No. 2532.

Eingegangen 29. Juli 1848
M. f. J.
II. No. 2.

Vergleich einer Dampfmaschine

mit

einer Wassersäulenmaschine

in ihrer Anwendung beim Bergbau

Examenarbeit

von

Raimund Anschütz

Im bergacad. Lehrjahre
18 47/48

0

SLUB
Wir führen Wissen.
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
FREIBERG

B B A Freiberg
18.718411
4°

SLUB
Wir führen Wissen.
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK FREIBERG

Die gute Mutter Natur liefert uns armen Menschen freiwillig ihre Kräfte, und wir benutzen sie ohne Weiteres zu unseren Zwecken. Was wären wir, wenn wir nicht gelernt hätten, das Wasser zu bändigen und zu leiten, zu zwingen sich selbst zu vernichten und, gebannt in die Schaufeln des mächtigen Rades, die Künste zu treiben. Was wär unser Fabrikwesen, eh wir lernten, die Alles zerstörende Gewalt des Dampfes zu bannen in enge Räume und für diesen den Weg vorzuschreiben, der uns dienlich schien zu unseren Zwecken. Und Alles dies liefert uns dieses einzige Element, das Wasser, und wie weise ist die Einrichtung der Natur, daß diese Kraft überall vorhanden und bereit ist, dem Menschen sich zu unterwerfen. Diese Kraft bewegt die beiden Maschinen, deren Erfindung dem menschlichen Verstande zur höchsten Ehre gereicht, die Dampfmaschine und die Wassersäulenmaschine. Es ist gewiß ein eigenthümliches Gefühl, welches sich des Menschen bemächtigt beim Anblick einer Dampfmaschine, wenn er sieht und staunt, wie so ein niedliches Ding, das oft mehr zum Staat und Putz errichtet worden zu sein scheint, sein mächtiges Spiel beginnt, und sich doch von einem einzigen Punkt

seines

beherrschend lenken läßt.

Wie schon angedeutet sind die Anwendungen, welche diese Maschinen im Fabrikwesen hervorbrachten, sehr bedeutend und erfolgreich gewesen, und auch der unterirdischen Thätigkeit wurde Vorschub geleistet, dem Schooß der Erde die Schätze zu entreißen. Es ist interessant, die Anwendung dieser Maschinen welche in dieser Beziehung bei dem Bergbau gleichsam rivalisiren, zu betrachten und ich habe mir daher die Aufgabe gestellt die Benutzung beider Maschinen zu den verschiedenen Zwecken und unter den verschiedenen Verhältnissen zu betrachten. Um aber können dies zu thun, muß ich vor Allem die Kräfte näher betrachten welche in jeder der Maschinen wirksam sind.

Die beiden Kräfte stammen von ein und demselben Körper her, vom Wasser, und sind nur die Wirkungen desselben in verschiedenen Aggregatzuständen. bei der Dampfmaschine ist das Wasser durch Erwärmung gasförmig geworden und hat dadurch die Eigenschaft erlangt, mit mächtiger Gewalt sich auszudehnen, so lange nicht ein übergroßer Widerstand entgegentritt. Wie schon erwähnt, wird dieser gasförmige Zustand des Wassers durch Erwärmung hervorgebracht, und wir nennen das Produkt dieses Prozesses Dampf. Zu dessen Bildung wird nichts weiter erfordert, als, bei den gewöhnlichen Verhältnissen, wo nur der Druck der Atmosphäre

vorhanden ist, eine Temperatur von 80° R oder
100° C. Solange diese Bedingung unerfüllt
bleibt, ist auch die Dampferzeugung eine
unvollkommene; es entweicht als sich Was-
serdunst (der sich schon bei gewöhnlicher Luft-
temperatur bildet), welcher nur geringe
Expansivkraft besitzt, daher zu unseren Zwecken
untauglich ist, weil er den Druck einer
Atmosphäre nicht überwinden oder ihm
wenigstens das Gleichgewicht halten kann.
Dies kann jedoch auch eintreten, wenn
die Temperatur die verlangte, 100° C, ist,
wenn nämlich ein Druck, größer als der
der Atmosphäre, auf der Wasserfläche
ruht. Dieser Druck setzt dem Aufsteigen
der Dampfblasen einen Widerstand ent-
gegen und hindert sie daran. Das Wasser
wird daher nicht eher zum Kochen kommen
als bis die Temperatur so hoch ist, daß sie
den Dämpfen eine Expansivkraft ertheilt,
welche den Druck überwindet. Dieser
Druck ist demnach sehr einflußreich.
Unter der Luftpumpe kocht das Wasser
schon bei gewöhnlicher Temperatur, im
Papinischen Topfe dagegen erst bei
150° C. — Ist der Zustand des Kochens
einmal eingetreten, so nimmt das
Wasser selbst keine höhere Temperatur
an, sondern alle Wärme, die man zuführt,
sie mag noch so bedeutend sein, wird
blos dazu verwendet, Dampf zu bilden.
Wird daher der Druck, welcher auf einer
Wasserfläche ruht und der eine höhere

Temperatur

Temperatur zum Kochen bedingte, entfernt, so tritt sofort eine sehr heftige Dampfentwickelung ein, da alle Wärme, welche das Wasser über dem Siedepunkte, der dem gewöhnlichen Barometerstande von 28" hat, jetzt zur Dampfbildung verwendet wird.

