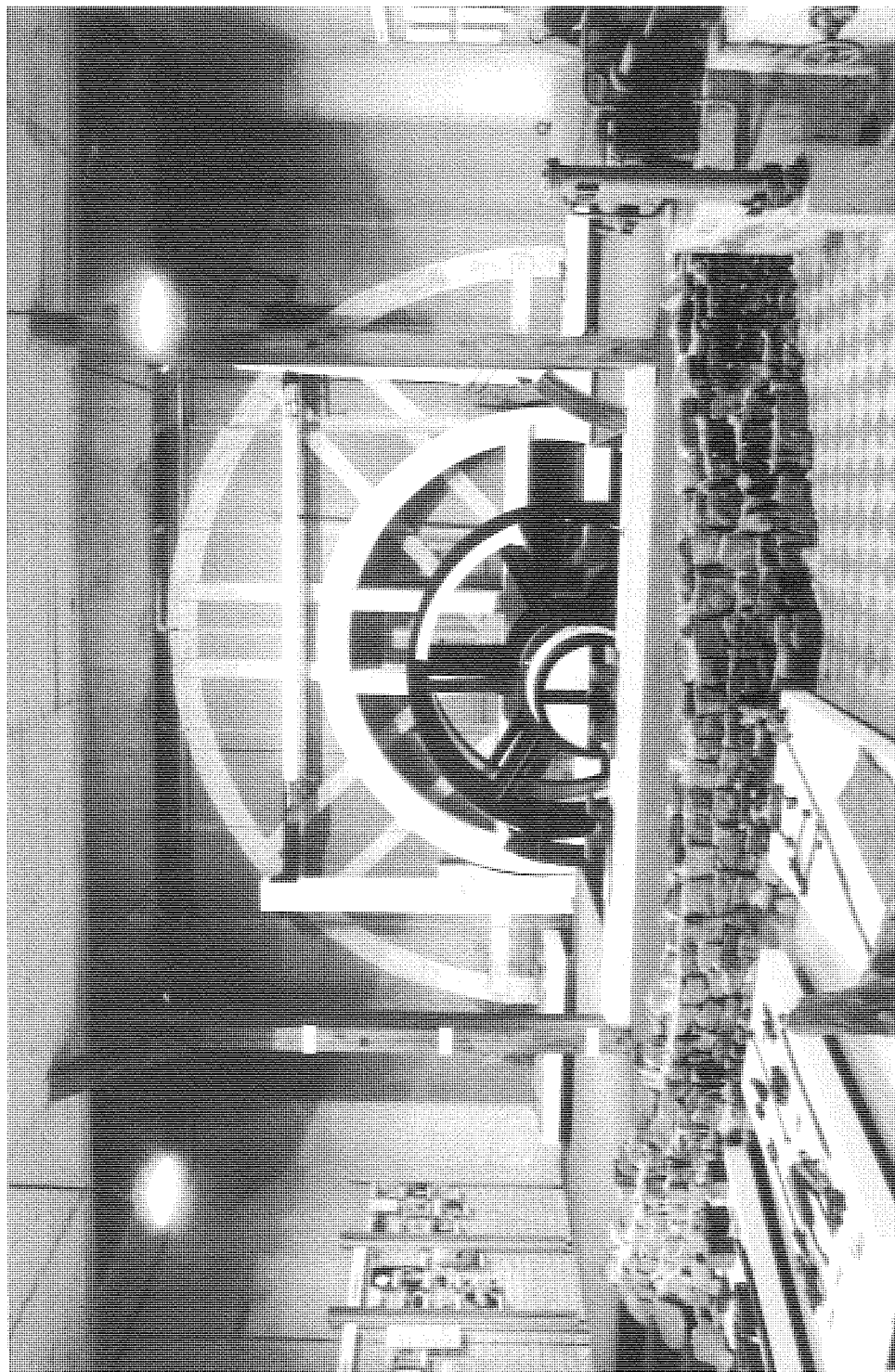
Die roten und weißen Fußbodenplatten und der kleine abgetrennte Nebenraum hinter der großen Maschine sind bis heute erhalten.

