

Geologische Randbemerkungen zum neuzeitlichen Bau von Krafthäusern.

Von Josef Stiny.

Die Forderungen nach Sicherheit gegen Luftangriffe veranlaßt den neuzeitlichen Ingenieur immer häufiger, die Krafthäuser der Wasserkraftanlagen möglichst versteckt und gegen Sicht von oben geschützt anzulegen. Selten wird man sie zur Gänze in den gewachsenen Felsen des Hangfußes hineinschieben können; auch jenes der 126 m hohen Sautée-Bogenmauer liegt nur zum größten Teile im Tunnel. Häufig bietet sich jedoch die Möglichkeit, das Krafthaus enge an den Fuß einer Steilwand anzuschmiegen oder sogar teilweise in eine künstlich erzeugte Nische hineinzustellen. In allen diesen Fällen taucht die grundsätzlich wichtige Frage auf, ob der gewählte Bauplatz gegen Naturereignisse genügend gesichert ist; die folgenden Zeilen sollen ein kurzer Beitrag zur Lösung dieser Frage sein, ohne Vollständigkeit anzustreben.

Es ist klar, daß man die Nische im allgemeinen nicht in Lockermassen oder in Schichtstößen anlegen wird, in welchen lockere Gesteine mit mehr oder weniger verfestigten Absätzen wechsellagern. Abgesehen von den etwa erforderlich werdenden teuren Stützmauern und sonstigen baulichen Herstellungen zur Sicherheit gegen Rutschgefahr kann man das Verhalten von Lockermassen bei gelegentlich eintretenden außerordentlichen Durchfeuchtungen nie mit der wünschenswerten Klarheit erfassen. Wo immer man bisher Bauten an den Fuß solcher Steilhänge aus Nichtfels gestellt hat, machte man schlechte Erfahrungen. Ich erinnere nur an den Fall des Krafthauses des Elektrizitätswerkes des Marktes Oberdrauburg im Gaue Kärnten; wenige Jahre nach der Erbauung der Anlage bedrohten Bodenbewegungen das Krafthaus und zwangen dazu, es an einer anderen, sicheren Stelle wieder neu aufzubauen; der Hang hinter dem alten Bauplatze wird von eiszeitlichen Schichtstößen aufgebaut, in welchen Schotter mit Sanden und tonigen Absätzen wechsellagern; die an den

Ausbissen der Wasserstauer austretenden Wasserfäden bringen von Zeit zu Zeit den Steilhang dermaßen in Bewegung, daß bauliche Mittel zur Beruhigung der Lehne unwirtschaftlich wären. Für die Steinschlägigkeit von Eiszeitschottern, welche lagenweise zu Nagelfluh verfestigt sind, bietet die unglückliche Lage des Bahnhofes von Hieflau in Steiermark ein ausgezeichnetes Beispiel; hier hat die Erbauung einer riesigen Stützmauer zur Sicherung des Aufnahmsgebäudes Unsummen verschlungen.

Wir wollen uns aber nicht mit solchen Fällen aufhalten, in denen Lockermassen den Hang aufbauen, dessen Fuße das Krafthaus angelagert werden soll, sondern gleich zur Untersuchung von Felshängen und ihrer Eignung als Krafthaus hintergrund übergehen.

Da ist einmal der den Uebergang vermittelnde Fall möglich, daß vor dem Fuße des im übrigen felsigen Hanges mehr oder minder mächtige Lockermassen lagern. In solchem Gelände gelingt es meistens mehr oder minder leicht, die Schuttvorlage abzubaggern und die Krafthausanlage ganz an den felsigen Kern des Böschungsfußes heranzurücken. Als Beispiel sei das vom Architekten Prof. Dr. Fritz Haas in Wien entworfene Krafthaus in Kaprun erwähnt. Wo man die Ueberlagerung des Felsens aus irgendwelchen Gründen nicht ganz entfernen kann, muß man natürlich den oberhalb noch verbleibenden Rest der Schuttmassen gegen Abrutschen entsprechend sichern.

In den allermeisten Fällen aber wird es sich darum handeln, das Krafthaus unterhalb einer Felswand so weit als möglich in den Hang hinein zu rücken oder dort, wo eine natürliche Steilwand nicht vorhanden ist, eine solche erst durch Absprengungen künstlich zu erzeugen und in ihr dann die Nische auszuhöhlen.

