

Betriebsschwierigkeiten des Bergbaues am Witwatersrand und in den Ostalpen im Lichte von Ziffern.

Von Oberbergrat Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Karl Imhof, Böckstein.

(Mit einer Abbildung in der Beilage.)

Durch die Literatur ist bekannt, welch' energischen und konsequenten Verteidiger das gelegentlich von ungenügend orientierten — oder befähigten Autoren ganz zu Unrecht ungünstig

dargestellte Goldfeld der Ostalpen im Sonnblickmassiv in der Person des ehemaligen k. k. Berghauptmannes von Klagenfurt, Herrn Hofrates Ing. Dr. phil. Dr. mont. h. c. Richard Canaval, gefunden hat.

Auf seine grundlegende Arbeit: „Das Bergbauterrain in den Hohen Tauern“¹⁾ baute die neuere Zeit auf. Die in der Tiefe gemachten Neuaufschlüsse rechtfertigten den von Canaval aus alten Produktionsziffern errechneten Durchschnittsgehalt der Tauerngeschicke vollkommen, was in meinem Adelsgesetz²⁾ zahlenmäßig nachgewiesen ist. (In dieser genannten Studie findet sich auch das Verzeichnis der späteren Abhandlungen Canavals und der einschlägigen ernsten Literatur überhaupt.)

Canaval beschäftigt sich auch in seiner Arbeit: „Das Goldfeld der Ostalpen und seine Bedeutung für die Gegenwart“³⁾ mit der Widerlegung der Ziffern Müllers und Waagens und stellt dar, daß der Halt des aus der Grube zur Versuchs-Aufbereitung gebrachten Fördergutes der Betriebsjahre 1924/26 im Gewicht von 18.331 t 106 g *Au/t* betrug. Canaval ging aber in dieser Arbeit auch kurz auf unrichtig ausgelegte Vorteile, die der südafrikanische Bergbau vor dem alpinen Bergbau haben soll, ein und vermerkt die ausgesprochene Verschiedenheit der dortigen und hiesigen Verhältnisse.

Der Bergbaubetrieb war seit jeher ein schwieriger Industriezweig; es gibt kaum einen Bergbau, der nicht mit bestimmten Schwierigkeiten zu kämpfen hätte. Um aber einen Vergleich in Hinsicht auf die Betriebsschwierigkeiten von zwei so gänzlich verschieden liegenden Goldbergbauen, wie die Rand Mines und das alpine Goldfeld, ziehen zu können, reichen auch weitgehende montangeologische Kenntnisse nicht aus; einen solchen Vergleich kann nur ein praktisch sehr erfahrener Ingenieur, der jahrelang leitend tätig war, ziehen. Es genügt nicht, den einen oder anderen Bergbau befahren zu haben und die Genesis des Erzvorkommens erkennen zu können; es ist nötig, sich das Urteil auf rechnerischer Basis, vom Standpunkt des Betriebsingenieurs aus gesehen, zu bilden.

Die großen Erfolge der Rand Mines, die gar nicht in besonders hohem Goldgehalt der dortigen Flöze liegen, sondern lediglich ausgezeichnet organisierter Massenproduktion bis zu 10.000 t Tagesverarbeitung für einzelne Schächte und dem-

1) Canaval als a. x. m. y.: „Das Bergbauterrain in den Hohen Tauern“. Jahrb. d. naturhist. Landesmuseums von Kärnten. XXIV. Heft. Klagenfurt 1896.

2) Imhof: „Das Adelsgesetz für das Goldfeld der Hohen Tauern im Sonnblickmassiv“. Berg- u. Hüttenmännisches Jahrbuch 1934, Bd. 82, Heft 1.

3) „Berg- und Hüttenm. Jahrbuch“ 1933, Bd. 81, Heft 4.

entsprechend großzügigen Investitionen bis zu Schweizer Frs. 60,000.000.— und mehr zu danken sind, dürften der Anlaß gewesen sein, daß man gelegentlich schlagwortartig von großen Vorteilen der südafrikanischen Minen lesen konnte, welche Vorteile nie des näheren zahlenmäßig beleuchtet wurden. Was die Rand Mines dem alpinen Bergbau, abgesehen von den ungeheuren Erzvorräten, an Betriebsvorteilen voraus haben, ist recht wenig; weit überragend sind die Nachteile, was hier in möglichst knapper Form dargelegt werden soll.