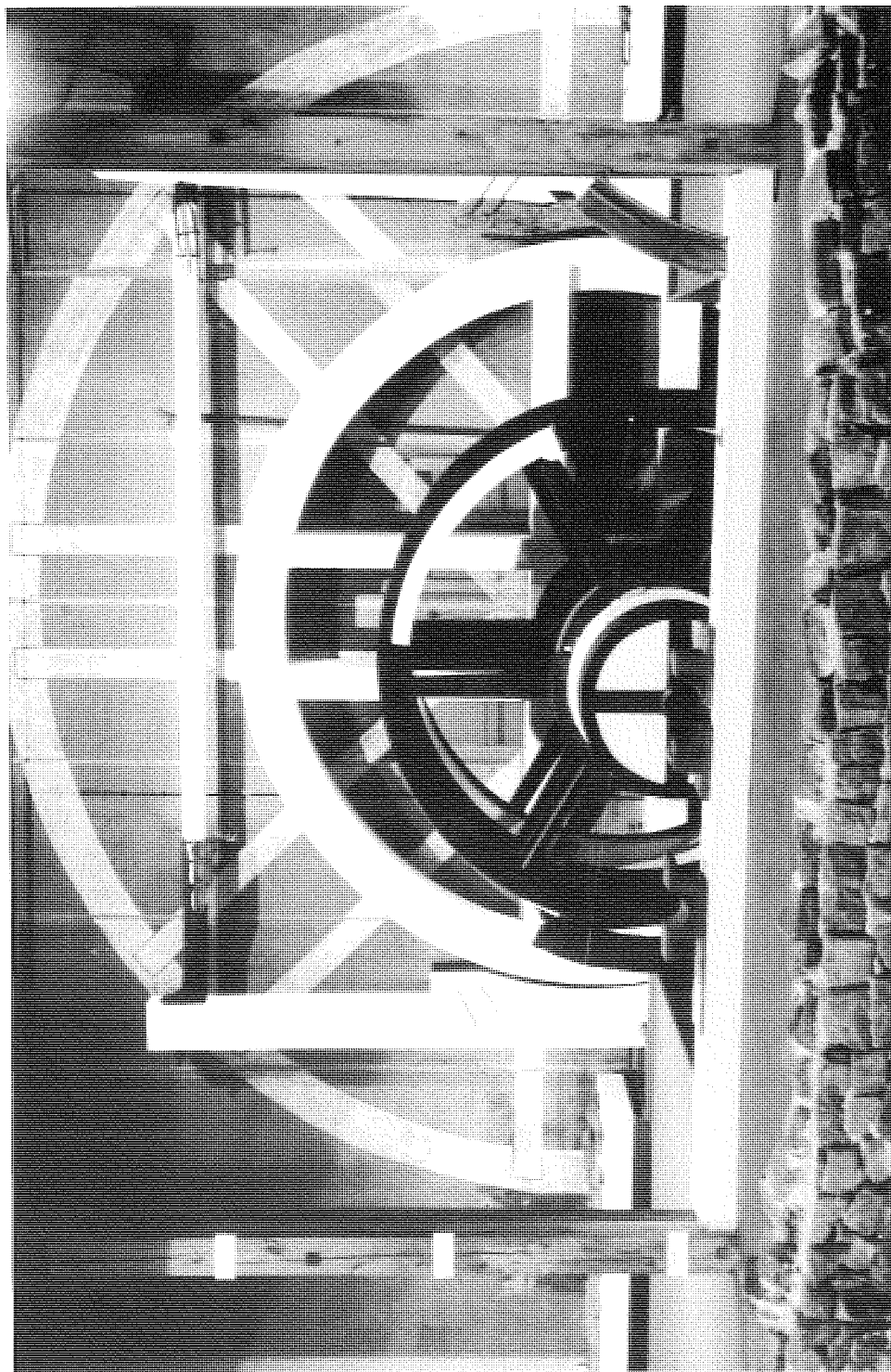
In der Ausstellung sind zu sehen:

- Modell des Kehrades in Originalgröße (Seiltrommeln, Welle und Bremse) und Nachbildung eines Teiles der Mauer zur Andeutung der Dimensionen der Radstube, Maßstab 1:1.
- Modell der Kehrpadstube im Maßstab 1:22½ mit Panoramabild des oberen Mauerwerkes.
- Geborgene Eisen- und Holzteile aus der Radstube.
- Fotos des Bergbaugeländes vor etwa 100 Jahren.

Folgende Seiten – Abb. 49–51: Blicke in die Ausstellung am Ottiliae-Schacht.







## Anhang A – Abbildungsverzeichnis

### Quellen:

- Harzbibliothek – Bibliothek des Oberharzer Bergwerksmuseums, Clausthal-Zellerfeld.
- Oberbergamt Clausthal (OBA).
- Archiv der Technischen Universität Clausthal in der Universitätsbibliothek (Archiv TU).
- Deutsches Museum, München.
- Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen, Hannover (LGN).
- Alle anderen Abbildungen, Fotos oder Zeichnungen ohne Kennzeichnung sind vom Verfasser.

**Titelbild:** 1. Teile einer mit Wasserkraft angetriebenen Fördermaschine, Bremsrad und Seiltrommel sind durch eine Holzwand (Spritzschutz) vom Kehrpad getrennt [Baumgärtel]. (Glasplattensammlung der Harzbibliothek Nr. 87). 2. Fördereinrichtungen am Ottillie-Schacht (Abb. 46: Hauptfördermaschine. (C. Leuschner, 1879)). 3. Fördermaschine Thekla-Blindschacht, Bedienerhebel und Sprachrohr (Schennen, 1907). 4. Dampfmaschine für die Fahrkunst am Königin-Marien-Schacht (Abb. 45. H. Kutscher, März 1876 – Deutsches Museum, München, Plansammlung TZ 2072).

**Inhalt:** Zwei zusammengefügte Ausschnitte aus »Schematischer Schnitt durch ein Erzbergwerk« (Schleich – Deutsches Museum, München – Plansammlung Foto 10379). [1–Abb. 28]

**Abb. 1:** Im Rosenhöfer Revier. (Karte des Harzes im Maßstab 1 : 50 000, Herausgegeben vom Harzklub, Blatt VIII Goslar 1913. Verlag H. C. Huch, Quedlinburg. Bearbeitet im Kartographischen Kupferstich-Institut Hugo Petters, Stuttgart.)