Eine der ersten Fragen geologischer Art, die beim Planen einer solchen Anlage auftaucht, ist natürlich die, ob eine gelegentliche Gefahr von Steinschlag oder von Lahnen droht. Wo Verlegungen des Krafthauses an dauernd völlig sichere Oertlichkeiten nicht möglich sind, müssen derartige Gefahren durch bauliche Maßnahmen und vielleicht auch durch ihnen folgende Aufforstungen abgewendet werden; diese Schutzbauten sind in den meisten Fällen des Krafthausbaues eine reine Frage der Kosten. Wären Sicherungsmaßnahmen aber voraussichtlich von keinem Erfolge, dann scheidet der Bauplatz als solcher häufig überhaupt aus; nur unter gewissen Umständen wird man die Anlage ganz im Fels aussprengen, so daß Steinschläge und Lahnen unschädlich über sie hinweggehen.

Landformenkundlich sind Felssteilwände der Talflanken meistens an zweierlei Formengruppen gebunden. Erstens an den Ab-

sturz vorspringender Rippen, Kanzeln und Schultern, und zweitens an Wandfluchten, deren erste Anlage die Klüftung des Gesteins, seine Schichtung bzw. Schieferung oder Störungen begünstigt haben. Oft hat im Gebirge die brechende und hobelnde Schurftätigkeit des Eises zu ihrer Entstehung und Erhaltung einiges beigetragen. Seltener stößt der Krafthausbauer auf Fälle, wo eine Runse oder sonstige Furche mit einem Steilabsturze zur Talsohle abfällt; solche Fälle aber scheiden aus unserer Betrachtung aus, weil derartige, unregelmäßig verlaufende Hangfurchen an und für sich für die Führung einer Druckrohrleitung ungünstig sind und in aller Regel die Gefahr von Steinschlag, Muren oder Lahnen oder aller drei Erscheinungen zusammen in sich bergen. Zudem folgen sie häufig Ruschelstreifen, Mürbstreifen oder sonstigen Schwächestellen des Gebirges.

Die Wahl des Krafthaus-Bauplatzes hängt übrigens wesentlich von der Art und Weise ab, wie man die Druckrohrleitung führen kann; darauf wird in einem anderen Aufsätze näher eingegangen werden.

Die Möglichkeit der Herstellung einer Nische mit Vorkragung in der Steile des Hanges oder in der erst künstlich erzeugten Wand hängt einzig und allein von der Standfestigkeit des Gesteins ab, welches den Hang aufbaut; es handelt sich um dieselbe Frage, welche der Straßenbauer im Hochgebirge öfters an den Baugeologen stellt, ob nämlich eine bestimmte Oerflichkeit die Anlage eines Ueberhanges (einer Balme, wie die Schweizer sagen) zuläßt oder nicht. Der Unterschied zwischen beiden Arten von Bauvorhaben ist meistens nur ein größenordnungsmäßiger; die Nischen, welche der Straßenbauer aus dem Fels aushöhlen will, erhalten in der Regel kleinere Ausmaße als jene, welche eine teilweise oder vollständige Unterbringung eines Krafthauses erfordert. Ohne in die bauliche Ausgestaltung solcher Krafthausnischen, ihre Verbindung mit Betoneisen-Vordächern usw. näher einzugehen, glaube ich, daß die Aussprengung einer Balme an den Felsleib hauptsächlich nachstehende Anforderungen stellt.

Die Bergart, welche den Hang aufbaut, muß von vorneherein eine gewisse Festigkeit besitzen. Mit anderen Worten, die sogenannte Gesteinsfestigkeit, wie man sie im Arbeitsraume erprobt, muß an sich schon die im Ueberhange voraussichtlich auftretenden Spannungen, die sich aus dem Eigengewichte der ungestützten Massen ergeben, um ein Vielfaches überschreiten. Damit schalten Gesteine mit verhältnismäßig geringer Eigenfestigkeit natürlich von vorneherein aus; ebenso solche, welche bei Durchfeuchtung erweichen. Bei der ganz außerordentlichen Vielfältigkeit der Naturvorgänge, welche im Laufe der Zeit den gewachsenen Felsen, wenn er der Luft ausgesetzt ist, zermürben und in

seiner Festigkeit schwächen können, ist es nicht zuviel verlangt, wenn man für Balmen eine mindestens fünfzehnfache Sicherheit fordert.

