

triebe atmosphärischer Bahnen bisher das Feld behauptete, will Ingenieur *Quaranta* die diesem System immer noch anhaftenden Uebelstände beseitigen, indem er nicht wieder eine einzige, geschlitzte Röhre anwendet, sondern Leit- und Druckröhren trennt, selbe nur an einzelnen Punkten in Verbindung setzt, an welchen die comprimirte Luft zur Wirkung auf ein Kolbensystem gelangt, an das der Zug angehängt ist.

Durch diese, hier nur im Principe angedeutete Disposition glaubt der Erfinder folgende Resultate zu erreichen:

Man kann die nothwendige Arbeit mit comprimirter Luft grösserer oder geringerer Spannung erhalten, indem die Zahl der in Wirksamkeit tretenden Kolben vermindert oder vermehrt wird.

Innert den Grenzen der disponiblen Kraft kann jede beliebige Kraft überwunden werden, da der Zug direct mit den Kolben in Verbindung steht.

An jedem Punkte der Bahn kann vor- oder rückwärts gefahren oder gehalten werden, und zwar wird die Aenderung der Bewegungsrichtung oder das Anhalten vom Zuge aus bewirkt.

Die Geschwindigkeit des Zuges lässt sich durch mehr oder minder Oeffnen der Ventile vom Zuge aus nach Belieben reguliren.

Durch die Detailanordnung ist die Expansion der Luft nutzbar gemacht.

Die flexible Verbindung des Kolbens gestattet ein Anschmiegen an Curven von kleinem Radius.

Die Luftverluste sind auf die kurze Strecke des Kolbensystems beschränkt.

Der Verfasser beurtheilt den Werth seiner Construction durch Vergleichung einer Splügenbahn seines Systems, bei Anwendung starker Steigungen und Curven und Vermeidung von langen Tunnels, mit dem Splügenproject des Ingenieurs *Vanotti* (lange Tunnel), und gelangt hiebei zu Resultaten, welche günstig für sein Project sprechen ($1/2 - 1/3$ Bauzeit, $1/3$ Baukosten).

Ingenieur *Quaranta* führt als weitem Vorzug des Systems an, dass sich bei Ausführung desselben gleichzeitig die Wasserkräfte der Alpenabhänge für industrielle Zwecke nutzbar machen liessen. Er verhehlt sich die Schwierigkeiten seines Systems, welche hauptsächlich in bedeutender Complicirtheit liegen, nicht, glaubt aber, dass es eine Vervollkommnung in dieser Hinsicht sei, und legt deshalb seine jetzige Anordnung dem Urtheile seiner Collegen vor.

* * *

Ueber das monolithische Verhalten der Trockenmauern.

*Ansichten eines Ingenieurs
über die Correspondenz in Nr. 3 der „Eisenbahn“.*

Ueber das monolithische Verhalten der Trockenmauern brachte die „Eisenbahn“ in Nr. 3 eine Abhandlung, welche uns Anlass gibt, darüber einige Ansichten kund zu geben.

Da die Herstellung der Trockenmauern gewöhnlich per Cubiceinheit nicht so grossen Kostenaufwand erfordert wie das Mörtelmauerwerk, ist die Anwendung ersterer bis zur Zulässigkeit und auch darüber ausgenützt worden. Die practischen Erfahrungen haben den zweckmässigen Anwendungen jedoch Grenzen gesteckt, welche je nach der Materialbeschaffenheit und der Inanspruchnahme des Constructionskörpers enger oder weiter zu ziehen sind. In den Normalien für Eisenbahnbauten finden wir deshalb gewöhnlich, dass die Grenzen bestimmt angegeben sind, innerhalb deren bei grösserer Wohlfeilheit der Baukosten Trockenmauern statt solcher in Mörtel anzuwenden sind. Beispielsweise bestimmen die Normalien für die *Brennerbahn*, welche unter *Etzel & Pressel* für die Bauausführung Gültigkeit hatten, folgendes:

„ $2/3$ -füssige, trockene Böschungsmauern sind zulässig an steilen Thalwänden, wo gutes Material zur Verfügung steht, jedoch nur bis zu 30 Fuss Höhe. Bei grösserer Höhe ist die Böschung solcher Trockenmauern zu brechen und der untere Theil mit $4/5$ -füssiger Anlage zu versehen.“

Ferner:

„ $1/2$ -füssige Trockenmauern sind zulässig, wo lagerhaftes, festes Einschnittsmaterial zur Verfügung steht und wo bei Raumbeschränkung die Anlage von Mörtelmauern aus andern Rücksichten zu kostspielig wäre, jedoch nur bis zu einer Maximalhöhe von 20 Fuss. Die Form ist aus Fig. 28 zu entnehmen. Bei sehr beschränktem Raume oder an steilen Bahnen sind sie bis zur Höhe der Bahnkrone aufzuführen, dann wird der Abstand der Mauerkrone von der Achse auf 14 Fuss erhöht; wo zulässig, sind sie aber mit 4 Fuss Anschüttung zu überdecken. Höhere Überschüttungen sind jedoch nicht gestattet.“ (Siehe *Brennerbahn-Normalien*.)

