

Gebirgsdruck und Tunnelbau - aus der Sicht von Rabcewicz 1944

Von o. Univ.-Professor Dipl.-Ing. Dr. mont. Wulf Schubert

Vielen ist die Entwicklung der Felsmechanik und des Tunnelbaues seit etwa den Fünfzigerjahren geläufig. Wenige jedoch werden aus eigener Erfahrung oder durch Literaturstudium mit den Wurzeln der verschiedenen Gebirgsdrucktheorien, welche um die Jahrhundertwende angesiedelt sind, vertraut sein.

Durch Studium der einschlägigen Literatur wurde der Versuch unternommen, den Wissensstand auf diesem Gebiet vor etwa fünfzig Jahren zu ermitteln. Begünstigend für die Wahl dieses Zeitpunktes war das 1944 im Springer Verlag erschienene Buch Gebirgsdruck und Tunnelbau (36)*, in welchem Rabcewicz in sehr kompakter Form die Erkenntnisse anderer mit seinen eigenen Erfahrungen verknüpft und damit den Weg in die Zukunft weist.

Tatsache ist, daß bereits Ende des vorigen Jahrhunderts manchen Autoren klar wurde, daß neben dem reinen Firstdruck (was wir heute als Auflockerungsdruck bezeichnen) noch andere Kräfte im Spiel sein müssen, und Gewölbebildungen im Gebirge den von der Auskleidung aufzunehmenden Druck mildern (2, 3). Spricht Heim von einem in größeren Teufen herrschenden quasihydrostatischen Druck, der es erforderlich machen würde, den gesamten Überlagerungsdruck auf längere Sicht durch die Mauerung zu übernehmen, wird er von verschiedenen Autoren (5, 7) aufgrund praktischer Erfahrungen (besonders vom Bau des Simplontunnels) und theoretischer Überlegungen widerlegt.

Vielfach ist um 1910 noch von einer Entspannung bzw. einem spannungslosen Körper um den Hohlraum die Rede (4, 10). Erst verschiedene Versuche in den Zwanzigerjahren, dem Problem der Spannungsumlagerung auf analytischem Wege zu Leibe zu rücken (17, 23 bis 26), bringen etwas mehr Klarheit. Da diese Abhandlungen aber häufig eher trocken-theoretisch ausgefallen sind, dürften sich die Erkenntnisse in dem traditionell konservativen Lager der Tunnelbauer (worüber sich bereits Rziha 1872 (1) beklagt) kaum weit verbreitet haben.

Durch geringe Bautätigkeit in den zwanziger und dreißiger Jahren scheinen dann die vorhandenen Kenntnisse wieder weitgehend in Vergessenheit geraten zu sein. Das Resultat waren häufige Mißerfolge bei Tunnelbauten, namentlich bei sogenannten kleinen Projekten, welchen nicht die gebührende Aufmerksamkeit bei der Projektierung und Ausführung geschenkt worden war.

Dies ist also die sehr grob skizzierte Ausgangslage, als sich Rabcewicz entschließt, ein Buch über Gebirgsdruck und Tunnelbau herauszugeben, mit dem Ziel, Bekanntes in

übersichtlicher und verständlicher Form zusammenzufassen, Theorien durch praktische Erkenntnisse zu untermauern, und so das Verständnis für die Grundprobleme des Tunnelbaues zu heben.

Mit Hilfe von ausgewählten Textstellen aus „Gebirgsdruck und Tunnelbau“ soll nun der damalige Stand der Technik, aber auch die Anregungen von Rabcewicz zur Verbesserung des Tunnelbaues dargestellt werden.

Der Gebirgsdruck

Rabcewicz unterteilt die Kräfte, welche den Ausbau belasten können, nach ihren Ursachen in drei Gruppen:

I. Auflockerung des Gebirges.

II. a) Das Gewicht der über dem Tunnel liegenden Gebirgsmassen.

b) Tektonische Kräfte.

III. Volumsvergrößerungen des Gebirges aus chemischen und physikalischen Gründen.

Der Auflockerungsdruck

Zum Auflockerungsdruck gibt Rabcewicz einen Überblick über die bekannten Modellversuche und Messungen an Silozellen und stellt die Verbindung zum damals üblichen Tunnelbau her.