Wird die Dampfbildung durch einen Druck verhindert oder auf eine höhere Temperatur hinausgerückt, so hat der Dampf selbst auch eine grössere Expansivkraft, da er diesen Druck erst überwinden muss. Je höher also die nöthige Temperatur, desto grösser die Spannkraft. Ein so erzeugter Dampf, (der dann auch die Temperatur annimmt) wird ein gesättigter genannt, und er hat bei einer gewissen Temperatur und Spannkraft stets ein gewisses Volumen, und beide verändern sich mit einander. Wird das Volumen vergrössert, so wird die Spannkraft verringert; wird dagegen das Volumen vergrössert, so schlägt sich ein Theil Dampf nieder, und zwar so viel, dass der übrig bleibende die frühere Spannung besitzt.

Jedoch kann man einen Dampf durch Erhitzen im geschlossenen Raume auf eine Temperatur bringen, die höher als die ihm zukommende ist. Man nennt einen solchen Dampf einen überhitzten.

Wie schon erwähnt kann man leicht einen Dampf von hoher Temperatur erzeugen, wenn man nur der Bildung desselben den gehörigen Widerstand entgegensetzt. Dabei wächst die

Spannkraft nicht proportional der Wärme zunehme, sondern in geometrischem Verhältnisse; so daß bei hoher Temperatur schon wenig Grade hinreichend sind, die Spannung um eine Atmosphäre zu vermehren. Man berechnet nämlich die Spannkraft nach Atmosphären und sagt, dieser Dampf habe eine Spannung von so und so viel Atmosphären; da aber der Druck letzterer auf einen Quadratzoll ca. 15. ℔ ist, so wird man den Dampfdruck auf dieselbe Fläche finden, wenn man die Atmosphärenanzahl mit 15 multiplizirt. Statt der Atmosphäre nimmt man auch eine Quecksilbersäule von 28 Zoll als Einheit an, weil beides auf dasselbe heraus kommt. Man benennt dann den Dampf nach der Anzahl Quecksilbersäulen (oder Zollen), deren Drucke er das Gleichgewicht hält.

Ich glaube, daß Betrachtungen werden hinreichend sein, die Eigenschaften des Dampfes etwas kennen zu lernen. Mich über die übrigen Verhältnisse desselben, über seine Dichtigkeit bei höherer Temperatur, seine Wärmemenge etc. auszusprechen, würde dem Thema zu entfernt liegen.

Man wird aus dem Vorhergehenden nun leicht beurtheilen können, was bei einer Maschine, wo Dampf als wirkende Kraft auftritt, beobachtet

werden

werden muß, und man wird dabei auch später sehen, was einige Schwierigkeiten in den Bau der Dampfmaschine bringt. Um ganz vollkommene Wirkung des eingeschlossenen Dampfes zu erlangen, müssen alle Theile, welche bestimmt sind, ihn in sich aufzunehmen, gehörig dicht sein. Bei dem Kessel und überhaupt bei festen, nicht beweglichen Theilen der Maschine wird sich dies leicht erreichen lassen. Aber an dem Kolben und Cylinder, die ihre gegenseitige Stellung immer verändern, ist dies ziemlich schwierig und nur auf Kosten der Wirkung zu erreichen. Auch macht die gewaltige Kraft, besonders bei starken Hochdruckmaschinen, eine vorzügliche Festigkeit und gute Construktion aller Theile nothwendig. Besonders muß in dieser Beziehung der Kessel besonders berücksichtigt werden. Ferner liegt schon in der Erzeugung der Kraft eine Schwierigkeit. Die Feuerung bei einer Dampfmaschine ist ein wichtiger und dabei kostspieliger Theil. Dazu kommen noch die Menge der zu bewegenden Theile, von denen einige wie die Kaltwasserpumpe, die Steuerung, bedeutende Kraft wegnehmen. Wir werden später sehen, wie groß der Kraftverlust ist, der durch die Bewegung dieser Theile hervorgebracht wird. — Obgleich diese Maschine sich in jeder Beziehung selbst lenkt und versorgt (sie speist sich mit Wasser, versorgt sich mit

Brennmaterial, lenkt ihren Gang. Sie bedarf sie doch stets eines Wärters, da die Gefährlichkeit zu groß ist, auch zu leicht eintreten kann, daß durch Unregelmäßigkeiten im Gang (vielleicht durch Unaufmerksamkeit der Speisezeuge) eine Explosion eintritt, welche zerstörender als irgend eine andere wirkt. Man sieht daraus, daß die Dampfmaschine, trotz ihrer unleugbaren Vortheile auch Nachtheile besitzt, welche um so mehr hervortreten, wenn man ihr die Wassersäulenmaschine gegenüberstellt, wie nach Betrachtung letzterer geschehen wird.