Die Vorteile liegen vor allem:

a) im milden Klima. Der Witwaters Rand liegt 26° südl. Breite. Die mittlere Jahrestemperatur von Johannesburg, das 1700 *m* über dem Meer liegt, beträgt rund 17° C. Die durchschnittliche Lufttemperatur ist im Winter 8° C, im Sommer 24° C. Schneeschwierigkeiten gibt es nicht;

b) in der großen geothermischen Tiefenstufe von 119 *m* je 1° C⁴⁾. (Nach einer neueren Bestimmung soll sie 125 *m* betragen.) Wäre die geothermische Tiefenstufe gleich derjenigen der Hohen Tauern, die ich auf Grund der für die Akademie der Wissenschaften exakt durchgeführten Gesteinstemperaturmessungen anlässlich des Baues des Tauerntunnels mit 44 *m* je 1° C berechnete, so wäre der südafrikanische Goldbergbau längst nicht mehr möglich. Schon 1929 hatte der tiefste Schacht im Village Deep eine vertikale Teufe von 2100 *m* erreicht. Bei einer mittleren Jahrestemperatur von 17° C müßte die Gesteinstemperatur mit einer geothermischen Tiefenstufe von 44 *m* 65° C betragen, bei welcher Temperatur jede Lebensmöglichkeit schon in trockener Luft ausgeschlossen wäre. Tatsächlich beträgt die Gesteinstemperatur in dieser Tiefe 35·6° C. Nach Dr.-Ing. Krahm⁴⁾ war dieser Schacht, zusammengesetzt aus einem vertikalen und einem tonnlägigen Schacht, im Jahre 1931 bereits auf 2328 *m* abgeteuft und damit der tiefste Schacht der Welt;

c) im sehr günstigen Abbauwürdigkeitskoeffizienten, der am Ostrand nach Ing. Eichelter⁵⁾ zwischen $\frac{1}{33}$ bis $\frac{1}{25}$ liegt, sowie in der hieraus folgenden großen Menge Erz, die 1 *lfd. m* Stollen oder Aufbruch erschließt, da die bauwürdige Gangmächtigkeit im allgemeinen 1·0 bis 1·5 *m* beträgt.

⁴⁾ Dr.-Ing. Krahm: „Die bergwirtschaftliche Entwicklung des Goldbergbaues der südafrikanischen Minen“. Zeitschft. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Berlin. Jahrgang 1931, 3. Heft. Verlag Ernst u. Sohn.

⁵⁾ Ing. R. Eichelter, Kirchbichl: „Die Möglichkeit der wirtschaftlichen Goldgewinnung in den Hohen Tauern unter besonderer Berücksichtigung der bisher am Naßfeld erzielten Ergebnisse“. Montanistische Rundschau, Wien, Aprilheft 1933. Verlag für Fachliteratur.

Crown Mines, Transvaal	67 t/m
Lydenburg Distrikt allerdings nur	13 „
New Modderfontein, Transvaal	31 „

Des Vergleiches halber seien hier weiter angeführt:

Kolar Gold Fields, Brit.-Indien	43 t/m
Goeroepahi, Menado, Celebes	11 „
Mintoe, Menado, Celebes	10 „
Goldfeld der Hohen Tauern (Naßfeld)	26 „ ;

d) in der früher kaum geahnten Großproduktion der einzelnen Minen, die im großen Durchschnitt eine Tagesverarbeitung von 2000 t umfaßt, bei den Crown Mines z. B. aber 8000 t⁶⁾;

e) in der Großzügigkeit der Investitionen, mit der englische Minen auf der ganzen Welt, nicht nur etwa in Südafrika, in Angriff genommen werden, weil eben dadurch eine erhebliche Herabsetzung der indirekten Bergbaukosten (Aufbereitung, Kraftwerk, Schmiede, Werkstätte, Wagnerei, Transportanlagen etc.) und der Generalunkosten eintritt, womit die Gesamtgestehungskosten je Tonne Hauwerk sehr erheblich vermindert werden.

Die Nachteile sind in die nachfolgenden Punkte zusammenzufassen:

1. Gesteinstemperatur. Trotz der dem Tiefbau sehr günstigen Anomalie der geothermischen Tiefenstufe ist die Bergarbeit schon in eine solche Tiefe vorgerückt — bereits mehr als 500 m unter den Meeresspiegel —, daß die hohe Gesteinstemperatur ganz besondere Maßnahmen erfordert, um eine Arbeitsleistung in der feuchten Grubenläuft überhaupt noch zu ermöglichen. Nach Wolff⁵⁾ gilt als absolute Grenze für menschliche Arbeit in gesättigter Luft, auch wenn sie bewegt ist, die Erreichung der äußeren Bluttemperatur von 97·5° F = 36·4° C⁷⁾; Haldane gibt als praktische Grenze in gesättigter ruhender Luft 86° F = 30° C an. Die Erfahrungen am Simplontunnel bestätigen diese Erkenntnisse. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wird von Wolff³⁾ je nach Weglänge des Luftstromes und dessen Abzweigungen in Village Deep angegeben mit 80 bis 97%, was mit den Er-

⁵⁾ Ing. R. Eichelner, Kirchbichl: „Die Möglichkeit der wirtschaftlichen Goldgewinnung in den Hohen Tauern unter besonderer Berücksichtigung der bisher am Naßfeld erzielten Ergebnisse“. Montanistische Rundschau, Wien, Aprilheft 1933. Verlag für Fachliteratur.

⁶⁾ Oberbergerrat a. D. Wolff, Dillenburg: „Reisenotizen über den Goldbergbau am Witwatersrande“. Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, Berlin. Jahrgang 1930, 3. Heft. Verlag Ernst u. Sohn.

⁷⁾ C° = $\frac{5}{9} \cdot (F° - 32)$.