Im Gegensatz zu früheren Arbeiten, welche das Auftreten von Firstdruck meist als etwas Unabänderliches hingenommen, kommt Rabcewicz zum Schluß: „Die Ursache des Auflockerungsdruckes liegt vor allem in den Mängeln unserer Minierung und des hierbei verwendeten vorübergehenden Ausbaues, der Setzungen und Hohlraumbildungen begünstigt.“

Während für kohäsionsloses und schwimmendes Gebirge Dielen oder Schildvortrieb die Auflockerung weitgehend verhindere, sei „für Fels ein praktisch verwendbares Gerät noch nicht gefunden, das den Querschnitt ohne größere Gefügestörung in der Nachbarschaft herausfräst, brennt oder schrämt“.

Er drückt also hier eindeutig den Wunsch aus, die für Weichgesteine bereits vorhandenen Tunnelbohrmaschinen auch für Festgesteine weiterzuentwickeln, um das Auftreten von Auflockerungsdruck zu verhindern oder zumindest zu minimieren.

Nach einer detaillierten Aufzählung aller Mängel der damals üblichen Holzstützungen, welche zum Entstehen des Auflockerungsdruckes beitragen, weist er auf den Einfluß der Zeit hin: „Einer der bedeutendsten Faktoren für die Erzeugung des Auflockerungsdruckes . . . ist die Zeit. Je rascher ein Hohlraum geschlossen wird, um so geringer sind die Setzungen.“

Im Zusammenhang mit der Bestimmung der Größe des entstehenden Auflockerungsdruckes weist Rabcewicz auf den Einfluß der Gebirgsstruktur hin, indem er schreibt:

Der Verfasser ist Vorstand des Institutes für Felsmechanik und Tunnelbau an der TU Graz.

* Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf den Quellennachweis am Schluß des Aufsatzes.

„Da das Gebirge nur in Ausnahmefällen homogen ist . . . so kann wohl kein Zweifel darüber herrschen, daß der Auflockerungsdruck weitgehend von den geologischen Verhältnissen abhängt. Es ist dabei falsch, den Querschnitt allein zu betrachten, man muß stets das räumliche Gebilde vor Augen haben.“

Weiter meint er zur Größe des Auflockerungsdruckes: „Da die Größe des Auflockerungsdruckes von dem Vorhandensein oder Fehlen gewölbartiger Verspannungen abhängig ist, wäre es richtiger, von verspanntem oder nicht verspanntem Auflockerungsdruck zu sprechen.“ Für das Fehlen von Verspannung sei hauptsächlich Materialverlust während des Ausbruches und größere, durch das Ausbausystem bedingte Hohlräumbildungen verantwortlich.

Rabcewicz beschreibt dann eine Methode, welche er in verbruchsgefährlichen Situationen mehrere Male mit Erfolg angewandt hat. Er ließ in den gefährdeten Bereichen Querscheiben betonieren und erreichte so eine Aussteifung – in der Wirkung ähnlich unserem heutigen temporären Kalottensohlgewölbe.

Anschließend, nachdem er noch ein Anwendungsbeispiel dieser Methode bei einem Lehnentunnel aufgeführt hat, befaßt er sich noch einmal mit der Verspannung innerhalb des aufgelockerten Gebirges. Zitat: „Diese Erscheinung der Verspannung und Verdichtung der Lockermassen gibt auch wohl die Erklärung für die Tatsache, daß der Auflockerungsdruck nur in ganz seltenen Ausnahmefällen zur Zerstörung des endgültigen Tunnelbaues geführt hat. So schwer man manchmal während des Baues besonders in rolligem Gebirge mit Auflockerungsdruck zu kämpfen hat, kann man des Sieges über die Naturkräfte sicher sein, wenn der Gewölbeschluß gelungen ist.“