Die *Gotthardbahn*, gegen welche die Correspondenz in Nr. 3 gerichtet wird, hat in ihren bis jetzt aufgestellten Normaltypen für die Ausführung der Steinkörper mit einfüssiger Böschung eine Maximalhöhe von 15 m vorgesehen, für $1/2$ -füssig geböschte Trockenmauern ist die Maximalhöhe 6 m angenommen. Je nach dem angewendeten Böschungswinkel ändert sich die zulässige Trockenmauerhöhe. Daraus ist zu ersehen, dass die *Gotthardbahn* Steinkörper und Trockenmauerwerk durchaus nicht ausschliesst, und sie sogar bis zu 15 m Höhe (vertical gemessen, zur Ausführung vorsieht; bei steiler Böschung ist die zulässige Höhe aber bis zu 6 m herabgemindert.

Aehnlich sind die Bestimmungen anderer Bahnen, welche Trockenmauern und Steinsätze unter ihre Constructionen aufgenommen haben. Alle von uns bis jetzt angetroffenen Normen beruhen auf denselben Grundsätzen; sie erlauben nämlich die Anwendung von Trockenmauern in verschiedenen Böschungswinkeln, beschränken aber die Höhe der Construction, welche sich mit dem Böschungsverhältniss und der Materialbeschaffenheit (nach Form und Festigkeit) ändert.

Aus diesen Bestimmungen für Ausführung der Trockenmauern, welche von vielen hervorragenden Männern der Wissenschaft und Praxis als Norm hingestellt wurden, geht hervor, dass ihr Urtheil zumeist den wirklich practischen Erfahrungen entnommen ist und ziemlich übereinstimmt. Die Monoliththeorie über Trockenmauerwerk wird schwerlich auch in der Zukunft dazu beitragen, die während langjähriger Praxis erworbenen Ansichten umzustossen.

Dass Trockenmauern- und Mörtelmauerwerk nicht äquivalent sind, geht aus der Betrachtung der extremsten Anwendungen hervor. Diese sind für unsern Fall auf der einen Seite ein gewöhnlicher Dammkörper aus losem Material, auf der andern, ein gut zusammengefügtes Mörtelmauerwerk. Ist der Raum für eine Construction ersterer Art nicht vorhanden, so wendet man die letztere an, oder man wählt eine Ausführung, welche ihrer Qualität nach in der Mitte liegt und sich der einen oder andern der extremsten Constructionen mehr oder weniger nähert. Dem Dammkörper aus losem Material kommt in Qualität die Steinschichtung mit einfüssiger Böschung nahe, dem Mörtelmauerwerk entspricht annähernd sehr gutes Trockenmauerwerk. Solches kommt aber dem geschichteten Steinkörper wieder an Werth um so näher, je weniger das Material ausgesucht und mit Sorgfalt bearbeitet werden kann.

Nach der Theorie des monolithischen Verhaltens von Trockenmauern würden die letztern die gleichen Widerstandsfähigkeiten in sich aufnehmen wie das Mörtelmauerwerk; in der Wirklichkeit ist dieselbe aber geringer als bei letzterem, was schon aus der Ursache herzuleiten ist, dass der Mörtel die Cohäsion der Mauertheile unter sich vermehrt und den Druck gleichmässig auf die Unterlage vertheilt.

Die Gründe, dass der Mörtel schlecht gemacht werde und dass der Verband bei Trockenmauern besser hergestellt werden könne, sind nicht stichhaltig, da schlechte Arbeit beim Trockenmauerwerk ebenfalls den Werth desselben herabsetzt.

Nach der angewandten Theorie könnten Pfeiler und Widerlager von Brücken ebenfalls mit Vortheil trocken gemacht werden. Wenn es auch bei ganz kleinen Strassenobjecten hie und da vorkommt, dass Trockenmauern sich bewähren, so bleibt die Anwendung rationeller Weise stets eine beschränkte und auf solche Fälle reducirt, wo die Mauerhöhe gering ist, die Steine sehr gut sind und die Böschung nicht sehr steil angelegt ist.