Die Wassersäulenmaschine hat ihren Namen von der Art und Weise der bewegenden Kraft. Das Wasser wirkt hier in seinem natürlichen Zustande, also blos durch sein Gewicht. In dieser Maschine wird daher die Kraft erzeugt durch den Druck einer hohen Wassersäule auf den Kolben, sie wächst proportional der Höhe der Wassersäule, also in einem ungünstigen Verhältnisse. Jedoch ist die Grundeinrichtung dieselbe wie bei der Dampfmaschine: die Kraft wirkt auf einen gut schließenden Kolben welcher dann die Bewegung weiter fortpflanzt. Dadurch würde der Bau der Maschine dieselben Schwierigkeiten bekommen, nämlich bewegliche Theile

luftdicht

luftdicht und wasserdicht abzuschließen.
Durch die Art der Kraft, daß diese der Druck
einer hohen Wassersäule ist, wird aber
nothwendig verlangt, daß man ein ver-
hältnißmäßig hohes Gefälle zur Verfügung
hat, auch die gehörige Wassermenge lie-
fern wird leicht zu erlangen sein, da-
gegen setzt die erste Bedingung der
Anwendung der Wassersäulenmaschinen
bedeutende Hindernisse entgegen und
beschränkt sie auf zwei Fälle: daß, wo
die Maschine über Tage zu stehen kommt,
von nahen Gehängen oder Bergen die Was-
ser leicht zuführbar sind oder daß die Ma-
schine unter Tage gesetzt werden kann,
wo man dann allemal wird der Bedi-
ngung genugthun können. Ueberdies eignet
sich diese Maschine fast für jeden Bergbau
(besonders aber für den Erzbergbau).
Das Einmauern ist die einzige bedeuten-
de Schwierigkeit, und man wird nun
einsehen, daß die Wassersäu~~lenma~~schine
vor der Dampfmaschine bedeutende
Vortheile hat. Wir wollen in diesem Ver-
gleiche Schritt für Schritt gehen.
Was die Erzeugung der Kraft anlangt, so
ist dies der Punkt, welcher die Dampfma-
schinen so kostspielig macht. Wasser wird
allerdings nicht viel gebraucht, auch
würde dies nicht so viel Einfluß aus-
üben; aber das Brennmaterial, was
nöthig, um das Wasser in Dampf zu
verwandeln, verursacht die bedeutend-

sten Kosten. Besonders wird sich dies bei jedem Gangbergbau fühlbar machen. Die abzubauenden Gänge setzen gewöhnlich in den primitiven oder Übergangsgebirgen auf, derartige Punkte werden aber stets mit Brennmaterialmangel kämpfen müssen, da einestheils, wenigstens in Europa, das Holz sehr theuer oder nicht zu haben ist, anderntheils aber Steinkohlen nicht zu erwarten stehen, außer in ziemlicher Entfernung in den günstigsten Fällen. Beim Gangbergbau wird daher die Dampfmaschine nie eine sehr große Rolle spielen, besonders bei dem einstigen unter den jetzigen Umständen. Das Wasser ist und bleibt unsere einzige Kraft und diese macht uns immer noch die größten Schwierigkeiten.

Diesen Mangel wird man bei der Dampfmaschine nicht abschaffen ~~können~~, dagegen ist er bei der Wassersäulenmaschine gar nicht vorhanden. Sind einmal die lokalen Verhältnisse dem Bau einer solchen Maschine günstig, so wird auch die Kraft selbst nicht fehlen, besonders in bergigen Gegenden. Die Kosten werden nicht so bedeutend sein, wenn ~~man~~ auch einige Gräben und Röschen mit anbringt. Dies sind dann auch die einzigen Kosten welche die Kraft selbst verlangt, das Übrige ist umsonst von der Natur geliehen.

Durch

durch die Nothwendigkeit, die Kraft zur Dampfmaschine durch Feuers hilfe zu erzeugen, wird man zu kostspieligen Anlagen gezwungen z. B. zur Feuerung, Esse etc., welche bei der Wassersäulenmaschine alle wegfallen.

Ein bedeutender Unterschied liegt in der Maschine selbst und hierbei zeigt sich der Vortheil abermals zur Dampfmaschine. Die Dampfmaschine hat nöthig einen Dampferzeugungsapparat (diesen gewöhnlich doppelt), eine Steuerung, mehre

63

Pumpen, und in manchen Fällen auch ein Schwungrad, welche Theile alle, mit Ausnahme des ersten, von der Maschine selbst bewegt werden müssen. Die Wassersäulenmaschine dagegen bedarf nur die Steuerung und den Balancier (der jedoch bei eincylindrigen Maschinen wegfällt). Man sieht hieraus, daß der Kraftverlust bei der Dampfmaschine sehr bedeutend sein muß, denn je mehr bewegliche Theile, desto größer ist dieser, und er ist bedeutend größer als bei der Wassersäulenmaschine, wo er fast Null ist, (die Hindernisse durch den Treibkolben abgerechnet), denn die Steuerung wird nicht durch die Maschine, den Kolben selbst, sondern durch das Einfallwasser bewegt, so daß die Wirkung desselben auf den Kolben nicht im geringsten geschwächt wird. Außerdem bringt die Kraft der Dampfmaschine durch eine ihrer Eigenschaften einen nicht unbe-

deutenden Verlust herbei; da nämlich die Wirkung und Kraft des Dampfes von der Temperatur abhängt, so wird ein Verlust an Wärme auch einen herunterziehen. Dieser Verlust ist aber nicht zu vermeiden bei dem langen Weg, den der Dampf häufig zu machen hat, ehe er in den Zylinder gelangt, zumal da er stets mit guten Wärmeleitern in Berührung kommt. Freilich kann man hierbei auch durch einige Mittel etwas abhelfen, wenn man z. B. das Dampfrohr und den Zylinder mit schlechten Wärmeleitern umgibt. Es wird jedoch stets zu Fehlern führen, wenn man den Effekt einer Maschine nach dem Kesseldampf berechnen will und nicht den des Zylinders, den schwächeren, zu Grunde legt.