**Abb. 2:** Idealriß, 1895, Schnitt durch den Oberharzer Gangenbergbau mit den Schächten Ottillie, Silbersegen, Thurm Rosenhof (Beyersdorf). [4]

**Abb. 3:** Gelände am Rosenhof – Luftbild von 1997 (freigegeben durch Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen, Hannover).

**Abb. 4:** Gebäude am Schacht Neuer Thurm Rosenhof (Markscheider Flachsbart, Clausthal, November 1897, OBA – Lageplan von den Aufschlag- und Abfallröschen, sowie von den Kunst- und Kehrpadstuben der Schächte Rosenhof und Alter Segen nebst Tagesanlagen 1 : 500).

**Abb. 5:** Gebäude am Schacht Neuer Thurm Rosenhof, Aufnahme vom Beobachtungsturm der Bergakademie (Archiv TU).

**Abb. 6:** Runde Radstube, bis zum Rand des Schleiftroges freigelegt, Reste der Welle werden sichtbar.

- Abb. 7: Blick nach oben zum Rand: Mauer mit verschiedenen Öffnungen, zum Größenvergleich die Fenster des Baggers.
- Abb. 8: Kunstvolle Ausmauerung im oberen Teil.
- Abb. 9: Die Ablaufrösche ist zur Hälfte freigelegt. Ein Teil der Welle und Reste des Seilkorbes sind sichtbar.
- Abb. 10: Westlicher Rand des Schleiftroges.
- Abb. 11: Der abgestufte Grund des Schleiftroges.
- Abb. 12: Schleiftrog – das Wasser fließt nach links durch die Ablaufrösche ins Tal ab, hinter dem Förderkübel lagern Bruchstücke der Welle.
- Abb. 13: Ablaufrösche.
- Abb. 14: Die Ablaufrösche ist am Beginn ausgemauert. Unten im Wasser liegen Reste des Tretwerks.
- Abb. 15: Zulaufrösche – Öffnung für den Wasserzulauf während der Freilegung. Teile eines hölzernen Gefluders stecken im losen Gestein.
- Abb. 16: Ehemalige Seiltrift mit Zugangsstollen. In der hinteren Mauer Auflageflächen für schwere Holzkonstruktion.
- Abb. 17: Schema der kleinen Maueröffnungen, Abwicklung der Innenwand (360°-Ansicht).
- Abb. 18: Öffnungen und Vorsprünge im oberen Teil der Mauer, Nordseite.
- Abb. 19: Öffnungen und Vorsprünge im oberen Teil der Mauer, Südseite.
- Abb. 20: Nordseite – eine provisorische Leiter führt nach oben.
- Abb. 21–23: Nach den Vermessungsdaten gezeichnet – Durchsicht von Nord nach Süd und West nach Ost, Grundriß.
- Abb. 24: Bauphasen 1, 2, 3 – Versuch der Rekonstruktion.
- Abb. 25: Bauphase 4 – Versuch der Rekonstruktion.
- Abb. 26: Bauphase 5 – Versuch der Rekonstruktion.
- Abb. 27: Runde Radstube mit Kehrrad (aus einer Kopie von Abb. 2).
- Abb. 28: Rechts hinter dem Maschinenhaus der Giebel der Runden Radstube, daneben die Seiltrift, unter dem kleinen Dach der Einstieg zur Radstube. (Glasplattensammlung der Harzbibliothek)
- Abb. 29–31: Weiterentwicklung eines Kehrrades im Harzer Bergbau. Bauart nach Calvör, Kanekuhle/Goslar, Runde Radstube Thurm Rosenhof.
- Abb. 32: Konstruktionselemente eines Kehr- oder Kunstrades am Kranz, am Beispiel Kanekuhle (Rammelsberg – Goslar).
- Abb. 33: Konstruktionselemente eines Kehr- oder Kunstrades an der Welle am Beispiel Kanekuhle (Rammelsberg – Goslar).
- Abb. 34: Kehrrad der Runden Radstube – das durchsichtige Modell zeigt schematisch v.l.n.r. zwei Schaufelkränze, Bremsrad und zwei Seiltrommeln.
- Abb. 35: Kehrrad der Runden Radstube, durchsichtiges Modell, schematisch. Durchmesser – Kehrrad 8 m, Bremsrad 5 m, Seiltrommel 3 m.
- Abb. 36: Konstruktionselemente der Bremse am Kehrrad der Runden Radstube mit eingebauten Fundstücken.
- Abb. 37: Ovale Radstube mit Kehrrad am Oberen Thurm Rosenhof. Seitenansicht, Blick auf das Rad mit Bremsmechanik. (C. H. Schottelius, 1816, Zeichnung der auf der Grube Thurm Rosenhof bei Clausthal im Jahr 1804 [besser 1808 – F. Balck] erbauten Förderungsmaschine, aufgenommen im Jahr 1814 und ausgearbeitet