Zu den entsprechenden Bau und Betriebsweisen – im Falle der Gefahr des Entstehens von Auflockerungsdruck – merkt er an: „Bei Auflockerungsdruck ist stets jene Tunnelbau- und Betriebsweise als die geeignetste zu bezeichnen, welche den schnell und mit geringsten Setzungen geöffneten Querschnitt möglichst rasch wieder durch einen unzusammendrückbaren, endgültigen Einbau schließt.“

Zusammenfassend zum Kapitel Auflockerungsdruck möchte ich die Hauptpunkte noch einmal hervorheben: Ganz deutlich zeigt Rabcewicz, daß das Problem des Auflockerungsdruckes meist hausgemacht ist und durch bessere Minieringstechniken und einen rasch eingebrachten, satt anliegenden und steifen Einbau meist verhindert werden kann. Genau diese Prinzipien haben auch heute noch volle Gültigkeit. Zum Schließen von Hohlräumen hinter der Auskleidung schlägt Rabcewicz wiederholt Injektionen vor, welche einerseits Auflockerung verhindern, andererseits die Momente im Ausbau minimieren sollen.

Der „echte“ Gebirgsdruck

Zur Definition des „echten Gebirgsdruckes“ gibt Rabcewicz an, dies sei jener Druck, der durch Naturkräfte, welche eine bestimmte Richtung haben, bedingt sind.

Weiter meint er: „Sichtbare Äußerungen des echten Gebirgsdruckes sind überall dort zu erwarten, wo der durch Überlagerung oder tektonische Kräfte erzeugte Druck die Druckfestigkeit des Gebirges im Horizont des Tunnels überschreitet.“

Aufbauend auf Erkenntnisse von Leon und Willheim (7, 8) erläutert Rabcewicz in kurzer Form die wesentlichen Vorgänge: „Das Primäre bei lotrecht überlagerungs-

druck ist eine Stauchung der Ulmen mit elastischem Ausweichen gegen den Hohlraum. Wird dabei die Gebirgsfestigkeit nicht überschritten, so geschieht nichts, der Tunnel bedarf keiner Ausmauerung.“

Und weiter heißt es: „Im Augenblick aber, wo es zu Zerstörungen kommt, ändert sich das Spannungsbild. Bei den Ulmen sinkt die Spannung auf 0 und der Druckanstieg verlagert sich weiter in den Berg hinein.“

Der Theorie der „Schutzhüllenbildung“ von Wiesmann (4) folgend, führt Rabcewicz aus: „Bei Überschreitung der Gebirgsfestigkeit bildet sich also um den Hohlraum eine Zone, die den Druck von diesem fernhält: Die Schutzzone.“

Kopfzerbrechen hatte mehreren Autoren die Frage bereitet, warum der fortschreitende Prozeß der Zerstörung – bedingt durch die zwangsläufige Spannungserhöhung im Gebirgsinneren – letztlich zum Stillstand kommt. Rabcewicz bringt es kurz und bündig auf den Punkt: „Daß die Drücke im Bereich der Schutzzone größer sein müssen als die Gebirgsfestigkeit, ja selbst die Gesteinsfestigkeit ist kein Widerspruch, denn das Gebirge ist an der Stelle des höchsten Druckes eingeschlossen.“

Richtig erkannt hat Rabcewicz auch die verschiedenen Auswirkungen des echten Gebirgsdruckes auf die verschiedenen Gesteine. Während bei sprödem Gestein sich der Gebirgsdruck in Form von Bergschlägen (7, 27, 32) äußert, neigen die „pseudofesten“ Gesteine, zu welchen er Sandsteine mit tonigem Bindemittel, Tonschiefer, Schiefer, Mergel, Phyllitschiefer, Chloritschiefer und Glimmerschiefer zuordnet, „zur mehr oder minder bruchlosen Umformung . . . und zwar um so mehr, je weicher die Gesteine sind“.

Auch hier – wie beim Auflockerungsdruck – verweist Rabcewicz auf den wichtigen Faktor Zeit, welcher für die Bildung der Schutzhülle benötigt werde.