Einen unverkennbaren Vortheil aber hat die Dampfmaschine vor der Wassersäulenmaschine in der Bewegung der Kraft selbst. Es ist klar, daß der geschmeidige, elastische Dampf sich leichter lenken läßt, als wie das starre Wasser. Daher rührt der Vortheil, daß man mit weniger Kraft eine so bedeutende Geschwindigkeit erlangen und dadurch selbst wieder Kraft ersparen kann. Mit der Wassersäulenmaschine können wir nie diese Schnelligkeit der Bewegung erlangen, es liegt viel in der Kraft selbst, im Wasser, d. h. in seiner Trägheit, den Raum zu erfüllen und zu verlassen.

Eine

Einer Dampfmaschine kann man im Kolben eine Geschwindigkeit von 250 Fuß geben pro Minute, dem Kolben einer Wassersäulenmaschine aber nur 75, wenn man keine Verluste erleiden will. Dies ist, was der Dampfmaschine so viel Eingang verschafft, dieses Hineinpassen in alle Verhältnisse. Und sollte wirklich eine so langsame Geschwindigkeit verlangt werden, wie man sie dem Dampfkolben nicht gut geben kann, so läßt sich das durch Vorgelege sehr leicht bewerkstelligen, wobei man noch den Vortheil hat, eine geringere Kraft nöthig zu haben; denn es ist stets leichter und vortheilhafter, große Geschwindigkeit und wenig Kraft in viel Kraft und wenig Geschwindigkeit umzusetzen als umgekehrt.

Ein letzter Nachtheil endlich der Dampfmaschine ist die große Gefahr, welche so leicht eintreten kann, wenn nur ein einzelner Theil seine Funktion versagt. Man kann daher diese Maschine nie ohne Aufsicht lassen und auch die ist oft nicht genügend da die Explosionen zu plötzlich und unvorhergesehen eintreten können.

Nachdem wir nun die Eigenschaften und Anforderungen jeder dieser Maschinen kennen gelernt, können wir im Allgemeinen schon einige Schlüsse ziehen, in welchen Fällen und unter welchen Bedingungen eine von beiden anzuwenden ist. Daran

werden wir noch einige Ansichten, wenn wir die Anwendung beider beim Bergbau betrachtet haben. Wir wollen dabei den Gang beobachten, daß wir erst die Bedingungen kennen lernen, welche jede einzelne Maschine stellt, und dann die Verhältnisse suchen, welche diesen entsprechen können.

Die Dampfmaschine fordert

1) Wohlfeiles und gutes Brennmaterial und

2) Anhaltende, gleichförmige Bewegung.

Was den ersten Punkt betrifft, so ist das Brennmaterial, wie schon früher erwähnt wurde, das Kostspieligste der ganzen Maschine. Wenn diese selbst auch Tausende von Thalern kostet, so ist diese sich immer erneuernde Ausgabe viel unangenehmer, da sie in verhältnißmäßig kurzer Zeit das Anlage- und Betriebskapital erreichen kann. Und dies wächst noch, je mehr die Güte des Brennmaterials sinkt, da man dann ganz außer dem Verhältniß mehr bedarf, als bei besserer Beschaffenheit nöthig wäre. Kann man daher sich das Brennmaterial nicht zu den möglich niedrigsten Preisen verschaffen, so muß man seine Zuflucht zu einer andern Kraft nehmen.

Bezüglich des zweiten Punktes, so ist dieser ebenso wichtig, als der vorige, wenn nicht noch wichtiger. Aus dem Gange einer Dampfmaschine, und ihrer ganzen Construktion wird man leicht sehen, daß eine Störung in der Bewegung vom größten Nachtheil sein kann, da sie sich sofort allen Theilen der Maschine

schine mittheilt. Wenn man auch durch das Schwungrad die Wirkung eines plötzlichen Hindernisses etwas vermindert, so ist dies doch nicht genug, um den entstehenden Übelständen zu begegnen. Die ganze Maschine wird bei einer plötzlichen Hemmung bis in ihre Grundmauern erschüttert, und bei den vielen beweglichen Theilen wird es dann nicht zu verwundern sein, wenn ein Brechen und Auseinanderfallen eintritt. Es ist daher vor allem für die Dampfmaschine zu berücksichtigen, daß man ihr eine stets gleichbleibende, oder doch wenigstens nicht schroff wachsende oder sich vermindernde Last zu überwinden gibt. Diese Last muß aber außerdem fortwährend zu überwinden sein, so nämlich, daß man die Maschine ohne Unterbrechung gleichmäßig fortarbeiten lassen kann. Denn jede Unterbrechung des Ganges ist mit bedeutenden Verlusten, sowohl an Kraft als an Brennmaterial verknüpft. Ist die Unterbrechung kurz, so muß man den Zufluß des Dampfes zum Zylinder hemmen, da man aber das Feuer nicht ganz abgehen lassen, sondern nur vermindern kann, so wird sich fortdauernd Dampf erzeugen. Dieser muß aber ins Freie gelassen werden, sonst würde der Kessel