Erfahrene Baugeologen werden es selten nötig haben, die Gesteinsfestigkeit an entsprechend großen Probekörpern im Arbeitsraume zu untersuchen. Denn die Gesteinsfestigkeit ist in der Regel mehr oder minder bedeutend größer als die Gebirgsfestigkeit, auf die es bei der Beurteilung der Zulässigkeit einer Balme in erster Linie ankommt; es gibt freilich hin und wieder Fälle, wo die Gesteinsfestigkeit die Gebirgsfestigkeit nicht um ein Mehrfaches, sondern um einen weit geringeren Betrag übertrifft; man wird dann die festgestellte Gesteinsfestigkeit bei den zu machenden Ueberlegungen als einen willkommenen Anhaltspunkt ohneweiters mitverarbeiten dürfen; so z. B. bei etlichen besonders festen, nicht spröden Bergarten. Drei- bis fünffache Sicherheit wird bei richtiger Anschätzung der Gebirgsfestigkeit im allgemeinen genügen.

Die Gebirgsfestigkeit, d. h. die Festigkeit der Bergarten im großen, hängt nun von verschiedenen Umständen ab; einige von ihnen will ich näher erörtern.

Die wichtigsten Schwächestellen oder besser gesagt Schwächeflächen unserer Bergarten sind die Fugen, welche Schichtung, Schieferung und sonstige Klüftung im Gesteinskörper schaffen. Schlieren, größere Hohlräume, mürbe, linsenförmige Einlagerungen, Ruschelstreifen usw. bedingen mehr körperliche Schwächestellen oder Schwächeräume und treten an technischer Bedeutung hinter den Schwächeflächen zurück.

Vom Standpunkte der Gebirgsfestigkeit aus werden z. B. gesunde, feste Granite und anderes Massengestein ähnlicher technischer Beschaffenheit Balmen erlauben; je weiter ihre Kluftscharen voneinander abstehen und je feiner und kürzer die Schnitte sind, desto weiter wird man die Ueberhänge vorkragen lassen dürfen, desto sicherer wird die Firste der Nische sich selber tragen. Auch dickbankige, feste Kalke gestatten Balmen, allerdings mit den Einschränkungen, welche die im nachfolgenden erörterte, dritte Grundbedingung der Standfestigkeit der Halbhöhle mit sich bringt. Kristalline Schiefer weisen seltener die für Ueberhänge nötige Gebirgsfestigkeit auf; am ehesten noch, wenn sie hochkristallin und nicht sehr ausgesprochen gestreckt oder geschiefert sind, wie z. B. manche Gneise, gewisse, dickbankige Kalkglimmerschiefer usw.; Echtschiefer, d. h. aus Durchbruchgesteinen hervorgegangene Umprägungsgesteine erlauben Balmen in der Regel eher als Trugschiefer, welche aus Absätzen hervorgegangen sind und in ihren technischen Eigenschaften auf kleinem Raume abändern. Daß kurz-

klüftige, spröde Bergarten ebenso wie dünn-schichtige für die Schaffung künstlicher Halbhöhlen und Grotten ausscheiden, bedarf keiner näheren Erörterung.

Während die richtungslos körnig ausgebildeten Durchbruchgesteine und die Bergarten der Hitzeumprägung die Frage nach der Lagerung ihrer Massen in unserem Sonderfalle nicht auftauchen lassen, wird die Eigrung der kristallinen Schiefer und der Schichtgesteine neben ihrer Gebirgsfestigkeit an sich noch ganz wesentlich mitbedingt durch die Art des Einfallens ihrer Schichtfugen und Schieferungsflächen.

Bergauswärtsfallen der Schichten macht in aller Regel selbst in an sich festen Gesteinen jeden Ueberhang größeren Ausmaßes unmöglich; es gestattet im allgemeinen auf die Dauer auch an der Rückwand keine Böschungen, welche steiler einschließen als der Fallwinkel der Bergart. Auch saigere Schichtaufrichtung wird in der Regel keine Balmen erlauben, dagegen begünstigt sie die naturnahe Ausgestaltung der Nischenrückwand. Söhlige Lagerung der Schieferungs- oder Schichtflächen ist im allgemeinen um so weniger günstig, je dünner die Platten des Gesteins sind. Dagegen kragen dickbankige und dabei natürlich auch feste Absatzgesteine in dieser Lagerung oft meterweit aus; da man bei Krafthauseinbauten in Nischen ohnedies in gewissen Abständen tragende Pfeiler einbauen wird, werden sich in gut gebankten Kalksteinen, wie z. B. Dachsteinkalken, auch bei söhliger Schichtlagerung Nischen ohneweiters anlegen lassen, ebenso in Nagelfluh.