³⁾ „Berg- und Hüttenm. Jahrbuch“ 1933, Bd. 81, Heft 4.

fahrungen bei großen Tunnelbauten übereinstimmt. Es ergibt sich eigentlich von selbst, daß bei hoher, an der Grenze der Leistungsfähigkeit liegender Gesteinstemperatur die Möglichkeit einer menschlichen Arbeitsleistung nur dadurch gegeben erscheint, daß möglichst große Luftmengen und möglichst große kalte Wassermengen die vom Gestein durch Wärmeleitung und Wärmeübergang abgegebenen Kalorien in größtmöglichem Ausmaß abführen. Für alles gibt es aber eine praktische Grenze. Beliebige große Luftmengen können wegen der auftretenden Wettergeschwindigkeit nicht angewendet werden (siehe Simplontunnel⁸⁾) und übermäßig große Wassermengen erfordern zu große Wassersaigen und ungewöhnliche Kraft- und Pumpenanlagen.

Auf den Governement Mines wurden aus 4 Förderschächten im Jahr 1929 aus einer Tiefe von 900 bis 1200 m 2,500.000 t Erz gefördert. Diese 4 Schächte waren Einziehschächte. In der Feldmitte befindet sich der runde Ausziehschacht von 6·7 m Durchmesser, der mit einem Walker-Ventilator für 25.000 m³/Min. ausgerüstet ist. Der Betrieb erfordert 1500 PS.

Trotzdem nun Sommer- und Wintertemperatur in Johannesburg sehr verschieden sind, ist der Temperaturunterschied im Schacht höchstens 4° C und an den Feldorten und Abbaustellen ist er kaum mehr merklich. Die Arbeitsstellen haben also jahraus und jahrein konstante Temperatur.

In tiefen Schächten ist die Erwärmung der einfallenden Luft durch adiabatische Kompression sehr groß; sie beträgt während des ganzen Jahres für 100 m Tiefe 1° C, also bei 2135 m rund 21·4° C. Dieser Erwärmung arbeitet der Wärmeverbrauch entgegen, der durch die Wasseraufnahme der Hölzer in feuchtgehaltenen Schächten entsteht.

Um allen diesen komplizierten Vorgängen Rechnung zu tragen, beurteilt man in Südafrika die Möglichkeit menschlicher Arbeitsleistung auf Grund der Messung der Katagrade mit dem Katathermometer.⁹⁾ Dieses Instrument erfaßt außer der absol. Temperatur und des Siltigungsgrades bei feuchter Kugel den nicht unbeträchtlichen Einfluß, der von der Luftbewegung bezüglich der Kühlung ausgeht.

Man mißt die Zeit, in der ein auf 100° F erwärmtes Thermometer sich auf 95° F abkühlt. Der Kühlwert errechnet sich aus dem Vergleich der gemessenen Kühlzeit mit einer Grundzeit, die erreicht wird, wenn eine bestimmte Wärmemenge in der Zeiteinheit abgegeben wird.

Das Verhältnis $\frac{\text{Grundzeit}}{\text{gemessene Zeit}}$ ist der Katagrad.

Je höher sich der Katagrad stellt, desto mehr Wärme verliert das Instrument unter den zu prüfenden Verhältnissen. Ein möglichst hoher

⁸⁾ Brandau und Imhof: „Tunnelbau“. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, V. Band, 1920. Verlag Engelmann, Leipzig.

⁹⁾ Oberbergat a. D. Wolff, Dillenburg: „Reisenotizen über den Goldbergbau am Witwatersrande“, Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, Berlin. Jahrgang 1930, 3. Heft. Verlag Ernst u. Sohn.

Katagrad wird angestrebt. Für Wohnräume in England werden nach Wolff als normal betrachtet 5 Katagrade trocken und 15 bis 16 naß. Im Village Deep trachtet man mindestens zu erreichen: im Abbau 7·5 nasse Katagrade, im Aufschlußbau 5 nasse Katagrade. Nach Dr. Orenstein sinkt die menschliche Arbeitsleistung bei 7·5 bereits auf 65%.

Für einen Streckenvortrieb auf der 2000-m-Sohle mit 94·0° F führt Wolff folgende Resultate der Messungen an:

		Trockene Kugel	Feuchte Kugel	Sättigung %	Kata- grade naß
bei arbeitender Bohrmaschine		87·0° F	85·2° F	91	9·7
„ ruhender „	„	90·0° F	88·5° F	93	7·7

Man sieht hieraus, daß man am Rand ganz nahe an die Grenze der menschlichen Leistungsmöglichkeit gekommen ist. Es war ein Glück für den Bergbau, daß das anfänglich 65 bis 80° steil einfallende Flöz, mit der Tiefe immer flacher werdend, dem Muldentiefsten zustrebt. Einzelne Baue gehen nach Dr.-Ing. Krahnann bereits im Muldentiefsten um.