- zu Berlin im Februar 1816. Deutsches Museum München, Archiv, Plansammlung TZ 02529. Ein farbiger Abdruck dieser Zeichnung wurde 1998 als Jahresgabe des Oberharzer Geschichts- und Museumsvereins herausgegeben.)
- Abb. 38: Ovale Radstube mit Kehrrad am Oberen Thurm Rosenhof, Blick von oben und Darstellung des Doppelkurbelzapfens und der Lagerschalen (wie Abb. 37).
- Abb. 39: Ovale Radstube mit Kehrrad am Oberen Thurm Rosenhof – Seitenansicht, Blick auf die Schaufelreihen (wie Abb. 37).
- Abb. 40: Bremsbaum mit Gelenk und Bremsbacke (l. o.), Treibstangen mit Lager am Doppelkrummzapfen (r. o.), Hebelmechanik für Bremse (unten) (aus den Abb. 37 und 39).
- Abb. 41: Die Füllmenge einer Wassertasche hängt vom aktuellen Drehwinkel des Rades ab. Volle Taschen sind relativ ungünstig für den Wirkungsgrad, da sie schon zu Beginn der Drehung einen Teil ihres Inhaltes ausgießen.
- Abb. 42: Westlich der Runden Radstube – Kunstradstube mit Gestänge, Kesselhaus mit z-förmiger Dampfleitung, rechts hinten der Ottiliae-Schacht. (Glasplattensammlung der Harzbibliothek).
- Abb. 43: Gebäude am Ottiliae-Schacht: Fördergerüst, Kesselhaus, Kohlenschuppen, Schornstein und Steinbrecher (Harzbibliothek).
- Abb. 44: Lageplan der Gebäude am Ottiliae-Schacht – a Fördergerüst, b Fördermaschinenhaus, c Kesselhaus, e Kohlenschuppen, d Schornstein, f Dampfhaspel, h Steinbrecher (Kutscher 1873).
- Abb. 45: Dampfmaschine für die Fahrkunst am Königin-Marien-Schacht. (Maschine für die Fahrkunst im Schachte Königin Marie bei Clausthal (Dampfmaschine). H. Kutscher, Clausthal im März 1876. Deutsches Museum München, Archiv, Plansammlung TZ 2072.)
- Abb. 46: Fördereinrichtungen am Ottiliae-Schacht – Hauptfördermaschine und kleine Fördermaschine (C. Leuschner, 1879).
- Abb. 47: Dampfmaschine mit Corliss-Steuerung, Einlaß- (1) und Auslaßhähnen (2), Kondensator (3) und Luftpumpe (4), Gräflisch Stollberg-Wernigerode'sche Factorei, Ilsenburg (Uhland [16], Skizzenblatt 5).
- Abb. 48: Elektrische Fördermaschine am Ottiliae-Schacht, etwa 150 kW (Schennen, 1907).
- Abb. 49–51: Blicke in die Ausstellung am Ottiliae-Schacht.



## Anhang B – Bildmarkierungen

|           |                                                                |    |                                    |
|-----------|----------------------------------------------------------------|----|------------------------------------|
| I, II ... | Verschiedene kleine Öffnungen in der Ringmauer, Schichten I–IX | GP | Gaipel, Schachthaus Thurm Rosenhof |
| A         | Seitliche Nischen für den Grundrahmen der Runden Radstube      | HZ | Zipfel der Halde                   |
|           |                                                                | KG | Kunstgestänge                      |
| B–Y, 1–8  | Beschreibung des Kehrrades Oberer Thurm Rosenhof               | KH | Kesselhaus                         |
|           |                                                                | KS | Kleiner Schacht                    |
| AR        | Ablaufrösche                                                   | KU | Kunstradstube                      |
| DB        | Drei Brüder                                                    | OT | Ottilliae-Schacht                  |
| DL        | Dampfleitung                                                   | OV | Ovale Radstube                     |
| DM        | Dampfmaschine Thurm Rosenhof                                   | RR | Runde Radstube                     |
|           |                                                                | SK | Schornstein Kesselhaus             |
|           |                                                                | SS | Schacht Silbersegen                |

## Anhang C – Literaturverzeichnis

UB: Universitätsbibliothek Clausthal.