Die Folgerung ist für ihn ganz klar und rückt die heftige Debatte in diesem Kreis in den Siebzigerjahren in das rechte Licht: „Die Kräfte, die bei der elastisch-plastischen Ausdehnung auftreten, sind als Molekularkräfte so gewaltig, daß ihnen auch stärkste Einbauten nicht widerstehen können. Die nicht genügend rasche Schutzhüllenbildung bzw. die zu rasch eingezogene Mauerung ist daher die häufigste Ursache der Zerstörung fertiger Tunnelstrecken.“

Und weiter: „Auch beim vorläufigen Ausbau ist es zwecklos, den Versuch zu machen, dem Gebirgsdruck durch steife, schwere Konstruktionen zu begegnen, da diese alle unweigerlich zerdrückt werden würden. Die Kräfte sind so groß, daß sie nur durch gleichartige Mittel bekämpft werden können. Derartige Mittel besitzen wir aber nicht, daher müssen wir es der Natur überlassen, uns zu helfen, was sie glücklicherweise durch die Bildung der Schutzzone tut. Hierzu ist Raum und Zeit nötig.“

Wer jemals mit einem Tunnel in druckhaftem Gebirge zu tun hatte, kann diese Aussagen vollinhaltlich bestätigen. Wohl haben sich zwischenzeitlich die Lösetechniken und die zur Verfügung stehenden Stützmittel verbessert. Einen wesentlichen Einfluß auf das Verformungsgeschehen können wir aber auch heute noch nicht ausüben.

Zur zeitweise auch heftig debattierten Notwendigkeit des Einbaues eines Sohlgewölbes meint Rabcewicz: „Praktisch ist eine klare Entscheidung nur dann möglich, wenn während des Baues genaue und einwandfreie Beobachtungen über die Bewegungen des Holzeinbaues und die der fertiggestellten Mauerung während langer Zeit gemacht

wurden. Dies zeigt die Wichtigkeit regelmäßiger, absoluter Beobachtungen während des Baues und noch nach dessen Fertigstellung.“

Natürlich macht sich Rabcewicz auch Gedanken über die zweckmäßigste Form des Ausbaues bei Auftreten von echtem Gebirgsdruck. Die herkömmliche Bauweise mit Holzausbauten bedinge enorme Unterhaltungsarbeiten durch das ständige Nachnehmen des Gebirges und Auswechseln der zerdrückten Hölzer und führe überdies zu großen Auflockerungen und langen Arbeitsstrecken.

Brauchbarer erschien ihm die aus dem Bergbau stammende Möglichkeit des nachgiebigen Einbaues (22), etwa in Form von Vielgelenksrahmen mit Quetschhölzern. Einen gravierenden Nachteil stelle allerdings die ungleichmäßige Verformung des Ausbaues dar, welche eine Verwendung als endgültige Verkleidung aus ästhetischen Gründen nicht zulasse. Daher schlägt er vor, den verformbaren Ausbau mit einem solchen Übermaß auszuführen, daß der Licht- raum auf jeden Fall gewährleistet sei, und nach Abklingen der Verformung eine dünne, nur architektonischen Zwecken dienende Auskleidung einzubauen.

Da anscheinend die Zeit für eine zweischalige Bauweise noch nicht reif war, macht sich Rabcewicz dann Gedanken, wie ein einschaliger Ausbau beschaffen sein müßte, der eine Verformung des Gebirges ohne Zerstörung des Ausbaues zulassen und gleichzeitig das Entstehen von Auflockerungsdruck verhindern soll. Sein Vorschlag besteht im Freilassen von Hohlräumen zwischen Stahlbetonauskleidung und Gebirge, welche eine Deformation erlauben würde. Zur Verhinderung der Auflockerung werden in regelmäßigen Abständen Rippen zwischen Ausbau und Gebirge betoniert. Nach Abklingen der größten Bewegungen könne der verbleibende Spalt dann injiziert werden, was auch zu einer Verbesserung des hohlraumnahen Gebirges beitrage.