2. Die Schachttiefe. Die kolossalen Schachttiefen bedingen natürlich Nachteile im Vergleich zu einer Adhäsionsförderung in Stollenanlagen. Alle aus dem Gebirge zusitzenden Wässer und das in die Grube wegen der Quarzstaubbildung geführte und dort zum Zweck der Bindung des Staubes verspraite Wasser in einer Menge von 1 m³ je t erhaunenes Erz müssen selbstredend durch gewaltige Pumpenanlagen auf die ganze Schachthöhe gehoben werden.

Bezüglich der Wasserhaltung gilt nach Krahnann⁴⁾ als beste Anlage die der Simmer & Jack Mine, deren Sulzer-Zentrifugalpumpe eine Stundenleistung von 341 m³ auf 992 m Höhe hat. Die täglich geförderte Erzmeng e beträgt 2800 t. Es müssen also an Spraiwasser allein 2800 m³ täglich ausgepumpt werden.

Die Förderanlagen sind vorzüglich ausgebildet. Die gesamten Fördermaschinen des Witwaterrandes beanspruchen 228.000 PS. Als beste und größte Förderanlage gilt diejenige von City Deep Nr. 4. Sie hebt 8391 kg Last aus 1372 m Teufe mit einer Geschwindigkeit von 18·8 m/sec. Das erfordert schon theoretisch eine Leistung von 2100 PS.

3. Gebirgsdruck und Bergschläge. Nach Wolff⁵⁾ begannen sich schon zwischen 1500' und 2000'' Teufe, also ca.

4) Dr.-Ing. Krahnann: „Die bergwirtschaftliche Entwicklung des Goldbergbaues der südafrikanischen Minen“. Zeitschft. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Berlin. Jahrgang 1931, 3. Heft. Verlag Ernst u. Sohn.

5) Oberbergat a. D. Wolff, Dillenburg: „Reisenotizen über den Goldbergbau am Witwatersrande“. Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, Berlin. Jahrgang 1930, 3. Heft. Verlag Ernst u. Sohn.

460 bis 610 *m*, derartige Druckerscheinungen im Hangenden zu zeigen, daß die gewachsenen Erzpfeiler oft ihren Dienst versagten und plötzlich zusammenbrachen. Man ging zu künstlichen elastischen Schutzpfeilern über, Bergkasten oder Betonpfeilern, die aus ringförmigen Scheiben mit Sandfüllung bestehen. Nach Wolff benötigt eine Grube des Ostrandes täglich 2000 Betonscheiben. Es werden Druckschläge und Spannungsschläge unterschieden. Die Druckschläge werden hervorgerufen durch eine Bewegung des freigelegten Hangenden (oder Liegenden) ohne völliges Niedergehen des Hangenden. Die Bewegung nimmt mit der Teufe und Aufschlußfläche zu. Über den Abbauräumen bilden sich natürliche Druckgewölbe, die man auch im Tunnelbau kennt. Kommt der Abbau seitlich und höher gelegener Gruben in die Kämpfer solcher natürlicher Gewölbebildungen, so treten schwere Bergschläge auf. Wo zwei Flöze abgebaut werden, werden die Schutzpfeiler oft und meist plötzlich wie Stanken durch das Zwischenmittel durchgestoßen und dann gehen lange Strecken zu Bruch, die oft viele Opfer und wochenlange Bergsarbeiten erfordern. Die Spannungsschläge sind örtliche kleinere Ereignisse, schußartige Absprengungen kleinerer und größerer Gesteinsstücke vom Stoß bis zur Abschälung großer Platten, oft verbunden mit dem Aufreißen von Spalten. Diese Spannungsschläge sind die Folge noch wirkender tektonischer Kräfte in kompaktem, nicht geklüftetem Gebirge.

Diese Beobachtungen Oberberggrat Wolffs stimmen vollkommen mit jenen Feststellungen überein, die ich anlässlich des Baues des Tauerntunnels in jenen Strecken des noch nicht zu Gneis gewordenen Granits gemacht habe. In diesen Strecken porphyrtartigen Granits lagen die einzelnen Mineralien (Feldspat, Quarz und Glimmer) noch in jeder beliebigen Richtung, was besonders schön an den Feldspatkristallen sichtbar war. Gelegentlich waren Ansätze zur Flaserungsbildung zu erkennen. Der Hohlraum (Stollen oder Vollausschub) gab den latenten Spannungen Gelegenheit zur aktiven Auslösung, welche Auslösung noch durch die mit der künstlichen Ventilation bewirkte Abkühlung der Firste, der Uhnen und der Sohle befördert wurde. Hier sprangen nun die sogenannten Knallplatten oft nach vorangegangenen Knirschen tatsächlich unter Schußdetonation mit großer Gewalt ab. Die Abtrennungsfläche stand stets ziemlich senkrecht zur künftigen Flaserungsrichtung, die eben in diesen granitischen Bergschlagstrecken in unserer Zeit erst im Entstehen begriffen ist. Das Achsenverhältnis der Platten war recht konstant, Länge:Breite:Dicke = 3:2:0.3. Die Größe der Knallplatten schwankte von wenigen cm^2 bis zu 10 m^2 . Je größer der Hohlraum (Vollausschub), desto größer die Plattenbildung. Diese Bergschlagstrecken im Tunnel forderten 10 Todesopfer. In den anschließenden, bereits gefaserten und gebankten Strecken, wo also schon fertiger Granitgneis vorlag, traten Bergschläge nie auf. Dort fanden sich regelmäßig jene NO streichenden und steil SO einfallenden, bis zu 1 m/m mächtigen Kontraktionsklüfte vor, die den ganzen Granitgneisakkolithen regelmäßig durchsetzen, parallel zu den Knallplattenablösungsflächen liegen und die im 10 km westlich davon gelegenen Gebiet des Goldfeldes die Veranlassung zur tektonischen Bildung der Edelerzgänge gaben.