- [1] Balck, Friedrich: *Thurm Rosenhof, die Vergangenheit wird lebendig, neue Erkenntnisse über ein altes Grubenfeld, Keimzelle des Clausthaler Bergbaus*. Clausthal-Zellerfeld: Oberharzer Geschichts- und Museumsverein, 1999.
- [2] Banniza, H., F. Klockmann, A. Lengemann und A. Sympher: *Das Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes*. Stuttgart, 1895. UB IV B 1 b 4.
- [3] Baumgärtel, Bruno: *Der Oberharzer Erzbergbau in Wort und Bild dargestellt*. Clausthal, 1912. UB X 1159.
- [4] Beyersdorf, Georg, (Riß) und Bruno Baumgärtel (Text): *Der Mensch und die Erde – Die Entstehung, Gewinnung und Verwertung der Schätze der Erde als Grundlagen der Kultur. Der Ideal-Riß – Durchschnitt durch ein Erzbergwerk (Gangbergbau)*. 5. Band. Wien und Stuttgart: Deutsches Verlagshaus Bong & Co., 1908. (von Chr. Falland zur Verfügung gestellt)
- [5] Föhl, Axel: *Bauten der Industrie und Technik*.
- [6] Hoppe, Oscar: *Die Bergwerke, Aufbereitungs-Anstalten und Hütten sowie die technisch-wissenschaftlichen Anstalten Wohlfahrtseinrichtungen pp. im Ober- und Unterharz*. Clausthal, 1883. UB X 1156.
- [7] Kutscher: *Die neue Aufbereitungsanstalt bei Clausthal*. Mit Tafeln VI bis XV und vier Texttafeln. Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen 23, (1873). Seiten B 85–102. UB 1 E 12.
- [8] Lampe, Wolfgang: Mündliche Auskunft nach Akten der Preussag.
- [9] Leuschner, C.: *Der Ottiliae-Schacht auf der Bremerhöhe zu Clausthal*. Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins MAJA zu Clausthal, Band 1, Seiten 12–19 mit zwei Tafeln. Clausthal, 1879. UB I B 22.
- [10] Nietzel, Hans Hugo: *Der Ottiliae-Schacht in Clausthal, Übertageanlagen und Fördergerüst, ein Baudenkmal besonderer nationaler kultureller Bedeutung*. Clausthal, 1988. UB.
- [11] Plessy, B., und L. Challet: *La vie quotidienne des mineurs au temps de Germinal*. 1984.
- [12] Akten aus dem Oberbergamt im Preussag-Archiv, Goslar.
- [13] Schennen, Bergrat: Die Neuanlagen der Königlichen Berginspektion zu Clausthal. Glückauf, Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift 43 (1907). Seiten 657–674 Clausthal. UB Zb 538.
- [14] Schulz. In C. J. B. Karsten. 5. Band. Berlin, 1837. Seiten 95–157. Harzbibliothek.
- [15] Schwartz, Th.: *Katechismus der stationären Dampfkessel und Dampfmaschinen*. Leipzig, 1882. UB VI C 3.35.
- [16] Uhland, W. H.: *Die Corliss- und Ventil-Dampfmaschinen sowie die mit denselben zusammenhängenden Dampfmaschinensysteme mit und ohne Präzisionssteuerung*. Leipzig, 1878. UB VI C 3.34.

## Anhang D – Glossar

|                 |                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abbau           | Hier wird das Erz oder Gestein losgebrochen und abtransportiert.                                                                                                                                       |
| Abfallrösche    | Öffnung oder Graben für abfließendes Wasser.                                                                                                                                                           |
| Aufbereitung    | Anlage zur Trennung von Erz und Gestein.                                                                                                                                                               |
| Aufschlagwasser | treibt ein Wasserrad an.                                                                                                                                                                               |
| Arm             | Tragholz, Speiche eines Wasserrades.                                                                                                                                                                   |
| Bremsbaum       | Teil der Bremse, der Arm mit den Bremsbacken.                                                                                                                                                          |
| Bock            | Gerüst über dem Schacht zur Aufnahme der Umlenkrollen für das Seil.                                                                                                                                    |
| Füllort         | Hier wird das Erz in die Tonne gefüllt, Ladestelle.                                                                                                                                                    |
| Gaipel          | Man führt Tiere im Kreis herum und nutzt ihre Kraft für Antriebszwecke (ursprünglich), Haus mit Fördereinrichtung über einem Schacht.                                                                  |
| Gerinne         | Rinne für Wasser.                                                                                                                                                                                      |
| Gestängestrecke | Anlage zur Kraftübertragung mit Stangen über große Entfernungen.                                                                                                                                       |
| Halde           | In größerer Menge abgelagertes Material.                                                                                                                                                               |
| Hängebank       | Hier hängt die Tonne am oberen Schachtende.                                                                                                                                                            |
| Kehrrad         | Wasserrad mit zwei Drehrichtungen zur Förderung.                                                                                                                                                       |
| Krummzapfen     | Kurbelwelle bei einem Wasserrad.                                                                                                                                                                       |
| Kunst           | Die Fertigkeit, Wasserkraftanlagen zu bauen und zu betreiben bzw. auch die Anlage zum Wasserpumpen oder zur Personenförderung (Fahrkunst). Kunst ist eigentlich das deutsche Wort für <i>Technik</i> . |
| Kunstkreuz      | Element für die Kraftübertragung »um die Ecke«.                                                                                                                                                        |
| Kunstrad        | Wasserrad, es treibt die »Kunst« an.                                                                                                                                                                   |
| Markscheider    | Zuständig für die Vermessung im Bergbau.                                                                                                                                                               |
| Mundloch        | Öffnung eines Stollens.                                                                                                                                                                                |
| Pferdegaipe     | Haus für Erzförderung durch Pferde.                                                                                                                                                                    |
| Radstube        | Haus oder unterirdisches Gewölbe für Wasserrad.                                                                                                                                                        |
| Riß             | Plan oder Karte der Markscheider.                                                                                                                                                                      |
| Rösche          | Kurzer Stollen, hier »rauscht« das Wasser, z. B. von einem Wasserrad in einer Abfallrösche.                                                                                                            |
| Schütz          | Wasserventil für Wasserrad.                                                                                                                                                                            |
| Seilscheibe     | Umlenkrolle für Förderseile, großer Durchmesser.                                                                                                                                                       |
| Seilkorb        | Trommel zum Auf- und Abwickeln des Förderseils.                                                                                                                                                        |
| Seiltrift       | Verbindung zwischen Schacht und Seilkorb.                                                                                                                                                              |
| Steinbrecher    | Maschine zum Zerkleinern von Gestein.                                                                                                                                                                  |
| Steuerstange    | Mechanik zum Bewegen der Wasserventile, Bremse und Tiefenanzeiger.                                                                                                                                     |
| Treiben         | Fördern der Tonne nach oben.                                                                                                                                                                           |
| Überblattung    | Verzahnte Verbindung zweier Konstruktionshölzer.                                                                                                                                                       |
| Viertelstock    | Hölzerne Verstärkung zwischen den Armen eines Wasserrades.                                                                                                                                             |
| Zangeneisen     | Eisernes Endstück für eine hölzerne Steuerstange.                                                                                                                                                      |