Die unbefriedigenden, zu dieser Zeit üblichen Bauweisen lassen ihn zum Schluß kommen: „... es ist wohl an der Zeit, die bisherigen, höchst unwissenschaftlichen Methoden durch bessere, zielbewußtere zu ersetzen und durch systematische Beobachtungen und Messungen bei sämtlichen in Zukunft auszuführenden Bauten Erkenntnisse zu erringen, die als Grundlage eines Fortschrittes unumgänglich notwendig sind.“

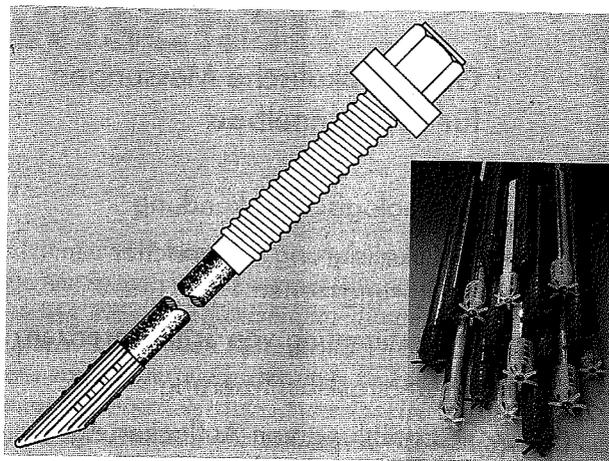
Zum Zwecke der systematischen Messung stellt er dann ein „Beobachtungsgespärre“ vor, welches im Richtstollen in Abständen von etwa 20 m einzubauen wäre, und absolute(!) Verformungsmessungen erlaubte.

Dimensionierung des Ausbaues

Zum Problem der Dimensionierung des Ausbaues bei Auflockerungsdruck weist Rabcewicz auf die Mängel der damaligen Praxis hin, welche den Gebirgsdruck ohne Berücksichtigung von Klüftung und Schichtung ermittelte. Weit brauchbarer fand er das Vorgehen von Bierbaumer (11), der aus Beobachtungen am vorübergehenden Ausbau die wirklich auftretenden Belastungen abschätzte.

Die Dimensionierung des Ausbaues bei echtem Gebirgsdruck bereite, trotz weit gediegener mathematischer Lösungen, wegen der Unsicherheiten in der Bestimmung der Gebirgsparameter noch erhebliche Probleme. Das Überwinden des Widerstandes der alten Praktiker gegen wissenschaftliche Vorgangsweise und die systematische Beobachtung bezeichnet Rabcewicz als Schlüssel zum Erfolg.

ANKERN · ABDICHTEN · VERFESTIGEN · VERFÜLLEN · SANIEREN



Schneidbarer Vollstab-GFK-Anker

LOBA NW 18.43.21-91-11

Der neue Vollstab-GFK-Klebanker von CarboTech verfügt über eine Bruchlast von 150 kN und eine maximale Haltekraft am Ankerkopf von 75 kN. Er wird unter anderem zur Felsnagelung, Ortsbrustsicherung, Sohlenankerung sowie als Stoßanker zur Ankerung von Kohle eingesetzt.

Der Anker ist aus glasfaserverstärktem Kunststoff gefertigt und läßt sich gefahrlos und werkzeugschonend schneiden. Er eignet sich deshalb insbesondere zur Ankerung in Zonen, die nachträglich durchbaut werden müssen.

Der CT-GFK-Anker korrodiert nicht und läßt sich daher ideal als Daueranker im Tunnelbau einsetzen.

Die Vorteile

- hervorragende Gebrauchseigenschaften der vollverklebten Anker in Verbindung mit UP-Harz-Klebepatronen des Typs SiS von CarboTech
- die angeschrägte Spitze mit integriertem Mischelement erleichtert das Einbringen und optimiert die Harzdurchmischung der Klebepatronen
- hohe Haltekraften am Ankerkopf
- die Sechskantmutter mit der gängigen Schraubenschlüsselweite SW 36 und integrierter Kopfplatte als Sollbruchstelle schert bei 25 Nm, nachdem der Abbindevorgang des Ankerharzes beendet ist, ab.
- keine Korrosion des Ankers
- schneidbar
- geringes Gewicht
- leicht einzubringen

Ankersysteme aus einer Hand



CarboTech
Berg- und Tunnelbausysteme
GmbH

Franz-Fischer-Weg 61 · D-45307 Essen
Postfach 13 01 40 · D-45291 Essen
Telefon 02 01/1 72-1357 · Telefax 02 01/1 72-13 17