einer übergroßen Spannung des Dampfes ertragen müssen, für welche er seiner Stärke nach, gar nicht berechnet ist. Dies führt also zu Kraftverlust, und dadurch, weil die Kraft durch Feuer erst erzeugt wird, auch zu Brennmaterialverlust. Letzterer wird sich aber ganz bedeutend herausstellen, wenn die Unterbrechungen des Ganges längere Zeit, Tage, dauern. Es geht dann mit jedem Zeitraum der Wirksamkeit der Maschine auf doppelte Weise Brennmaterial und Dampf verloren. Erstens muß der Kessel jedes Mal von Neuem geheizt werden und dies beträgt bei großen Maschinen einen sehr bedeutenden Kohlen, oder Holzaufwand; zweitens geht aber auch beim Anhalten der Maschine jedesmal das Brennmaterial verloren, was im Feuerraume liegt. Beides summirt gibt einen ziemlich bedeutenden Aufwand. (Wir werden später ein solches Verhältniß näher betrachten, bei der Anwendung der Dampfmaschine zur Förderung). Dies waren die Hauptbedingungen welche von der Dampfmaschine gestellt werden; nun die Verhältnisse, welche ihnen entsprechen können! In Bezug auf das Brennmaterial,

so sind

so sind die Freiberger Verhältnisse leider nicht von der Art, die Anwendung von Dampfmaschinen zu begünstigen. Wir sind weder mit Holz, Torf, noch mit Steinkohlen hinlänglich versehen. Von letzteren müssen wir, schon der Natur unseres Bodens (Übergangsgebirge) gänzlich absehen. Es werden daher nur die Landstriche diese Maschine mit Vortheil benutzen können, welche Holz oder Steinkohlen hinlänglich produziren. Für beide Arten von Brennmaterial haben wir Gegenden, welche zeigen, wie groß der Einfluß des Brennmaterialmangels ist. In England, wo man fast überall Steinkohlen findet, ist die Industrie dadurch so mächtig gehoben worden, daß die Anschaffung und Unterhaltung der Dampfmaschinen mit so geringen Kosten geboten ist. Daraus gründen sich die kolossalen Maschinen beim Bergbau in Cornwallis. Ein ähnliches Verhältniß hat bewirkt, daß die Dampfschifffahrt in Nordamerika kurz nach ihrer Erfindung einen so großen Umfang erhielt. Hier waren es nicht mächtige Kohlenlager, sondern die ungeheuren Urwälder, welche das Holz lieferten, in einer Menge und um so niedrigen Preis, als nirgend wo. Es ist demnach klar, daß ein Bergbau auf Kohlen durch die Anwendbarkeit der Dampfmaschinen einen bedeutenden Vortheil erhält, da

für das Brennmaterial umsonst und ganz ohne Verlust geliefert wird, indem man das Kohlenklein, was man anders schwerlich verwerthen kann, zur Feuerung benutzt. Gegentheils wird ein Ganzbergbau selten dieses Vortheils genießen.

Nun zur zweiten Bedingung!
Verlangt die Dampfmaschine eine gleichförmige, anhaltende Last, so wird beim Bergbau ihre Anwendung beschränkt bleiben, denn dies wird nur in der Wasserhaltung geboten. Hier sind in der That sich stets gleichbleibende Verhältnisse. Nächstdem würde die Förderung kommen, welche schon mehr Hindernisse in den Weg legt, wie wir später sehen werden. Die übrigen bergmännischen Arbeiten dagegen sind durchgängig für eine Dampfmaschine schädlich. Ich will nur einer Anwendung Erwähnung thun, das ist das Betreiben eines Pochwerks mit Dampf. Es ist einleuchtend, daß eine derartige Bewegung für eine solche Maschine bedeutend nachtheilig sein muß. Die Erschütterungen würden in kurzer Zeit alle Theile so zerstören, daß der Gang eingestellt werden müßte. Bei den Hammerwerken [?] dagegen wird der Anwendung der Dampfmaschine von dieser Seite kein

kein Hinderniß in den Weg traten, und wir sehen jetzt Tausende von Spindeln nur durch Dampfmaschinen bewegt. Wir sehen demnach aus dem Ganzen, daß der Verbreitung der Dampfmaschine im Bergwesen ziemlich viel entgegensteht.

Welches sind nun die Bedingungen der Wassersäulenmaschine? Gewiß

1) hohes Gefälle und
2) langsame Bewegung.

Die erste Bedingung ist hier ebenso wichtig als bei der Dampfmaschine das Brennmaterial, und doch läßt sich ihr seiten des Bergbaues eher genüge thun als irgend einer andern. Denn an Gefälle wird es nie fehlen, solange es nicht unbedingt nöthig ist, daß die Betriebsmaschine selbst über Tage steht, dieser Umstand wird selten eintreten und bei den ~~meisten~~ ja fast allen Gruben in der hiesigen Revier stehen die Betriebsmaschinen unter Tage und die Kraft ist durch Zwischengeschirre fortgepflanzt. Ja, bei einer Art der Benutzung, bei der Wasserhaltung, ist dies ~~ein~~ bedeutender Vortheil, welcher zu großer Kraftersparniß führt. Hat man also ein hohes Gefälle zur Verfügung, so wird ~~der~~ Anwendung der Wassersäulenmaschine