Bei Eisenbahnbauten, wo die Stosswirkungen der Fahrzeuge in Betracht zu ziehen sind, muss die Anwendung noch mehr Einschränkung finden. Ebenso ist nicht zu übersehen, dass bei Trockenmauerwerk die Steine nur an einzelnen Punkten sich berühren und somit der übertragene Druck auf einen nur theilweise aufliegenden Stein weit heftiger wirkt, als bei solchen, die in Mörtel gebettet sind und wo der Druck sich auf die ganze Auflagerfläche vertheilt.

Aus dem Mangel der Auflagerflächen der einzelnen Theile der Trockenmauern erklärt sich das Brechen der Steine bei grosser Belastung respective grosser Mauerhöhe.

Unsere Ansicht geht dahin, dass man Trockenmauerwerk nur anwenden soll, wo die Stabilität und Widerstandsfähigkeit nicht in Zweifel gezogen werden kann und wo auch zugleich ein ökonomischer Effect erzielt wird; man soll aber dann auf den fraglichen Monolith der Trockenmauer verzichten, wenn Practiker davon abrathen, denn in solchen Fällen ist es zum Mindesten ein gewagtes Experiment, das den Bauherrn theures Lehrgeld kosten kann.

In dieser Rücksicht wird es die bundesrätliche Commission unterlassen haben, auf die Trockenmauer-Details ihre Berathungen auszudehnen und es dem Baumeister zu überlassen, die Construction den örtlichen Verhältnissen anzupassen.

Wir müssen der Commission hierin auch Recht geben, wenn sie gewagte Hypothesen unberücksichtigt liess.

Wir können unsere Ansichten nicht schliessen, ohne einen sehr bemerkenswerthen Satz anzuführen, welchen Herr Professor Culmann einst angewendet hat, um seine Hörer zu warnen, die Theorie ohne deren practische Erprobungen leicht hin anzuwenden. Er gebrauchte folgende schlagende Wahrheit, welche immer Wiederhall findet, wenn man geneigt ist theoretischen Essais allzu leicht Vertrauen zu schenken:

„Meine Herren! Nach der Theorie könnten Sie Backstein auf Backstein so hoch wie der Strassburgermünster auf einander setzen, ohne dass das Gebilde umstürzt; wenn Sie diess aber in der Praxis versuchen, so werden Sie nicht weit über Zimmerhöhe Ihre Arbeit fortsetzen können.“

Herr Professor Culmann hat seinen Schülern durch bildliche Darstellung in dem obigen Satz eine Lehre mit auf den Lebensweg gegeben, welche Jedem nützen kann und die sich gewiss diejenigen am meisten zu Herzen nehmen, welche dem Bauherrn für ihre Arbeit verantwortlich sind.

Wir betrachten es zwar nicht als gefährlich, die Trockenmauern als Monolithe zu prämiiren, denn der Glaube wird durch den in Nr. 3 gegebenen Beweis nicht erstarkt sein und somit ist Capital vorerst noch nicht in Frage, wenn auch die Wissenschaft um eine labile Theorie reicher ist.

* * *

Schweizerische Ausstellung in Philadelphia

Ingenieurwesen.

Cat. Nr. 230. Regierung des Cantons St. Gallen.

III.

Das Strassennetz des Cantons St. Gallen.

Der Canton St. Gallen hat einen Flächeninhalt von 1940 □ Kilometer.

Hievon gehören:

circa 30 % dem Hochgebirge,

„ 40 % den Vorbergen,

„ 30 % dem Hügelland.

Der tiefste Punkt (Bodensee) liegt 398 und der höchste (Ringelkopf) 3249 ^m über dem Meer.

Die Zahl der Bewohner ist 200 000.

Die Configuration des Terrains ist vorwiegend diejenige des Hochgebirges und der Vorberge.

Die Hauptthäler bilden der Rhein, die Thur und die Linth. Diesen entlang gehen auch die Hauptverkehrsadern; eine Ausnahme verursacht die gewerbsame Hauptstadt St. Gallen, welche zwischen Rhein- und Thurthal einen Hauptstrassenknoten bildet. An die wesentlichsten Verkehrsadern

lehnt sich das Strassennetz, wie die Karte zeigt, in engen Maschen an, während über die Wasserscheiden und in die Seitenthäler, namentlich im Gebirge, die Strassenäste sich spärlicher ausbreiten und die Maschen des Netzes grösser werden.