Geophysik GGD

Geophysikalische Messungen für den Tunnelbau

- Geologische Erkundung
- Lokalisierung tektonischer Störungszonen
- Bestimmung von Schichtgrenzen
- Gebirgsklassifizierung
- Ermittlung von Auflockerungs- und Mehrbelastungszonen
- Hohlraumerkundung
- Erschütterungsmessungen
- Petrophysik

Geophysik GGD

Postfach 1416, D 04332 Leipzig,
Telefon (03 41) 24 21-1 80, Telefax 24 21-2 31

Mit dem Satz: „Haben wir einmal einige tausend Meßergebnisse, wird auch die Brücke zur rechnerischen Lösung gefunden.“ gibt er sich zuversichtlich.

Zusammenfassung

Ergänzend zu den Zitaten kann die Essenz des damals geschriebenen zusammengefaßt werden: Rabcewicz weist auf den grundsätzlichen Unterschied in Entstehung und Wirkung von Auflockerungsdruck und echtem Gebirgsdruck hin.

Ganz klar wird auch dargestellt, daß es wegen der unterschiedlichen Randbedingungen ein allgemeingültiges Patentrezept zur Beherrschung der verschiedenen Erscheinungen des Gebirgsdruckes nicht geben kann, sondern nur ein gezieltes Abstimmen von Bauweise und Stützmaßnahmen auf die jeweiligen Gebirgsverhältnisse zum Erfolg führt.

Maßnahmen zur Verbesserung des Tunnelbaues sieht er vor allem in einer Weiterentwicklung von schonenden Lösemethoden, des Herstellens eines innigen Kontaktes zwischen Ausbau und Gebirge zur Verhinderung bzw. Minimierung des Auflockerungsdruckes, der Entwicklung von verformbaren Ausbausystemen zur Beherrschung großer Deformationen, und vor allem in einer engen interdisziplinären Zusammenarbeit und der systematischen Messung und Beobachtung zum Zwecke der Dimensionierung der Stützmittel einerseits und zur Ermöglichung von mathematischen Lösungen andererseits.