nichts mehr entgegenstehen, denn die hinreichende Wassermenge wird auch vorhanden sein, da nicht zu bedeutende Wassermassen beansprucht werden. Die zweite Bedingung wird durch die Eigenschaften des Wassers bedingt. Die Wassersäulenmaschine kann keine schnelle Bewegung annehmen, weil das Wasser allein für sich schon, den Cylinderraum verhältnißmäßig nur langsam anfüllt, daher der Kolben in einer Minute nur wenig Spiele machen kann. Auch würde, wenn man es erzwingen wollte, dies zu bedeutenden Uebelständen führen; denn das Wasser würde, einmal in schneller Bewegung, bei der Absperrung vermöge seines Trägheitsmomentes und Beharrungsvermögens einen heftigen Stoß ausüben der die Maschine fort erschüttern müßte. Man kann allerdings diese Kraft dann durch Vorgelege umändern, indem man sie selbst verringert aber ihr größere Geschwindigkeit ertheilt.
Auch diese Bedingung läßt sich leicht erfüllen, da bei dem Bergbau bei den Arbeiten, welche von Maschinen verrichtet werden, als Förderung und Wasserhaltung, nie eine sogroße Ge-

schwindigkeit

schwindigkeit verlangt wird, als sie von der Wassersäulenmaschine nicht erreicht werden konnte.

Beschreibung einer Dampfmaschine im Allgemeinen.

Bei einer Dampfmaschine wird der in einem besondern Raume, dem Kessel erzeugte Dampf durch das Dampfrohr in den Steuerkasten und von da in den Zylinder geleitet. Hier wirkt er auf einen luftdicht schließenden Kolben, treibt diesen vermöge seiner Expansivkraft hinauf oder hinunter, tritt dann durch eine plötzlich frei werdende Öffnung ins Freie; ein anderer Theil Dampf gelangt vom Steuerkasten aus auf die entgegengesetzte Seite des Kolbens und wirkt hier wie der vorige. An dem Kolben sitzt die Kolbenstange, welche an dem Balancier durch eine Stangenvorrichtung, das Parallelogramm (von Watt) befestigt ist und sie diesen mit auf und niederzieht. Das andere Ende des Balanciers wirkt auf den Krummzapfen eines Schwungrades und von hier wird die Bewegung dann fortgepflanzt.

Dies ist ganz allgemein die Einrichtung einer Dampfmaschine. Jedoch hat man dieselben noch verschiedene Veränderungen erfahren lassen, wodurch, ohne daß die

oben bezeichnete Prinzip geändert wurde, mehre Arten von Dampfmaschinen erhalten hat, welche durch Eintheilung nach verschiedenen, besonders wichtigen, Einrichtungen entstanden sind. Ein Unterschied wird gegeben durch die Größe der Expansivkraft des wirkenden Dampfes; danach die Maschinen betrachtet, ergeben sich atmosphärische Dampfmaschinen und wirkliche. Bei ersteren wirkt der Dampf nur die Kraft der Atmosphäre beseitigend, vermittelnd, indem er den Kolben aufsteigt, hierauf kondensirt wird und dadurch einen luftverdünnten Raum erzeugt, so daß der äußere Luftdruck den Kolben und mit ihm die Last niederdrückt. Der Wirkung des Dampfes kommen meist die Last oder besonders angebrachte Gegengewichte zu Hülfe. Bei den wirklichen Dampfmaschinen bewirkt der Dampf sowohl den Aufgang als den Niedergang des Kolbens; je nach der Stärke des Dampfes hat man dann Niederdruckmaschinen und Hochdruckmaschinen; erstere haben Dampf von etwas über Atmosphärendruck, letztere solchen von mehren.

Ferner unterscheidet man Maschinen mit oder ohne Kondensation, ob nämlich der Dampf nach vollbrachter Wirkung durch kaltes Wasser verdichtet und so der Niederdruck des Kolbens erleichtert wird oder nicht. Letztere sind allemal Hochdruckmaschinen.

Eine

weitere Eintheilung ist die in Maschinen mit oder ohne Expansion (mit oder ohne Absperrung); man benutzt den Dampf gewöhnlich dabei doppelt, indem man den Dampf erst als gesättigten(?) wirken läßt, dann aber seine Expansionskraft bei Abschluß noch benutzt.
Endlich hat man eine letzte Unterscheidung, die nach der Richtung der Bewegung und erhält dadurch geradlinige und rotirende Maschinen. Bei ersteren ist die Bewegung der Kolbenstange geradlinig, bei letzteren geht der Kolben rotirend. Bei den schwingenden Maschinen bewegt sich der ganze Zylinder um eine Axe; man wollte damit eine Vereinfachung der Zwischengeschirre erlangen, indem der Balancier wegfallen und die Kolbenstange unmittelbar am Krummzapfen angreifen kann.
Dies wäre im Allgemeinen der Charakter der Dampfmaschinen. Ich werde zum Schluß noch die Berechnung einer Dampfmaschine liefern und dabei eine einfachen(?) Hebel(?) wirkende als Aufstellung(?) nehmen.

Beschreibung einer Wassersäulenmaschine im Allgemeinen.