In meinem Aufsätze „Geologie und Bauen im Hochgebirge“, Geologie und Bauwesen, Jhgg. 1934, H. 1, S. 40 ff., habe ich darauf hingewiesen, daß für die Standfestigkeit von Felsanschnitten neben der Schichtung und Schieferung auch die Klüftung sehr wesentlich ist (vgl. namentlich Abb. 10). Man wird also bei gebankten Absatzgesteinen untersuchen müssen, ob nicht der günstige Einfluß des weiten Abstandes der Schichtfugen und der söhligen Lagerung wirkungslos gemacht wird durch Klüfte, welche dem Hangfuße mehr oder minder gleichlaufen und dabei steil aufgerichtet sind; es kommt dann nicht bloß auf den Abstand dieser Klüfte voneinander, sondern besonders auch auf den Grad an, in welchem diese Schnitte den Zusammenhang des Gesteins schwächen. Während man diesbezüglich viel auf Erfahrung und gefühlsmäßiges Anschätzen angewiesen ist, läßt sich die Beanspruchung des freien Ueberhanges durch sein Eigengewicht mehr oder minder genau berechnen (an einem Ende eingespannter, frei tragender Träger).

Für die Bestandsicherheit von Krafthausnischen ist ein mittleres Bergeinwärtsfallen der Schichtfugen und Schieferungsflächen am gün-

stigsten. Flache Schichtneigungen bergewärts tragen sich im allgemeinen weniger gut als steilere. Man wird im allgemeinen trachten, das Fels-Dach des Krafthauses der Schichtlagerung anzupassen; das heißt, bei annähernd lotrechter Rückwand der Nische wird man ihre Firste nach dem Verlaufe der Schichtflächen absprenge; es hat keinen Sinn, Schichtkeile in der Firste stehen zu lassen, ausgenommen vielleicht bei ganz besonders festen Bergarten; solche Keile drohen mit früherer oder späterer Ablösung, wenn sie nicht durch Pfeiler kräftig gestützt werden. Aus diesem Grunde ist auch allzu steiles Bergewärtseinschießen des Felsens unerwünscht; es führt bei der zu fordernden sauberen Aussprengung der Firste wohl immer zu mehr oder minder beträchtlichen Mehraussprengungen (Ueberquerschnitt). Ein Einschießen der Schichten um 45 Grad herum wird in den meisten Fällen dem Ingenieur am willkommensten sein; man kann ja auch die Form der Krafthausräume bis zu gewissem Grade jener anpassen, welche man der Nische aus geologischen Gründen zweckmäßigerweise geben soll. Der Grad der gegenseitigen Anpassungsmöglichkeiten wird im übrigen in jedem Einzelfalle verschieden sein. Auch bei der Feinausbildung der Innenflächen der Nische soll man sich soweit als tunlich an die natürlichen Ablösungsflächen des Gesteins halten, selbst auf die Gefahr hin, daß man auf diese Weise den Felsaushub etwas vergrößert. Reste von abgesprengten Grundkörpern*) des Gesteins neigen zum früheren oder späteren Nachbrechen. Davor habe ich in einem früheren Aufsätze gewarnt (2). In jenen Fällen, in welchen die Klüftung des Gesteins kräftiger ausgeprägt ist als die Schichtung oder z. B. die Schieferung, werden natürlich im Sinne meines oberwähnten Aufsatzes die Einfallrichtungen der Klüftscharen für die Beurteilung der Standfestigkeit eines Gebirges ausschlaggebend sein. Aber schon in gewissen Grenzfällen mit annähernd gleichwertiger Ausbildung von Schieferung und Klüftung ist äußerste Vorsicht bei der Beurteilung der Zulässigkeit von Nischen erforderlich. Ich habe ja schon wiederholt das Beispiel der Glocknerstraße mit ihrer verhältnismäßig geringen Fahrbahnbreite von rund 5 m angeführt; hier wollte man durch Anlage eines mäßigen Ueberhanges in einer Anschnittstrecke zwischen Pfandschartenbach und Franz Josefs Höhe an Zeit und Kosten beträchtliche Ersparungen erzielen; das Grundgestein war ein gutartiger, Strahlstein und Epidot führender Grünschiefer, dessen Schieferungsfugen bergewärts einfielen; es war jedoch trotzdem unmöglich, die ge-