Nach Wolff gibt es auch am Witwaterrand im bereits geklüfteten oder geschieferten Gebirge keine Spannungsschläge, hingegen nehmen solche Schläge im massiven Gebirge mit wachsender Tiefe merklich zu. Um von ihnen nicht überrascht zu werden, benützt man an gefährlichen Stellen bereits die Abspritzung der Stöße mit kaltem Wasser (wie am Tauerntunnel), um die Auslösung der latenten Spannungen absichtlich zu beschleunigen, oder man überzieht die abzubohrende Brust mit Drahtgeflecht und bohrt durch die Maschen desselben. Gegen abspringende große Platten schützt man den bohrenden Arbeiter durch einen Stempel, der zwischen Stoß und Bohrhammer aufgestellt wird. Oft wird es im Abbau nötig, die hangende Partie des Flözes vorwegzunehmen und die äußeren Schichten des Flözes durch tiefe unterbeladene Sprenglöcher zu lockern.

In den Schachtabteufen entstehen durch Spannungsschläge viele schwere Unfälle. Mit welchen Mitteln die Schächte schließlich gesichert werden, beschreibt Oberberggrat Wolff⁹⁾ eingehend. Er kommt zum Schluß, „daß die Bergschlaggefahr nicht nur eine wirtschaftliche Belastung, sondern auch eine ständige Betriebsbedrohung für den Randbergbau in großen Teufen bleiben wird“.

Im Jahre 1927 bestand die Belegschaft aus 20.620 Weißen und 186.364 Schwarzen, zusammen 206.984 Mann.

Die Zahl der tödlichen Unfälle belief sich auf 585 oder 2,83‰, wovon auf Bergschläge entfielen 338 oder 1,63‰.

4. Die Silikosis. Bekanntlich besteht das Reef der Rand Mines aus einem Quarzkonglomerat, dessen Bindemittel der feinkörnige goldhaltige Pyrit bildet. In einem mir aus Südafrika zugekommenen 25 kg schweren Block von Durchschnittserz fand ich 10,0 g *Au/t* und 12,8 g *Ag/t*, was mit dem Durchschnittshalt von Millionen Tonnen recht gut übereinstimmt.

Die Quarzkörner sind hart und spröd wie Glas und verhalten sich ganz anders als der kolloidal entstandene Gangquarz der Tauerngänge. Beim Bohren und Schießen entsteht Gesteinsstaub aller möglichen Kornklassen. Während der Staub von Kohle oder von Schiefergesteinen nicht in der Lunge bleibt, verhält sich der Quarzstaub ganz anders und um so schädlicher wirkend, je kristallinischer er ist. Nach den neuesten Forschungen sind jene Staubgrößen die gefährlichsten, die zwischen 7 μ und 0,3 μ liegen. Größerer Staub als 7 μ wird ausgehustet.

Die gefährlichen feinen Staubteilchen bilden nach Wolff wahrscheinlich eine kolloidchemische Verbindung mit dem Blut

⁹⁾ Oberberggrat a. D. Wolff, Dillenburg: „Reisenotizen über den Goldbergbau am Witwatersrande“. Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, Berlin. Jahrgang 1930, 3. Heft. Verlag Ernst u. Sohn.

und verkieseln die Lunge, die dadurch ganz besonders aufnahmefähig für Tuberkulose wird.

An dieser Erkenntnis sind natürlich die Grubenleitungen und die Regierung nicht blind vorbeigegangen; man trachtet, der Silikosis energisch entgegenzuarbeiten. Vor allem geschieht das durch möglichste Vermehrung der Ventilation und, wie schon früher erwähnt, durch so ausgiebige Berieselung, daß auf 1 t Erz 1 m³ Wasser versprait wird. Außerdem dürfen die Sprengorte, die der Reihe nach dem Luftstrom entgegengerichtet ihre Schüsse abtun, vor 6 bis 24 Stunden nicht mehr betreten werden. Dadurch wird weitgehendes Abführen und Binden der Quarzstaubteilchen erreicht. Die Belegschaft wird alle Jahre zweimal auf den Zustand der Lunge untersucht. Man hat große Verbesserungen erreicht und mit dem Konimeter von Zeiß konstatiert, daß der Staubgehalt der Luft von 5 mg in 1 cm³ im Jahr 1914 zurückgegangen ist auf 1 mg in 1 cm³ im Jahr 1927.