Das Strassennetz kann bezüglich der Bedeutung, Art und Weise der Unterhaltung und Construction in drei Classen eingetheilt werden, nämlich

I. Hauptstrassen (sogenannte Staatsstrassen).

II. Gemeindestrassen.

III. Communicationsstrassen.

Eine weitere IV. Classe, sogenannte Güter- oder Feldstrassen fallen hier ausser Betracht.

Characteristik der verschiedenen Strassen. — Bau derselben.

I. Classe. Hauptstrassen.

Deren Bedeutung liegt schon im Namen. Sie dienen vor Erstellung der Eisenbahnen in erster Linie und hauptsächlich dem Handel und Verkehr. Manche von ihnen haben allerdings seither durch die Eisenbahnen wesentlich an ihrer früheren Bedeutung eingebüsst.

Dieselben werden ausschliesslich auf Kosten des Staates unterhalten, oder, wo es nothwendig wird, corrigirt.

Einige derselben, wie z. B. St. Gallen-Oberbüren-Wyl sind in der Mitte des XVIII. Jahrhunderts erstellt worden, andere, wie die Rheinthalstrasse, in den ersten Jahrzehnten des laufenden Jahrhunderts; die Sitterbrücke 1811. Die meisten und wichtigsten aber wurden im Jahre 1834 durch den Staat, von Gemeinden und Corporationen, welche dieselben vorschriftsgemäss herstellen mussten, übernommen und seither vom Staat vielfach corrigirt oder gänzlich neu gebaut.

Zu den 1834 als Staatsstrassen erklärten Hauptstrassen gehören:

St. Gallen-Rorschach-Rheinthal-Ragaz (St. Gallen-Chur), Sargans-Wallensee. St. Gallen-Oberbüren-Wyl (Zürcherstrasse). Gossau-Flawyl-Wyl (Zürcherstrasse). Flawyl-Lütisburg (Toggenburgerstrasse). Wyl-Wattwyl-Wildhaus-Rheinthal (Toggenburgerstrasse). Wattwyl-Rapperswyl (Hummelwald). Wattwyl-Utznach (Hummelwald). Weesen-Utznach-Rapperswyl (Gaster). St. Gallen-Lömmiswyl (Thurgauerstrasse).

Zu denselben sind seit 1834 noch hinzugekommen, respective ebenfalls als Hauptstrassen erklärt worden:

Winkeln-Peterzell-Lichtensteig. St. Gallen-Speicher. Utznach-Wald. Rapperswyl-Rüti. Gossau-Hauptwyl (Bischofzellerstrasse). St. Gallen-Teufen (Appenzellerstrasse). St. Gallen-Heiden. Hufteggstrasse.

Von oben genannten Hauptstrassen wurden corrigirt oder neu gebaut:

1834 und 1835 Gossau-Lichtensteig-Wildhaus, Wyl-Wattwyl-Rieken.

1836 Wildhaus-Rheinthal.

1839 bis 1842 St. Gallen-Rorschach-Staad.

1841 und 1842 St. Gallen-Vögelinsegg.

1842 und 1843 Peterzell-Lichtensteig.

1843 Sargans-Tardisbrücke.

1845 Weesen-Utznach.

1849 bis 1859 St. Gallen-Lömmiswyl.

1863 bis 1867 Hufteggstrasse.

II. Classe. Gemeindestrassen.

Diese Classe Strassen verbindet grössere Ortschaften unter sich oder mit den Hauptstrassen und Bahnstationen.

Dieselben werden ausschliesslich von den Gemeinden erstellt und unterhalten, immerhin unter Aufsicht des Staates. Nur bei ganz ausnahmsweise schwierigen Verhältnissen hat der Staat einen Beitrag bis auf einen Drittel geleistet, wie z. B. Altstätten-Trogen, Ragaz-Vättis, Wels-Weistannen, Wyl-Bronschhofen.

III. Classe. Communicationsstrassen.

Dieselben verbinden kleinere Ortschaften, Weiler und Höfe mit der II. und I. Strassenklasse, sowie mit Bahnstationen.

Sie werden entweder von kleineren Ortschaften, Corporationen oder, und zwar meistens, von den Privaten unterhalten.

der Regel erst dann, wenn die Erstgenannten sich überzeugen mussten, dass es Materien gebe, welche ausserhalb ihres Gesichtskreises liegen und die zu ermitteln sie trotz ihrer übrigen Einsicht und Fähigkeiten, nicht im Stande seien. Dann finde aber die Beiziehung von technischen Experten gewöhnlich erst zu einer solchen Zeit statt, wo an der Unglücksstätte nichts mehr constatirt und ermittelt werden kann, so dass die wirklichen Ursachen oft nicht aufgeklärt werden können.