## Anhang E – Schlagwortverzeichnis

### A

Abbau 8  
Abdampfrohr 57  
Ablaufrösche 20, 21, 24, 25, 26, 33  
Akkumulator 71  
Angewäge 53  
Armverbund 41  
Aufbereitung 66  
Aufschlagwasser 20, 48, 53, 60

### B

Bedachung 29, 34, 40  
Bergakademie 13, 16  
Betonkanal 57  
betriebsbereit 70  
Betriebssicherheit 69  
Bremerhöhe 66  
Bremsbacke 45  
Bremsbaum 45, 52, 53  
Bremsrad 20, 41, 45, 46, 47, 53  
Brennstofftransport 60  
Bruchstein 13

### C

Clausthal 7, 8, 41, 57, 60, 69  
Coalissenumsteuerung 66

### D

Dampfkessel 59, 66  
Dampfkraft 7, 8, 60, 72  
Dampflokomotive 59  
Dampfzylinder 59  
Doppelkrummzapfen 53, 54  
Doppelkurbel 54  
Dorothea 53  
Drahtseil 8, 65  
Drehrichtung 48, 59  
Drehzahleinstellung 71

Drei Brüder 7, 13  
Dynamo 71

### E

Einersberger Zentrale 69  
Eisenbahn 8, 69  
Eisenbolzen 47  
Eisenring 53  
elektrisch 8, 69, 71, 72, 73  
Elektromotor 9  
Erzaufbereitung 8  
Erztonne 48  
Expansion 59, 60, 65

### F

Fahrkunst 8, 13, 59, 60, 61  
Fahrkunstmaschine 57  
Fördergerüst 6, 7, 57, 59, 60  
Fördergeschwindigkeit 60, 65, 66, 71  
Förderseil 9, 33, 34, 38, 48  
Fördertiefe 66  
Förderung 8, 13, 57, 65, 71  
Fuge 13, 20, 29, 33, 38, 40  
Füllmenge 55  
Füllort 71  
Füllung 54, 55  
Füllungsgrad 65  
Fundament 38, 57  
Fußbremse 65

### G

Gaipel 33  
Gas 69  
Gefälle 54  
Gerenne 33, 53  
Gesamtförderung 60  
Gestänge 13, 45, 54, 58  
Gewicht 20, 53, 65, 71

Gewindespindel 45  
Gewölbe 20, 47  
Gipsmörtel 33  
Goslar 41, 42, 43, 44, 46  
Grauwacke 33  
Grundrahmen 33  
Gußeisen 8, 54

## H

Halde 13, 33, 34, 47, 57  
Hanf 53  
Hängebank 65, 71  
Hebevorrichtung 40

## I

industrieller Wandel 8  
Insel-Betrieb 69

## J

Juliane Sophie 60

## K

Kaiser-Wilhelm-Schacht 60, 66  
Kehrrad 8, 13, 20, 33, 38, 41, 42, 45, 46,  
47, 48, 49, 53, 54, 71, 73  
Kehrradstube 8, 13, 38, 73  
Kehrradwelle 20, 47, 53  
Kessel 57, 66  
Kesselhaus 38, 57, 59, 60  
Kesselspeisekohlen 60  
Kesselspeisepumpe 66  
Kette 53, 65  
Klemmenspannung 71  
Knaggensteuerung 60  
Koepemaschine 71  
Kohle 8, 60, 69  
Kohlenschuppen 57, 59, 60  
Kolbengeschwindigkeit 66  
Kondensation 59, 60  
Königin Marie 57, 59, 66  
konisch 53, 60, 65  
Kraftübertragung 54  
Kranz 41, 43, 47, 53, 69  
Krummzapfen 53  
Kunstkreuz 54, 59  
Kunstrad 43, 44

Kunstradstube 38, 57, 58  
kunstvoll 13, 33, 38  
Kurbelarm 54

## L

Lagerschale 8, 50, 53, 54  
Langloch 45  
Leistung 55, 57, 59, 71, 72, 73  
Leitrahmen 65  
Leonard-Schaltung 69  
Lokomobile 60  
Luftkompressor 60

## M

Maschinenhaus 13, 39, 57, 73  
Maschinenwärter 65  
Maueröffnung 29, 34, 38, 47  
Mauervorsprung 13  
Montage 34, 40  
Mörtel 29, 33, 40  
Mörtelfuge 33

## N

Nebenschacht 66  
Nutzleistung 66

## O

Öffnung 13, 18, 20, 27, 29, 30, 31, 33, 34,  
38, 40, 47  
Ottilliae-Schacht 7, 8, 11, 13, 57, 58, 59, 60,  
62, 65, 66, 69, 70, 72, 73