Quellennachweis

1. Rziha, F.: *Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst*. Verlag von Ernst & Korn, Berlin (1872). Faksimile Verlag Glückauf.
2. Ritter, W.: *Statik der Tunnelgewölbe*, Verlag Julius Springer, Berlin (1879).
3. Engesser, F.: Über den Erddruck gegen innere Stützwände (Tunnelwände). In: *Deutsche Bauzeitung* (1982), Nr. 16, S. 91-93.
4. Wiesmann, E.: Ein Beitrag zur Frage der Gebirgs und Gesteinsfestigkeit. In: *Schweizerische Bauzeitung*, LIII (1909), Nr. 13.
5. Brandau, K.: Das Problem des Baues langer, tiefliegender Alpentunnels und die Erfahrungen beim Bau des Simplontunnels. In: *Schweizerische Bauzeitung*, Bd. LIII, Nr. 2, Nr. 6, Nr. 7, Bd. LIV, Nr. 6, Nr. 7, Nr. 12, Nr. 14, Nr. 21, Nr. 22, Nr. 25 (1909).
6. Luft, E.: *Druckverhältnisse in Silozellen*. Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin (1910).
7. Willmann, E.: *Über einige Gebirgsdruckerscheinungen in ihren Beziehungen zum Tunnelbau*. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig (1911).
8. Leon, A.; Willheim, F.: Über die Zerstörungen in tunnelartig gelochten Gesteinen. In: *Österr. Wochenschr. öffentl. Baudienst*. (1912), Nr. 16.
9. Klodic, M.; Franz, R.: Der Bau des Karawankentunnels In: *Allgemeine Bauzeitung*, (1912).
10. Kommerell, O.: *Statische Berechnung von Tunnelmauerwerk*. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin (1912).
11. Bierbaumer, A.: *Die Dimensionierung des Tunnelmauerwerkes*. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig (1913).
12. Wiesmann, E.: *Der Bau des Hauenstein-Basistunnels*. Verlag Wilhelm Ernst & Sohn (1917).
13. Brandau, K.; Imhof, K.; Mackensen, E.: *Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Tunnelbau*. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig (1920).
14. Andraee, C.: Der Einfluß der Überlagerungshöhe auf die Bemessung des Mauerwerkes tiefliegender Tunnel. In: *Schweizerische Bauzeitung*, 85, Nr. 6.
15. Terzaghi, K.: *Erdbaumechanik*. Deuticke-Verlag, Wien (1925).
16. Andraee, C.: *Der Bau langer tiefliegender Tunnel*. Verlag Julius Springer, Berlin (1926).
17. Schmid, H.: *Statische Probleme des Tunnel- und Druckstollenbaues und ihre gegenseitigen Beziehungen*. Verlag Julius Springer, Berlin (1926).
18. Schmidt: Der Bau des Hochstraßentunnels der Eisenbahnlinie Friedberg-Pinkafeld. In: *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, LXIV (1927), Nr. 22/23.
19. Gillitzer, G.: Das Wesen des Gebirgsdruckes und dessen Ausnützung bei Abbaubetrieb des Mansfelder Bergbau In: *Glückauf* 64 (1928), Nr. 29.
20. Redlich, K.; Terzaghi, K.; Kampe, R.: *Ingenieurgeologie*. Verlag Julius Springer, Wien (1929).
21. Müller, O.: Untersuchungen an Karbongesteinen zur Klärung von Gebirgsdruckfragen. In: *Glückauf* 66 (1930), Nr. 47.
22. Lenk, K.: *Der Ausgleich des Gebirgsdruckes in großen Teufen beim Berg- und Tunnelbau*. Verlag Julius Springer, Berlin (1930).
23. Kühn, P.: Spannungszustand und Bruchgefahr im ungestörten Gebirge. In: *Glückauf*, 67 (1931), Nr. 32.
24. Kühn, P.: Betrachtungen über die Gebirgsdruckfrage. In: *Glückauf*, 67 (1931), Nr. 48.
25. Kühn, P.: Die Festigkeit des Gesteins im Gebirge. In: *Glückauf*, 68 (1932), Nr. 19.
26. Kühn, P.: Elastizität und Plastizität des Gesteins und ihre Bedeutung für Gebirgsdruckfragen. In: *Glückauf* (1932), Nr. 8.
27. Tschernig, E.: Über Gebirgsschläge in den Kärntner Bleizinkerzlagern. In: *Glückauf* (1932), Nr. 3.
28. Gaertner, A.: Bestimmung der Spannungen im Gebirge, In: *Glückauf*, (1933), Nr. 23.
29. Kühn, P.: Spannungs- und Strukturzustand des Gesteins im ungestörten Gebirge. In: *Glückauf* (1933), Nr. 25.
30. Tschernig, E.: Die Nutzbarmachung des Gebirgsdruckes im Erzbergbau. In: *Glückauf* (1933), Nr. 25.
31. Dommann, G.: Untersuchung über die Wirkung von Druckformen und Hohlformen in allseitig gespanntem Gestein zur Klärung von Gebirgsdruckfragen In: *Glückauf* (1936), Nr. 47.
32. Tschernig, E.: Bergschläge in Bleiberg und ihre Beziehung zur jugendlichen Tektonik. In: *Glückauf* (1937), Nr. 3/4.
33. Rabcewicz, L. v.: Wiederherstellung einer Verbruchstrecke im Tunnel Nr. 31 der Elburs Nordrampe. In: *Die Bautechnik* 15 (1937), Nr. 50.
34. Rabcewicz, L. v.: Der Bau des Scheiteltunnels der Elburs Nordrampe der transiranischen Eisenbahn. In: *Die Bautechnik* 17 (1939), Nr. 47/48.
35. Wiedemann, K.: Stahl und Stahlbeton im Tunnel- und Stollenbau. In: *Die Bautechnik* 18 (1940), Nr. 34.
36. Rabcewicz, L. v.: *Gebirgsdruck und Tunnelbau*. Springer Verlag, Wien (1944).