So verhalte es sich nun, so viel bekannt, auch im vorliegenden Falle in Wädensweil, während früher, nach Veröffentlichung des Systems, die grössten wissenschaftlichen Autoritäten um ihr Urtheil angegangen worden seien. Das Material sei mit gerichtlichem Beschlag belegt, so dass bis jetzt von wissenschaftlicher Seite aus nichts untersucht werden konnte. Wenn nun auch später noch eine Untersuchung in solchem Sinne stattfinden sollte, so wären voraussichtlich die Spuren sowohl an der Bahn wie an der Locomotive und deren Bestandtheilen derart verwischt, dass von einer Constatirung der wirklichen Ursache des Unglücks wohl schwerlich mehr die Rede sein kann. Nachdem eine Reihe ähnlicher Fälle hervorgehoben worden, bei welchen in solch unzweckmässiger Weise vorgegangen wurde, stimmte die Versammlung der aufgestellten Ansicht bei, dass es Pflicht der Mitglieder des Vereines sei, gegen eine solche Nichtachtung der Techniker Seitens der Behörden nach Kräften zu opponiren und die Stellung der Technik zu wahren.

Entgegen dieser Anschauung sprach sich Herr Professor Pestalozzi in dem Sinne aus, dass allerdings schon verschiedene Fälle vorgekommen sein dürften, bei denen in der gerügten Weise vorgegangen wurde und die zu der Vermuthung führen können, dass es sich auch hier so verhalte, dass aber doch keine genügende Sicherheit vorhanden, dass dem wirklich so sei.

Das Präsidium wünschte nun noch die Frage beantwortet zu sehen, was die Veranlassung zum Durchgehen der Locomotive und damit zu dem bedauerlichen Unglück auf der Wädensweilerbahn gebildet habe.

Hierüber wird sowohl von den Herren Ingenieur Schmid Oberingenieur Maey und Oberingenieur Tobler betont, dass bei allen solchen Unglücksfällen in der Regel ein Zusammenwirken mehrerer ungünstiger Umstände stattfinde, und selten einer einzigen Ursache die Schuld beigelegt werden könne; dass es überhaupt meistens sehr schwer falle, die wahren Ursachen zu ermitteln, namentlich wenn von den Behörden in oben angeführter Weise Beschlag auf die betreffenden Gegenstände gelegt werde.

Die Obgenannten stimmten alle in der Ansicht überein, dass in vorliegendem Falle die vorhandenen Bremsvorrichtungen hätten genügen sollen, wenn nicht solche aus bis jetzt unaufgeklärten Ursachen abgeschwächt worden wären.

Auch wurde besonders hervorgehoben, dass das Unglück an und für sich mit dem System Wetli in keiner unmittelbaren Berührung stehe und man daher der vielfach gehörten irrigen Ansicht, das System als solches dafür verantwortlich machen zu wollen, entgegenzutreten müsse.

Hr. Ober-Ing. Maey tritt sodann speciell auf die Thalfahrt ein und beschreibt dieselbe; er zeigte namentlich, wie im Anfang auf eine Länge von circa 400 Meter die Fahrt ganz regelmässig und langsam vor sich gegangen; wie er, bei der gemachten Beobachtung, dass sich die Schnelligkeit in etwas vermehrt habe, sogleich die am Wagen befindliche Bremse habe stärker anziehen lassen. Sowie er bemerkte, dass Maschinenmeister Haueter Gegendampf gebe, scheinbar ohne Wirkung, habe er die Wagenbremse durch seine Leute noch mehr anziehen lassen, so dass der Wagen auf der ganzen Fahrt gezogen worden sei. Die Hoffnung auf der Horizontalen der Station Samstager die Locomotive zum Stehen zu bringen, habe sich nicht erfüllt, obschon die Geschwindigkeit etwas nachgelassen habe. Ueberhaupt schätzt der Redner die Geschwindigkeit in dieser ersten Periode bis Samstager auf nur etwa 60 Kilometer. Von Samstager hinweg habe dieselbe aber bedeutend zugenommen und sei auf vielleicht 120 Kilometer gestiegen. Noch wäre es möglich gewesen, den Wagen von der Locomotive abzukuppeln und sich zu retten, er hätte diess jedoch nicht für passend gehalten. Unterhalb Burghalden habe der Wagen sodann furchtbare Schwankungen angenommen und sei nach

mehreren äusserst heftigen Stössen plötzlich stille gestanden. In diesem Moment, welchen er und Wetli zum Absteigen benutzten, habe sich auch die Schnelligkeit der Locomotive so verringert gehabt, dass er hoffte, dieselbe werde glücklich in den Bahnhof Wädensweil gelangen. Bei der Entgleisung habe die Schnelligkeit überhaupt nur noch etwa 60—70 Kilometer betragen, während sich dieselbe sodann auf der nur noch kurzen Distanz von 1 Kilometer bis Wädensweil wieder bis auf circa 120 Kilometer vergrössert hätte.