*) Unter Grundkörper versteht man in der Technischen Gesteinkunde jenen Teil der Felsmasse, welcher allseits von benachbarten Schnitten (Klüften, Schichtfugen usw.) begrenzt wird.

plante Balme zu halten, weil die Gesteinsplatten senkrecht zur Schieferung von ziemlich kräftig ausgebildeten Klüften in mittleren Abständen zerschnitten wurden; eine dieser Klufscharen verlief annähernd gleichgerichtet mit dem Hange.

Die Anlage von Nischen für Krafthausbauten wählt naturgemäß immer oberflächennahe Räume des Felsens aus; nur selten wird dort, wo natürliche Steilwände fehlen, ein Hangfuß soweit zurückgesprengt werden, daß die Nischenräume sich einigermaßen von der ursprünglichen Geländeoberfläche entfernen. Dieser Umstand unterstreicht besonders die Wichtigkeit der genauen Untersuchung der Klüftigkeit und Frische des Gesteins. Denn die Schnitte werden um so feiner und stören den Zusammenhang des Gesteins um so weniger, je weiter sie im Bergleib drinnen liegen. Es ist nicht allein die Verwitterung, welche sie in den oberflächlichen Schwarten des Felsens mehr oder weniger fugenartig öffnet und auf diese Weise und durch Anwitterung den Gesteinzusammenhang immer weitgehender unterbricht; sie wäre ja auch im vergletschert gewesenen Hochgebirge im allgemeinen weniger zu fürchten als im unvergletschert gebliebenen Gelände, weil das Eis die verwitterten Außenschalen der Felshänge meist restlos abgehoben und frisches Gestein bloßgelegt hat. Man muß vielmehr auch im eisgeschliffenen Gelände auf die Anzeichen und Spuren der Zerrungsvorgänge achten, welche Ampferer (3) und Stiny (4, 5) bereits mehrfach geschildert haben; sie greift oft viele Zehner, ja manchesmal sogar Hunderte von Metern tief in den Bergkörper ein (man vergleiche da auch die Erfahrungen bei der Einbindung des rechten Flügels der Packer Talsperre, Weststeiermark).

Vielfach haben Ausfällungen aus wandernden Lösungen alte Klüfte ausgeheilt und eine „Aderung“ oder „Netzung“ des Gesteins hervorgerufen. Bei der Anschätzung der Gebirgsfestigkeit solcher Bergarten mit verheilten Klüften spielt nicht allein die Festigkeit des Bindemittels in den ehemaligen Klufträumen eine wichtige Rolle, sondern in gleichem Grade die Stärke der Haftung der Ausfüllungsmasse an den Salbändern der ehemaligen Klüfte.

Schon diese kurzen und gewiß recht lückenhaften Bemerkungen über die geologischen Grundlagen des Einbaues von Krafthäusern in Nischen dürften zeigen, wie verantwortungsvoll die Aufgabe des Baugeologen ist, welcher ein solches Werk zu beraten hat. Demgemäß erfordern solche Planungen auch äußerst sorgfältige Untersuchungen des Felsens an Ort und Stelle. Es wird in den meisten Fällen nicht genügen, an der Hand eines Lageplanes im Maßstabe von mindestens 1:500 oder gar 1:100 das in Betracht kommende Gelände