Trotz alledem sind für die Silikosisfolgen noch immer große Entschädigungen zu zahlen. Die Jahresbeiträge der Gruben belaufen sich auf RM 16,000.000.— oder sh 6.— je weiße Arbeiterschicht.

Im Goldfeld der Hohen Tauern liegen ganz andere Verhältnisse vor. Einen Nachteil bildet für die Arbeiten über Tag die niedrige Jahrestemperatur. Auf dem Hauptangriffshorizont von 1625 m Seehöhe beträgt die mittlere Jahrestemperatur ca. 1.5° C. Die Folge hievon ist eine kräftige Schneelage im Winter. Das Gelände ist in der Regel nur vom Mai bis inklusive Oktober schneefrei. Alle Wohnstätten, Werkstätten und die Aufbereitung werden während der kalten Zeitperiode elektrisch beheizt. Im Naßfeldertal bedrohen Lawinen den Zugangsweg zum Bergbau.

Während des Kleinbetriebes, der den Transportweg noch nicht zweckmäßig auszugestalten vermochte, machten sich diese Winterschwierigkeiten gewiß bemerkbar, weil viel Schneeschauflerarbeit notwendig wurde. Der Betrieb wurde aber von 1911 bis 1926 jahraus und jahrein aufrechterhalten; und während der 15 Winterperioden waren nur 2 Menschen als Lawinopfer zu beklagen. Im Großbetrieb kann den Winterschwierigkeiten aber auch vollkommen begegnet werden. Die diesbezüglichen Projekte liegen vor. Entweder wird der Naßfelderweg zur Automobilstraße ausgebaut und Schneeschleudermaschinen, wie sie auf den schweizerischen Alpenstraßen und Gebirgsbahnen längst in Tätigkeit stehen, räumen die Straße binnen wenigen Stunden von hohem Schnee; oder es wird die Verbindung zwischen Bückstein und dem Naßfeld durch einen Wasserförderstollen in der Radhausberger-Lehne erzielt, der den Verkehr von allen Witterungsunbilden vollkommen unabhängig macht und erst noch eine achtmonatige Wasserkraft von 4300 PS, zur Zeit des Wasserminimums 2140 PS, liefert. Dieser Stollen wird überdies die Blumfeldgänge im Liegenden des Rathausberger-Hauptganges abqueren.

Für die Grube ist die niedrige Jahrestemperatur bei der relativ kleinen geothermischen Tiefenstufe von 44 m je 1° C von großem Vorteil. Die höchste Gesteinstemperatur wird sich unter dem Gebirgskamm des Sonnblickgebietes, Kote 3100, einstellen. Am Sonnblick herrscht eine mittlere Jahrestemperatur von — 6.4° C. Die Sohle des Imhof-Unterbaus liegt unter dem Kamm auf Kote 1650. Schaltet man die in Hinsicht auf die

Temperaturerhöhung mit zunehmender Tiefe praktisch einflußlosen Spitzenerhebungen des Gebirges aus, so bildet Kote 2900 die maximale maßgebende Kammhöhe mit einer mittleren Jahrestemperatur von -5.2° C. Daraus errechnet sich die größte zu erwartende Gesteinstemperatur im Unterbauhorizont mit 23° C. Das ist eine Temperatur, die erfahrungsmäßig der Arbeitsleistung noch nicht hinderlich ist und besondere Maßnahmen zur Wärmeabführung nicht notwendig macht. Die sowieso notwendige Stollenbelüftung bewirkt eine Abkühlung um 2° C, so daß die Atmungsluft 21° C betragen wird. Der größte Teil der Grubenräume wird 12 bis 15° C haben, also geradezu ideale Wärmeverhältnisse aufweisen.

Das Goldfeld der Ostalpen hat den Rand Mines den weiteren erheblichen Vorteil voraus, nirgends mit großen Förderschachtanlagen vorgehen zu müssen. Die Haupteinbaue bilden die Revierstollen (Unterbaue) als tiefste Sohlen mit einer Steigung von 7‰ , bei der die zuzitenden Gebirgswässer störungslos von selbst abfließen und welche Steigung einer günstigen Förderung, die eisenbahnmäßig erfolgt, keine Schwierigkeiten bereitet.

Einen weiteren Vorteil bietet die große Standfestigkeit des Gebirges, das durchwegs geflasert, gebankt und geklüftet ist, so daß die auch hier einmal vorhanden gewesenen Spannungen längst zur Auslösung gekommen sind. Bergschläge, wie sie am Rand auftreten und dort so große Schwierigkeiten bereiten und Kosten verursachen, kommen im Goldfeld der Ostalpen bis zur heute erreichten Tiefe nicht vor. In den Gängen selbst können sie auch in größerer Tiefe nicht auftreten, jedoch in Querschlägen wohl.

Die Silikosis ist hier unbekannt; die Erfahrungen am Tauertunnel und beim bisherigen Bergbaubetrieb im Tauern-Goldfeld haben gezeigt, daß der magmatische Quarz des Muttergesteins und der aus aszendierender juveniler Therme gallertartig abgeschiedene und heute in amorphem Zustand befindliche Gangquarz jene Eigenschaften nicht haben, die zur Silikosis führen.