Auf diesen Moment der Katastrophe möchte derselbe ganz besonders aufmerksam machen, wenn zur Untersuchung der Angelegenheit vielleicht noch eine technische Expertise vorgenommen werde.

Nachdem der früher bestellten Commission nun noch ihr Mandat für Vornahme von Versuchen mit diesen Special-Bahnsystemen erneuert wurde, wurde derselben gleichzeitig auch die angeregte Frage über das bei Bergbahnen nothwendige Verhältniss der Anzahl von Bremsen zu der Wagenzahl der Züge, so wie über die Construction dieser Bremsen zur Untersuchung und Bericht überwiesen, und schliesslich vom Präsidium dem Referenten, wie den übrigen Rednern ihre Mittheilungen, so wie den Vereinsmitgliedern ihr äusserst zahlreiches Erscheinen verdankt.

* * *

Ueber das monolithische Verhalten der Trockenmauern.

(Correspondenz.)

In neulichen Erörterungen über die vorgeschlagenen Constructionsweisen für die Stütz- und Futtermauern der Gottshardbahn, ob Mörtel- oder Trockenmauerwerk, ist unseres Erachtens das letztere um einige gute Motive zu kurz gekommen. Vorzugsweise wurde geltend gemacht: „dass bei den Trockenmauern die Steine nicht durch Mörtel zu einem Monolith verbunden werden, sondern nur durch Druck und Reibung zusammenhalten“, und daraus geschlossen, dass überhaupt trockenes Mauerwerk nur gegen geringen Druck, wie etwa bei Futtermauern, Anwendung finden könne.

Es sei uns gestattet, gegenüber dieser Beurtheilung eine entgegengesetzte Anschauung zu begründen, nämlich:

Dass Trockenmauern dem Erddruck ganz eben so gut wie Mörtelmauern als Monolithe entgegen wirken, dass überhaupt aus statischen Gründen eine Trockenmauer einem bestimmten Erddruck mit gleicher Sicherheit widersteht, wie eine Mörtelmauer von gleichem Querschnitt.

Die Stabilität irgend einer Mauer, die einem bestimmten Erddruck zu widerstehen hat, besteht in der Erfüllung zweier Bedingungen:

dass erstens die Mauer nicht hinausgeschoben werde, d. h. dass der in der Richtung senkrecht zur Druckfläche entstehenden scheinenden Kraft durch innere Kräfte das Gleichgewicht gehalten werde — bei Mörtelmauern ist es die Festigkeit des Mörtels, bei Trockenmauern die durch das Mauergewicht erzeugte Reibung, bei schiefen Mauern überdies noch eine Componente des Mauergewichtes, welche diesen Widerstand leisten,

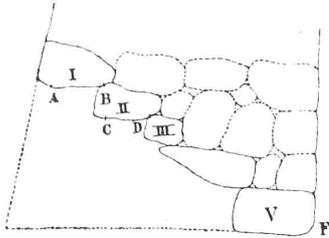
dass zweitens die Mauer nicht umgeworfen werde, d. h. dass das Moment des Mauergewichtes, bezogen auf den vordern Fusspunkt der Mauer, dem Moment des Erddruckes zum Mindesten gleich sei.

Die nach erster Bedingung berechnete Mauerstärke fällt gewöhnlich bei schiefen Mauern so zu sagen immer kleiner aus, als diejenige, die der zweiten Bedingung genügt. Es ist somit überhaupt die zweite Bedingung die wichtigere. Um aber auch hinsichtlich der ersten Bedingung Trocken- und Mörtelmauer zu vergleichen, genügt es zu erwägen, dass bei Trockenmauern die ineinander greifenden Unebenheiten rauher Steine, einen mindestens eben so grossen Reibungswiderstand zu erzeugen fähig sind, als bei Mörtelmauern die Abscheerungsfestigkeit des Mörtels leisten kann, namentlich wenn derselbe, wie es gewöhnlich der Fall, der äussern Kraft schon widerstehen soll, wenn er noch nicht erhärtet ist. In diesem Falle wird er wohl eher als Schmiermittel denn als widerstehende Potenz wirken.