## P

Pferdegaipe 33  
Pferdekraft 59, 60, 66

## R

Räderwerk 59  
Radkranz 8, 20, 53, 73  
Radschaukel 20  
Rammelsberg 41, 43, 44, 47  
Regelung 69  
Reisekosten 65  
Reserve 60, 69  
Reservekammer 53  
Richtungsumkehr 71

Ringanker 33  
Rosenhof 7, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 42, 46, 47,  
49, 54, 57, 71, 72  
Rosenhöfer 7, 11, 60, 69

## S

Samson 41  
Schachthaus 13, 38  
Schachttiefe 65  
Schaufelkranz 45  
Schaufelreihe 47, 51, 53  
Schleiftrog 17, 20, 22, 23, 24, 33, 34, 40  
Schornstein 38, 57, 59, 60  
Schußgerinne 53  
Schwalbenschwanz 53  
Seil 38, 48, 53, 65, 69, 71  
Seilgeschwindigkeit 60  
Seilgewicht 65  
Seilkorb 20, 21, 47, 48, 53, 60, 65, 66  
Seilkorbdurchmesser 60  
Seilkorbwelle 47, 53, 65, 66  
Seiltrift 20, 28, 29, 38, 39  
Seiltrommel 8, 20, 40, 41, 45, 46, 47, 55,  
71  
Silbersegen 11, 13, 38, 60  
Sohle 20  
Stahlguß 8  
Stangenantrieb 47  
Steinbogen 38  
Steinbrecher 59, 60, 66  
Steinkohle 66  
Stillegung 13, 38, 41, 70  
Stollen 29, 38  
Stromabnehmer 69  
Stromerzeuger 7, 8, 69, 72  
Stromstoß 69, 71

## T

Talsole 60, 66  
Totpunkt 59  
Transport 60  
transportieren 8, 20  
Transportweg 8, 11, 60  
Tretwerk 20, 26  
Turbinenkraftwerk 72

## U

Unterlegscheibe 53  
Unterseil 65, 71

## V

Ventil 60  
Ventilsteuerung 60, 65  
Verbindung 41, 47, 54, 69  
Verbindungselement 8  
Verbindungsleitung 57  
Verbrennungsmotor 69  
Verfüllung 7, 13, 41, 73  
versintert 33  
Verzahnung 41  
Viertelstock 47, 53

## W

Wanddurchbruch 47  
Wandstärke 33, 34, 38, 40  
wasserarme Zeit 65, 72  
Wasserkraft 7, 8, 54, 60, 72  
Wasserrad 1, 8, 13, 34, 54, 73  
Wasserradwelle 13  
Weiterentwicklung 41, 42  
Welle 8, 13, 17, 20, 21, 24, 40, 41, 44, 47,  
53, 54, 73  
Wellenzapfen 20  
Wildemann 41  
Wirkungsgrad 54, 55, 67

## Z

Zahnradgetriebe 59  
Zangeneisen 54  
Zeigerwerk 65  
Zellerfelder Tal 11, 60, 69  
Zentral 69, 71  
Zentralaufbereitung 8, 38  
Zugang 20, 28, 34, 38  
Zuganker 41, 53  
Zulauf 20, 27, 33, 38, 54  
Zwillingsmaschine 60, 65  
Zylinder 33, 40, 59  
Zylinderdurchmesser 59

## Danksagung

Zu Dank verpflichtet bin ich:

- Frau Brigitte Bühler für die geduldige Unterstützung bei der Bearbeitung der Zeichnungen.
- Dr. Klaus Buschau für die Zitate und Teile der Einleitung.
- Professor Dr. Reiner Labusch, dem Direktor des Instituts für Angewandte Physik, für die Unterstützung der Arbeiten.
- Wolfgang Lampe und Hans Hugo Nietzel für die kritische Durchsicht dieser Schrift.
- Karl Heinz Leucht aus dem Oberbergamt für die Mithilfe beim Heraussuchen und Reproduzieren einiger Risse in der Markscheiderei.
- Meiner lieben Mutter für die Durchsicht des Textes.
- Melanie Krilleke und Dr. Klaus Buschau für das Korrekturlesen.
- Der feinmechanischen Werkstatt des Institutes für Angewandte Physik für den Modellbau und die Präparation der Eisenteile
- Den Archiven Oberbergamt, Deutsches Museum München, TU Clausthal und der Harzbibliothek für die freundliche Unterstützung.
- Dem Oberharzer Geschichts- und Museumsverein e. V., der die Drucklegung in seiner Schriftreihe ermöglicht hat. Sein Vorsitzender, Helmut Radday, hat dankenswerterweise das Vorwort verfaßt.



## Eine Auswahl von Veröffentlichungen

des Oberharzer Geschichts- und Museumsvereins e. V. Clausthal-Zellerfeld,  
Trägerverein des Oberharzer Bergwerksmuseums:

Ansohn, Berthold, u. a.:

*Photographieren im Bergwerk um 1900.*

Bergwerksphotographie im Oberharz 1890–1910.

188 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1998 ..... 29,80 DM

Balck, Friedrich: *Thurm Rosenhof – Die Vergangenheit wird lebendig.*

160 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1999 ..... 22,80 DM

Boyke, Hans-Jürgen: *Das Polsterberger Hubhaus.*

Bildliche Darstellung von Hubhaus und Feldgestänge mit Erläuterungen.