Und schließlich noch die Frage der „billigen“ Arbeitskräfte, von der gelegentlich in der Tagespresse die Rede war, ohne daß sich irgendeiner der „Verteidiger Südafrikas“ jemals zahlenmäßig Rechenschaft in dieser Frage gegeben hätte. Über die Arbeiter- und Lohnverhältnisse berichtet Krahnann⁴⁾ ausführlich.

⁴⁾ Dr.-Ing. Krahnann: „Die bergwirtschaftliche Entwicklung des Goldbergbaues der südafrikanischen Minen“. Zeitschft. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Berlin. Jahrgang 1931, 3. Heft. Verlag Ernst u. Sohn.

Im Jahr 1929 war das Verhältnis $\frac{\text{weiße Belegschaft}}{\text{farbige Belegschaft}}$ untertags $\frac{1}{18.9}$, obertags $\frac{1}{4.5}$.

Der durchschnittliche Schichtlohn aller weißen Arbeiter betrug sh 22/3 oder österr. S 38.40; der durchschnittliche Monatsgehalt aller weißen Angestellten war £ 40/14/0 oder S 1400.— (wobei diese Ziffern Gold-£ und Gold-S bedeuten).

Die Entlohnung der farbigen Arbeiter besteht zum Teil aus Naturalien, zum Teil aus Bargeld. Die reichliche Mindest-Tagesverpflegung ist gesetzlich vorgeschrieben. Diese Naturalleistungen, freie Verpflegung, Quartier, Arzt usf., kosten je Kopf und Tag RM 1.50
 der je Schicht bar ausbezahlte Durchschnittslohn beträgt „ 2.40
 die Anwerbungskosten der farbigen Arbeiter, die Arbeitskontrakte auf 270 Arbeitstage eingehen, belaufen sich je Kopf und Schicht auf „ —.13
 Eine farbige Arbeitsschicht stellt sich demnach auf RM 4.03
 oder S 6.80

Die großen Entschädigungen, die jährlich für Silikosis-Erkrankungen gezahlt werden und die die Tonne gefördertes Hauwerk mit S —.90 belasten, sind in den obenstehenden Ziffern nicht inbegriffen.

Berechnet man den Durchschnittslohn für die ganze weiße und farbige Belegschaft einschließlich der Naturalleistungen für die letztere, so stellt sich eine Arbeitsschicht auf fast genau S 10.—.

Damit ist nun erwiesen, daß der südafrikanische Bergbau auch in Hinsicht auf die Kosten der Arbeitskräfte den Lohnverhältnissen im Goldfeld der Hohen Tauern nichts voraus hat.

Zieht man die Bilanz, so ersieht man, daß wohl das Erzvorkommen der Rand Mines mit seiner bauwürdigen Mächtigkeit von 1.0—1.5 m und einem Abbauwürdigkeitskoeffizienten von $K = \frac{1}{3.3}$ bis $\frac{1}{2.5}$ außerordentlich günstig ist und sich für Massenproduktion ganz besonders eignet. Das Goldfeld der Hohen Tauern weist eine durchschnittliche Erzmächtigkeit von 69 cm und einen Abbauwürdigkeitskoeffizienten von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ in den Hauptgängen auf.

(Nach Gehrt. Prof. Dr. Krusch liegt der Abbauwürdigkeitskoeffizient K nutzbarer Lagerstätten im allgemeinen zwischen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{7}$ und nach Beck, „Lehre von den Erzlagerstätten“, beträgt K für die Bleierzgänge von Freiberg i. Sa. $\frac{1}{6.7}$). Der Vergleich auf S. 39 unter c zeigt auch, daß die Aufschlußziffer je lfd. m Stollen oder Aufbruch mit 26 t Erz in den Tauern noch als recht günstig zu bezeichnen ist.

Im allgemeinen erweist diese Darstellung, daß die Betriebs-schwierigkeiten im Goldfeld der Hohen Tauern bei weitem nicht an die Schwierigkeiten des Randes heranreichen und daß sich nach erfolgtem Ausbau der Transportanlagen der Betrieb viel störungsloser, einfacher und sicherer gestaltet als am Rand. Die Tauern liefern überdies ein Fördergut von 11 g *Au/t*, also einen um rund 1 g höheren Halt an *Au* und einen viermal so großen *Ag*-Halt wie die Erze des Randes. Die im Preise schwankenden Nebenprodukte von *Ag*, *As* und *S* im Goldfeld der Hohen Tauern haben überdies noch einen zahlbaren Wert von mindestens 25% des ausgebrachten Goldwertes.

Über die günstige Verteilung des Goldes in den Tauernerzen drückt sich Prof. Dr. Tornquist⁹⁾ in seiner eingehenden wissenschaftlichen Abhandlung als Ergebnis seiner erzmikroskopischen Untersuchungen, nach denen er eine primäre Vererzung in sieben Phasen erkennen will, dahingehend aus, daß sich die Erze noch in primärem Zustand befinden und daß von einer deszedenten Zementation keine Spur vorhanden sei. Tornquist sagt aber auch, daß das gediegene Gold selten mit freiem Auge sichtbar sei, unter dem Erzmikroskop jedoch in erstaunlicher Verbreitung auftrete. Also auch in Hinsicht auf die Goldverteilung im Erz haben die Erze des Randes den Tauernerzen nichts voraus.