Bezüglich der zweiten Bedingung, Sicherheit gegen Umwerfen, ist nothwendig, dass die Mauer mit dem Moment ihres

Gewichtes, d. h. mit dem Gewicht mal dem Horizontalabstand des Schwerpunktes der Mauermaße vom vorderen Fusspunkt, dem Erddruckmoment in gleicher Weise entgegenwirke, wie es ein Monolith, ein zusammenhängender Körper thun würde. In dieser Hinsicht scheint nun allerdings auf den ersten Blick eine Mörtelmauer dem Ideal eines Monolithes näher zu stehen als eine Trockenmauer, welche, sobald es wirklich zum Einsturz kommen sollte, nichts weniger als ein regelrechtes Umkanten, vielmehr ein regelloses in sich selbst Zusammenfallen zeigen würde. Es ist aber auch nicht dieser Fall, sondern vielmehr das statische Verhalten im Falle des Gleichgewichts massgebend, um eine Mauer als Monolith beurtheilen zu können.

Zu dieser Beurtheilung hilft nun folgende Betrachtung:



Ein Stein *I* in der hintern Mauerflucht wird sein eigenes Gewicht und dasjenige der auf ihm ruhenden Mauermaße im Allgemeinen in zwei hervorragenden Auflagerpunkten *A* und *B* auf die unterhalb gelegenen Mauertheile übertragen. Der Effect des Erddruckes auf diesen Stein und die von ihm getragene Mauermaße wird aber der sein, dass je grösser der Erddruck, um so mehr der hintere Auflagerpunkt *A* entlastet und das ganze Gewicht mehr und mehr nur im vorderen *B* wirksam wird. Diese unter dem Einfluss des Erddrucks stehende Mauermaße kann auf die weiter nach vorn gelegenen Mauertheile nicht eher eine umstürzende Tendenz ausüben, als bis ihr ganzes Gewicht nur im Auflagerpunkt *B* zur Wirkung kommt und hier den Stein *II* belastet. Diese ganze Mauermaße, welche auf *I* ruht, verbunden mit derjenigen, welche ihr Gewicht auf den Stein *II* stützt, sammt den Steinen *I* und *II* selbst, bilden also im äussersten Falle des Gleichgewichts zusammen schon einen Monolith. Es lagert aber auch der Stein *II* das ganze Gewicht dieses Monolithes im Allgemeinen auf zwei Auflagerpunkte *C* und *D*, von denen aber im äussersten Falle des Gleichgewichts wieder *C* vollständig entlastet ist, und dafür das volle Gewicht in *D* wirkt und sich hier auf einen dritten Stein *III* überträgt, mit dem und dessen directer Belastung vereinigt die vorige Masse neuerdings einen Monolith bildet. Dieses Argument weiter verfolgend, gelangen wir endlich zu dem Vorsetzstein *V* in der vorderen Mauerflucht, der im äussersten Gleichgewichtsfall, das heisst eben bevor der Einsturz beginnen würde, in seinem vorderen Fusspunkt *F* das ganze Gewicht der Mauer bis und mit den Steinen *I*, *II*, *III*, ... *V*, wie dasjenige eines Monolithes auf die Unterlage überträgt, und der Einsturz wird nicht erfolgen, wenn dieses Gewicht, multiplicirt mit seinem Hebelarm bezüglich *F* als Drehpunkt, durch das Moment des Erddrucks nicht übertroffen wird.

Sehen wir zu, welcher Vortheil, gegenüber dieser Leistung einer Trockenmauer, durch eine Mörtelmauer von ganz derselben Structur geboten würde. Dieser Vortheil könnte höchstens darin bestehen, dass der keilförmige Mauertheil, der unterhalb der Steine *V*, ... *III*, *II*, *I* liegt, also nicht mehr durch successive Ueberbindung getragen wird, vermöge der Zugfestigkeit des Mörtels an diesen Steinen hängen bliebe, wodurch das wirksame Mauergewicht und sein Moment etwas vergrössert würde. Es ist aber bekanntlich nicht üblich in Mauerwerken, dem Mörtel irgend welche Zugfestigkeit zuzumuthen und dies kann hier um so weniger geschehen, als im Eisenbahnbau gewöhnlich die Nachfüllung der Dämme in gleichem Masse wie die Aufführung der Stützmauern fortschreitet, so dass diese letztern schon den vollen Erddruck auszuhalten haben, bevor ihr Mörtel Zeit gefunden, gehörig zu erhärten.

Wir sind darum wohl berechtigt, die statische Wirksamkeit einer trockenen Stützmauer als derjenigen einer in Mörtel aus-

geführten vollständig ebenbürtig zu bezeichnen, so dass eine Mauerstärke, die einem bestimmten Erddruck gemäss berechnet worden ist, ganz gleich gut auf Trocken- wie auf Mörtelmauerwerk anwendbar ist.