Clausthal-Zellerfeld 1982 ..... 3,— DM

Boyke, Hans-Jürgen: *Das Oberharzer Bergwerksmuseum.*

6 Faltblätter zur Bergwerksanlage im Freigelände in Mappe.

Clausthal-Zellerfeld 1995 ..... 3,—DM

Burose, Hans, u. a.:

*Die Zellerfelder Münze.*

128 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1984 ..... 18,90 DM

Dennert, Herbert:

*Quellen zur Geschichte des Bergbaus und des Hüttenwesens im Westharz von 1524–1634.*

Aus den Akten *Historische Nachrichten* des althannoverschen bergbaulichen Archivs des Oberbergamtes in Clausthal-Zellerfeld. Mit Genehmigung des Niedersächsischen Kultusministeriums nachgedruckt. 399 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1981 ..... 25,— DM

Dennert, Herbert:

*Wegweiser über die Stätten des früheren Bergbaus in der näheren und weiteren Umgebung von Clausthal-Zellerfeld an Hand der aufgestellten Erinnerungstafeln.*

35 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1982 ..... vergriffen

*Die Goldene Unfruchtbarkeit des Harzes. Herciniae Metalliferae.*

DIN-A4-Faltblatt mit farbiger Harzkarte von 1723/53. Jahresgabe 1993 ..... 3,— DM

*Die Streitkarte von 1581 (schwarz-weiß, gefaltet).*

Jahresgabe des OGMV. Clausthal-Zellerfeld 1992 ..... vergriffen

*Die Streitkarte von 1581* (farbig, gerollt) ..... 200,— DM

Gärtner, Friedrich:

*Die Zellerfelder Apotheke.*

64 Seiten. Herausgegeben von H. Ruttewitt in Gemeinschaft mit dem  
Oberharzer Geschichts- und Museumsverein e. V. Clausthal-Zellerfeld 1985. .... 8,— DM

Gisevius, Bernd, Claudia Küpper-Eichas, Gesche Löning, Wolfgang Schütze und Claus  
Wiechmann:

*Die Münze zu Clausthal.*

145 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1994 ..... 19,80 DM

Greuer, Johannes-Traugott:

*Kuxbesitz von Bergbeamten und Oberharzer Bergwerksverwaltungen (1650–1750).*

62 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1997 ..... 9,80 DM

Küpper-Eichas, Claudia:

*100 Jahre Oberharzer Bergwerksmuseum.*

36 Seiten. Clausthal-Zellerfeld ..... 10,— DM

Kulke, Holger:

*Historisches Harzer Bauwesen.*

Vom Lehmweller zur Schlackensteinmauer.

162 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1999 . .... 14,80 DM

Meuskens, Wolfgang:

*Karl Reinecke-Altenau, Leben und Wirken 1885–1943.*

248 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1985 ..... 45,— DM

Müller, Georg:

*Friedrich Adolph Roemer – ein Leben für die Wissenschaft.*

96 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1997 ..... 9,80 DM

Nietzel, Hans-Hugo und Christian Vetter:

*Ein historisches Kunstzeug.*

(Nachgebaut am Carler Teich in Zellerfeld.) 40 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1986

Nietzel, Hans-Hugo:

*Der historische Oberharzer Bergbau und seine Wasserwirtschaft – Ein Überblick.*

52 Seiten. Clausthal-Zellerfeld, ..... vergriffen

Radday, Helmut:

*Mit Haspel, Fahrkunst und Computer. Harzer Bergbau einst und jetzt.*

36 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1988 ..... vergriffen, wird neu aufgelegt

Radday, Helmut, u. a.:

*Robert Koch zum 150. Geburtstag.*

79 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1993 ..... 10,— DM

Radday, Helmut:

*Das Oberharzer Bergwerksmuseum in Clausthal-Zellerfeld. Führer durch das Museum, mit  
einem Abriß zur Kultur- und Technikgeschichte des Oberharzes.*

281 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1996 ..... 14,80 DM

Reinecke, Karl:

*Die Reiche Barbara – Ein Bergmannsroman aus dem Oberharz.*

Nachdruck der Ausgabe von 1937.

227 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1982..... vergriffen

*Schachtgerüste des Oberharzes: Ottiliae-Schacht.*

DIN-A4-Faltblatt. Clausthal-Zellerfeld o. J.. .... 1,— DM

Slotta, Rainer, Reinhard Roseneck u. a.:

*Fördergerüste des Oberharzes.*

Die Gerüste am Ottiliae- und Kaiser-Wilhelm-Schacht in Clausthal-Zellerfeld.

80 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1984 ..... vergriffen

Zimmer, Stefan:

*Erinnerungen an den Kaiser-Wilhelm-Schacht.*

Videokassette. Clausthal-Zellerfeld 1994 ..... 34,80 DM



## Oberharzer Bergwerksmuseum

Bornhardtstraße 16

38678 Clausthal-Zellerfeld

Täglich geöffnet von 9.00 bis 17.00 Uhr.

Telefonische Bestellungen unter 0 53 23 98 95—0 oder Fax 0 53 23/ 8 37 13.