Wenn im Mittelalter ein für damalige Zeiten sehr großzügiger Bergbau in den Tauern umging, so kam er deshalb zum Stillstand, weil die Alten längs der Gangausbisse die Talsohle erreichten und technische Mittel für die Ausführung großer Querschläge im harten Granitgneis ebensowenig zur Verfügung standen wie moderne Pumpenanlagen, die die Abteufung großer Schächte ermöglicht hätten; und die nachgefolgten Protestantenverfolgungen von 1729/32 gaben dem Bergbau den Rest.

Die mit modernsten Mitteln im Jahre 1911 wieder aufgenommenen Arbeiten, die von Haus aus eine Großproduktion erstrebten, wurden durch den Krieg, die Inflation, die Sozialgesetzgebung und Monopolisierungsakte in den Jahren 1920/25 wieder abgebremst.

Es besteht aber Aussicht und es ist sehr zu hoffen, daß dieser Bergbau im Goldfeld der Hohen Tauern mit seinen nach erfolgtem Ausbau der Transportanlagen eigentlich recht geringen Betriebsschwierigkeiten seine Tore wieder dürfte öffnen können. Ein erfolgreicher Betrieb ist aber — wie auch in England oder sonstwo — nur bei einer ein gewisses Minimum übersteigenden

⁹⁾ A. Tornquist, Graz: „Vererzung und Wanderung des Goldes in den Erzen der Hohen Tauern-Gänge.“ Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-natwiss. Kl., Abt. I, 142. Band, 1. u. 2. Heft 1933.

Produktionsgröße möglich, die noch große Investitionen für Aufschlußbau, Kraft- und Transportanlagen, Werkstätten, Wohnstätten usf. erforderlich macht. Erfahrung und Rechnung ergeben, daß eine möglichst große Tagesförderung anzustreben ist. Warum dem so ist, zeigt die in der Beilage angefügte Darstellung der Abnahme der Gesteungskosten mit ansteigender Größe der Tagesverarbeitung.

Wie ersichtlich, sind die Gesteungskosten einschließlich aller indirekten Kosten und Generalunkosten, jedoch ohne die Lasten der Kapitalsverzinsung und Kapitalsamortisation, in Gramm Gold (1000/1000) je Tonne verarbeiteten Fördergutes angegeben. Die angegebenen Ziffern beruhen auf den Erfahrungen im Goldfeld des Sonnblickmassivs im Verlauf eines mehr als sechsjährigen Probebetriebes mit einem Versuchsaggregat von 25 t Verarbeitung je Arbeitstag bei hohen Transportkosten auf steilem Bergweg mittels Fuhrwerks. In den Kostenziffern für die größeren Verarbeitungsmengen von 100 bis 500 t/Tg sind die Vorteile der Verbilligung der indirekten und Generalunkosten sowie die Vorteile der ausgestalteten Transportanlagen berücksichtigt.

Die ausgezogene Linie zeigt den Verlauf der Kostenkurve unter Friedensverhältnissen;

die strichpunktierte Linie entspricht den heutigen Kosten, die zufolge der Auswüchse der sozialen Belastungen (stetige Erhöhung von 3-5% im Frieden auf 28% der Löhne und Gehälter bis zum Jahr 1925) und der Dynamitmonopolisierung, die den Sprengstoff auf 175% des Friedenspreises brachte, auflaufen und die Gesteungskosten um rund 2 g *Auft* erhöhen;

die als interessantes Beispiel beigesetzte gestrichelte Kurve zeigt die Gesteungskosten in Baja Mare (Rumänien), wie sie sich heute dort zufolge besonders niedriger Löhne und geringer Soziallasten stellen.

Die österreichische Regierung hat nun in richtiger Erkenntnis ein Gesetz in Vorbereitung, das die sozialen Belastungen auf ein erträglicheres Maß rückführen soll; sie wird überdies arbeitsfreudigem Privatkapital, das noch mehrere Millionen zu investieren haben wird, um das Ziel der Großproduktion zu erreichen, in bergbauförderndem Sinn entgegenkommen, was eine Herabsetzung der oben angegebenen heutigen Kosten im Gefolge haben wird.

An maßgebender Stelle ist man sich auch bewußt, daß auf Grund der Erfahrungen nur ein Privatbetrieb imstande ist, die großen Aufgaben zu lösen, die einen Massenbetrieb ermöglichen. Die wichtige Frage der Kapitalsbeschaffung ist von bedeutenden Persönlichkeiten bereits ins Rollen gebracht worden. Gelingt es, die Finanzierung zu gutem Ende zu führen, so bieten die bisherigen Erfahrungen im mehrjährigen Versuchsbetrieb die Gewähr dafür, daß der Tauernbergbau ein bedeutender Faktor in der Wiederaufrichtung der Wirtschaft werden wird.