Diese Maschine hat ziemlich ganz dieselbe Einrichtung wie die vorige, da bei beiden das Prinzip der bewegenden Kräfte dasselbe ist: Eine hohe, in den Einfallröhren gefasste Wassersäule gelangt ebenfalls durch eine Steuervorrichtung in einen Zylinder und treibt diesen durch seine Last abwärts

Ist der Kolben im höchsten Stand angelangt, so wird durch die Steuerung die Zufluß gehemmt, dagegen eine Ausflußöffnung frei gemacht, durch welche das Wasser vermöge das Gewicht der Kolbenstange und der anhängenden Last herausgepreßt wird, bis der Kolben im tiefsten Stande angelangt ist, worauf das Spiel von Neuem beginnt. Die zu bewegende Last hängt entweder unmittelbar an der Kolbenstange (und dies ist gewöhnlich, da die Benutzung dieser Maschine meist nur zu geradliniger Bewegung dient) oder wird durch einen Balancier vermittelt. Man hat hier nicht so viel Eintheilungen nöthig, da die Kraft schon an und für sich wenig oder gar keine Verschiedenheit darbietet. Man hat nur einen Unterschied gemacht zwischen Maschinen mit geradliniger Bewegung und solchen mit rotirender, jedoch ist dies unbedeutend, da die letztere Abtheilung gänzlich ganz verschwindet. Eine Hauptverschiedenheit in der Maschine selbst liegt nur in der Steuerung, d. h. der Vorrichtung, wie das Wasser regelmäßig unter den Kolben gelassen und nach vollbrachter Wirkung abgesperrt und entfernt ist.

Man kann auch einen Unterschied machen zwischen einfach wirkenden und doppelt-wirkenden. Erstere lassen nur eine Bewegung nach einer Seite zu, und der Rückgang

Gang wird durch Gegengewichte oder die Last selbst bewirkt. Letztern lassen das Wasser den Kolben nach beiden Seiten treiben; jedoch ersetzt man eine doppelt wirkende Maschine bis jetzt meistens lieber durch zwei einfach wirkende Zylinder, wodurch man einen sicherern und gleichmäßigeren Gang erhält.
Auch von einer solchen Maschine werde ich die Berechnung liefern.

Ich komme nun zu dem Hauptpunkt dieser Arbeit, zu der Gegeneinanderstellung beider Maschinen in ihrer Anwendung beim Bergbau.

1. Anwendung der Dampfmaschine zur Förderung.

Betrachtet man den Gang einer Förderung (natürlich kann hier nur von der Schachtförderung die Rede sein), so wird man bemerken, daß durch die dabei obwaltenden Verhältnisse den früher gefundenen Bedingungen nicht entsprochen wird; die Dampfmaschine erhält nur eine abwechselnd eintretende Beschäftigung, deren Dauer selbst wieder verhältnißmäßig kurz ist. Ist daher als die nützlichste Anwendung der Dampfmaschine die zu einer gleichförmigen und anhaltenden Bewegung genannt worden, so muß sich hier nothwendig eine Art von Verlust herausstellen, und gewiß wird sich dieser auch leicht finden. Erst der Brennmaterialverlust. Während der Pausen muß die Maschine immer geheizt werden und dadurch wird sich wieder ein ziemlicher Verlust zeigen. Zugleich wird

durch das wiederholte Anlassen und Behalten die Maschine in ihren Theilen erschüttert und nach und nach beschädigt. Außerdem hat man hiermit die Verhältnisse, welche die Vortheile der Dampfmaschinen, besonders die Erzielung größerer Geschwindigkeit, benutzen lassen. Bei der Förderung ist bezüglich der Fördergeschwindigkeit eine Grenze gesteckt, über welche man ohne Gefahr nicht hinausgehen kann. Am bedeutendsten wird all dieser Verlust ausfallen, wenn die Förderung nicht ununterbrochen, sondern blos tagweise geschieht. Wie viel Brennmaterial geht dann nicht bei dem jedesmaligen Anheizen verloren! Wir haben davon zwei Beispiele in unserem Revier. Wir beziehen die Steinkohlen zu nicht geringen Preise und geben durch die dabei eintretenden Verhältnisse die erwünschte Gelegenheit zu ziemlichem Verlust. Ein anderer Theil wird bei'm Ausgehen d. Stillstehenlassen der Maschine verloren gehen, wenn dieser auch nicht so bedeutend ausfällt als der erste. Wollte man ja unbedingt Dampfmaschinen anwenden, so könnte, glaube ich, nicht unvortheilhaft eine gewaltige Dampfmaschine sein, und diese wird gerade für genannte beide Gruben (von denen jede eine Dampfmaschine besitzt) von Vortheil und passend werden.

Ueberwand dann nur auf jeder Grube der Schacht herzustellen sein, (welcher ohnedies nothwendig ist) und die Dampfmaschinen an den Förderlagen einer jeden Grube geschafft werden.
Hat man überhaupt anhaltende Wasserkraft, so wird es in jedem Falle besser sein, diese zu benutzen, wenn nicht das Brennmaterial zu einem niedrigsten Preis zu haben ist. Viel wird eintreten, wenn die zu fördernde Masse selbst solches liefert, also bei Stein- und Braunkohlenwerken. Hierbei wird man noch den Vortheil haben, auch das Kohlenklein, dessen Verwerthung zu gering ist um Vortheil zu haben, benutzen zu können. Gewöhnlich ist dann auch durch die Mächtigkeit der Gewinnung die Fördermasse so bedeutend, dass anhaltend gefördert werden muss. Bei solchen Werken findet man daher stets und mit Recht nur Dampfmaschinen.
Wir jedoch würden nicht weit kommen und unseren Zweck nicht erreichen wenn wir statt der bisher benutzten Wasserkraft, Dampfkraft benutzen wollten.
Von Vortheil ist es, in dem Fall, dass die Wasserhaltung durch eine Dampfmaschine besorgt wird, die Förderung mit dieser zu combiniren. Wir können jedoch hier noch nicht darauf eingehen.