geologisch in allen technisch wichtigen Einzelheiten genauestens aufzunehmen· man wird in der Regel ergänzende Schürfungen anordnen müssen; diese bestehen am zweckmäßigsten in Probesprengungen, welche größere Flächen des Felsens entblößen und seine Beschaffenheit aufzeigen sollen; außerdem empfiehlt sich die Anlage eines Versuchsstollens, den man mindestens ebensoweit vortreiben soll, als die spätere Nische in den Felsleib voraussichtlich zurückreichen wird. Man kann diese Vorarbeiten so ausführen, daß sie keine eigentliche Mehrleistung darstellen, sondern mehr oder minder ganz in den Rahmen der späteren Bauausführung fallen. Es ist selbstverständlich, daß bei diesen geologischen Untersuchungen auf die statistische Messung der Klüfte sowohl ihrer Richtung wie ihrem Abstände nach größtes Gewicht gelegt werden muß; vorkommende Störungen und selbst sehr schmale Zerrüttungsstreifen von wenigen Zentimetern Breite sind gewissenhaft ihrer Lage im Raume nach aufzunehmen; auch das Einfallen des Gesteins ist so oft als möglich zu messen. Man muß aus der Aufnahme eine vollständige, räumliche Vorstellung von dem Felskörper, seiner Lagerung und seiner Zerlegung in schnittbegrenzte Grundkörper erhalten; nur so gewinnt man die Möglichkeit, die Unstetigkeitsflächen des Berges in die technischen Pläne einzutragen und gemeinsam mit dem Ingenieur ihren Einfluß auf die Standsicherheit des auszuhöhlenden Nischenraumes zu erwägen. Untersuchungen der Gesteinsfestigkeit, Dünnschliff-Durchmusterungen, Beobachtungen über Verwitterungserscheinungen am gewachsenen Gestein und je nach der Art des Falles auch noch andere Untersuchungen werden die Aufnahmen vorteilhaft ergänzen.

Die bauliche Ausgestaltung des Nischenraumes ist natürlich in erster Linie Sache des planenden Ingenieurs; der Baugeologe wird ihn aber dabei in manchen grundsätzlichen Fragen beraten können. So z. B. bei der Entscheidung darüber, ob man den Nischenraum oder Teile desselben unverkleidet belassen darf oder nicht; ob nach Niederschlägen und während der Schneeschmelze Tropfwasser zu erwarten ist und in welchen Mengen; bejahendenfalls in welchem Umfange und in welcher Weise Entwässerungsmaßnahmen zu treffen sind. In vielen Fällen wird es genügen, die Firste der Nische mit einem Spritzbetonüberzuge gegen die Einwirkung von Luft und Wärmewechsel zu schützen; in anderen Fällen wiederum empfiehlt sich das Einziehen einer mehr oder minder dünnen Firstverkleidungsdecke. In ähnlicher Weise muß die Ausbildung der Rückwand und der Stöße (Seitenwände) besprochen werden. Der Einbau und die Anzahl von tragenden Pfeilern, ihre Bemessung usw. hängen von der Standfestig-

keit des Gebirges ab, über deren Grad der Baugeologe dem Ingenieur gewissenhafte Angaben zu machen hat; die Lehre vom Gebirgsdruck und von der Biegungsfestigkeit von Felskörpern spielt dabei eine entscheidende Rolle. Je mehr er dabei in technische Dinge eingeweiht ist und je mehr er von der Festigkeitslehre und der Baumechanik versteht, desto wertvoller werden seine Ratschläge für den Ingenieur sein; wie denn überhaupt der Baugeologe bestrebt sein muß, dem Ingenieur, den er berät, soweit als nur möglich ziffernmäßige Angaben zu machen; der Ingenieur ist nun einmal gewohnt, alles ziffernmäßig zu erfassen und überall zu rechnen; das unterscheidet ihn ja von dem gefühlsmäßig arbeitenden Bau-Handwerker. Nur derjenige Geologe, welcher sich dieser Grundforderung des Bauwesens weitgehend anzupassen vermag, ist ein wirklicher Baugeologe. Mit allgemeinen Redensarten und dehnbaren Angaben ist dem Ingenieur in der Regel nicht gedient.

Wien, im Feber 1940.

Schriftmachweis.

1. Josef Stiny: Geologie und Bauen im Hochgebirge. Geologie und Bauwesen, 6. Jhg. 1. H., S. 24—30 u. 2. H., S. 33—65, 1934.
2. Josef Stiny: Naturnahe Ausgestaltung von Felsböschungen. Die Straße, 1939, H. 18 (Baum und Strauch an der Straße), S. 62—64.
3. Otto Ampferer: Ueber Bergzerreißung. V. d. Reichsstelle f. Bodenforschung, Zweig Wien, 1939.
4. Josef Stiny: Faltungen und Ueberschiebungen durch Gleitung (Rutschung größten Maßstabes). Zentralblatt für Mineralogie usw. Jhg. 1929, Abt. B, H. 4, S. 116—125.
5. Josef Stiny: Die Gründung von Stauwerken und die Wahl der Baustelle. Geologie und Bauwesen, Jhg. 11, 1939, S. 50 ff. (vgl. Abb. auf S. 58).