Die vorige Betrachtung lässt uns auch sofort erkennen, welche Eigenschaften eine Trockenmauer und gleicherweise auch eine Mörtelmauer „gut“ machen, d. h. zu möglichst grosser Widerstandskraft bei gegebener Mauerstärke befähigen. Es ist vorerst zu verlangen, dass der verlorene Mauerkeil, d. h. der unter den Steinen *V*, ... *III*, *II*, *I* gelegene Theil möglichst klein ausfalle. Dazu hilft einzig ein möglichst vollkommener Querverband, d. h. möglichst grosse Zahl und Länge der Binder. Namentlich gilt dies für die untersten Schichten, für welche das Verhältniss zwischen Mauerstärke und Erddruck am Ungünstigsten ist. Es ist übrigens leicht, in dieser Beziehung grosse Vollkommenheit zu erreichen, denn schon die geringste Ueberbindung genügt, wie unsere Figur zeigt, um die untere Grenzfläche des monolithischen Theils der Mauer sehr flach zu machen. Weiter hilft zu möglichst vollkommener Ausnutzung des Mauergewichtes die Vollkantigkeit der Vorsetzsteine in der vordern Mauerflucht, denn nur unter dieser Voraussetzung kommt der Drehpunkt *F* der Momente wirklich in die vordere Mauerflucht zu liegen, und wird also der Hebelarm des Mauergewichtes möglichst gross.

Nachdem die aus statischen Gründen gegen die trockenen Stütz- und Futtermauern erhobenen Bedenken widerlegt sind, mögen noch einige practische Verhältnisse hervorgehoben werden, die wohl geeignet scheinen, diese Constructionsart als gerade für den Eisenbahnbau besonders passend und nützlich zu empfehlen.

Die oben erwiesene statische Gleichwerthigkeit beider Mauerarten stützt sich auf die Voraussetzung gleicher Structur; es darf aber wohl behauptet werden, dass im Allgemeinen die Structur einer Trockenmauer eine bessere sein wird.

Gar mancher Stein erhält in der Mörtelmauer eine Lage, die er nicht behalten könnte, wenn nicht der Mörtel ihn vorübergehend fest kittet würde. Gar manches Loch wird mit elendem Schutt ausgefüllt und schnell, wenn etwa ein Bauführer in Sicht, mit einem Kübel Mörtel zu einer schönen Sichtfläche verkleistert. So dient der Mörtel, statt als satt ausfüllendes Bindemittel, sehr oft nur als Schönheitspflaster für alle möglichen Fehler der Structur. Anders ist es bei der Trockenmauer, wo kein Stein ausser in der naturgemässen Lage hält, wo stets der ganze Verband der Aufsicht offen da liegt, hier muss besser gearbeitet werden.

Auch als Einwendung gegen die Trockenmauern werden die lockernen Wirkungen der Erschütterungen durch fahrende Züge angerufen. Solche Lockerungen zeigen sich freilich bei Mörtelmauern, wie am Mauerwerk mancher offener Dohlen und Durchfahrten in der Nähe der Auflagerquader, ja sogar am Riegelwerk mancher neben der Bahn stehender Wärterhäuser zu bemerken ist, aber eben dieser Umstand empfiehlt die Trockenmauern, bei denen nichts da ist, das wie der Mörtel der Auflockerung fähig wäre, bei denen vielmehr in der Ausfüllung der Fugen mit Moos ein treffliches Mittel gegeben ist, die Erschütterungen zu mildern und ihre Fortpflanzung zu beschränken.

Endlich bleibt auch der billigere Preis des Trockenmauerwerks noch in die Waagschale zu legen, indem Trockenmauerwerk von bester Qualität, pro Cubicmeter 7—8 Fr. billiger zu stehen kommt, als Mörtelmauerwerk, was bei so grossen Quantitäten wie sie z. B. bei der Gotthardbahn vorkommen, einer beträchtlichen Ersparnis entspricht.

* * *

Die eidgenössische Festigkeitsmaschine!

Vortrag im technischen Verein Winterthur, 22. December 1876.

(Früherer Artikel Bd. II, Nr. 26, Seite 293)

Von obiger Maschine publicirte Herr Prof. Kronauer sel. einen hübschen Atlas mit ausführlicher Beschreibung, welcher wir einige Daten entnehmen. Nachdem Herr Kronauer mittelst geschichtlicher Einleitung gezeigt, wie sich das Bedürfniss nach einer Festigkeitsmaschine besonders beim Brückenbau schon früher herausgestellt und wie nach und nach durch Gebrauch