Anwendung der Wassersäulenmaschine zur Förderung.

Obgleich eine Ausführung dieser Idee bis jetzt, wenn auch projektirt, doch nirgends ausgeführt ist, so läßt sich doch schon im Voraus das Verhalten der Maschine bei dieser Art der Wirkung bestimmen. Die mechanischen Verhältnisse legen keine besonderen Schwierigkeiten in den Weg, wenn auch die Maschine selbst in ihren Theilen etwas verwickelter wird. Auch würde sich die ursprünglich gerade Bewegung des Kolbens leicht oder doch wenigstens ohne bedeutende Schwierigkeiten in die nöthige rotirende der Korbes umwandeln lassen. Auch würde sich insofern eine Kraftersparniß ergeben, als bei den Pausen, die doch nicht zu umgehen sind, von der Kraft selbst nicht das Geringste verloren geht (worin überhaupt etwas Charakteristisches und Vortheilhaftes für die Wassersäulenmaschine liegt). Jedoch würde nur ganz angestrengte Förderung die Anwendung einer solchen Maschine rechtfertigen, da bei schwachen Förderungen einestheils die Maschine viel zu kostbar in Ankauf und Anlage, andererseits die Benutzung nicht die vollkommenste sein würde, da alle und eine Maschine desto leichter zerstört wird, je öfter man ihrem gleichmäßigen Gange Hindernisse in den Weg legt. In solchem Falle würde ein gewöhnlicher Wasserradgöpel oder selbst Pferdegöpel dieselben Dienste, und noch mit wenigeren Kosten, leisten. Über den Gang der Maschine beim Fördern selbst läßt sich nicht urtheilen, da

bis

bis jetzt noch kein derartiger Gegenstand vorfindet. Es steht jedoch zu erwarten, daß sie sich zu dieser verschiedenartigen Bewegung (in Geschwindigkeit und Dauer) recht eignen wird.

Vergleich beider Maschinen in dieser Beziehung.

Will man beide Maschinen hierin vergleichen, in wie weit die eine der andern vorzuziehen ist, so muß man hauptsächlich die örtlichen Verhältnisse berücksichtigen. Es wäre ganz falsch, die Wasser-se welche man bei unserem Bergbau gebraucht wird, auch auf den im flachen Grunde oder bei Gruben bezüglichen Verhältnisse passen. Läßt sich eine wirkliche Vergleichung nicht leicht anstellen, da die Verhältnisse so wichtigen Einfluß haben. Wir wollen jedoch versuchen, ganz von ihnen abzusehen und nur die Maschinen in ihrer mechanischen Verschiedenheit und den daraus entspringenden Nothwendigkeiten betrachten. Bezüglich der mechanischen Vollkommenheit in der Einrichtung wird die Dampfmaschine unbedingt den Vorzug verdienen. Man erspart bei ihr bedeutend an Raum unnützem Zwischengeschirre, da die Wassersäulenmaschine doch in den meisten Fällen unter Tage stehen und daher die Bewegung auf irgend eine Weise auf den Korb übergetragen werden muß. Dies würde man vermeiden können, wenn man den Korb ebenfalls unter Tage anbrächte, was aber

wieder zu andern Uebelständen führen würde. Ferner ist bei der Wassersäulenmaschine die Leitung unter Tage mit mehr Schwierigkeiten verbunden als die der Dampfmaschine über Tage. Es ist eine mangelhafte Einrichtung der gerade die Förderung eine ganz exakte Führung der Maschine verlangt. Diese Vortheile hat die Dampfmaschine in mechanischer Beziehung voraus. Dazu kommt noch die anderweitige Benutzung. Die entweichenden Dämpfe würde man recht gut zur Erwärmung des Schachthauses, welches doch gewöhnlich und auch zweckmäßig an das Treibehaus anstößt, verwenden können. Auch hat man den Vortheil, unabhängig zu sein; bei Wasserkraft ist es im Sommer immer eine mißliche Sache. Wir haben dies bei uns, trotz der ausgezeichneten Wasserwirthschaft, die nur zu bedeutenden Störungen führen, jedoch immer noch nicht so fühlbar sein, als in der nächsten Abtheilung, dies fällt bei der Dampfmaschine weg; wenn auch die Maschine in ihren Theilen selbst mehr Reparaturen erfordert, so werden diese doch meist nur die Kessel betreffen und diese durch Anbringung von zwei Kesseln oder eines Hülfskessels zu umgehen sein.

Zieht man jedoch die örtlichen Verhältnisse in Betracht, so wird bei einer Anlage es noch zu überlegen und be-

rechnen

nehmen sein, welche von beiden Maschinen die vortheilhaftere sei. Für die hiesigen Verhältnisse wird bis jetzt die Ansicht gelten, daß die Unterhaltung einer Dampfmaschine mit zu viel Kosten verknüpft ist, als daß sie vortheilhaft sein könnte. Allerdings haben wir als Beispiele der Anwendung nicht eben solche, welche die Dampfmaschine in ein günstigeres Licht stellen; ich habe dieselben oberflächlich erwähnt. Man würde vielleicht anders zu urtheilen gezwungen sein, wenn die Dampfmaschinen einer bedeutenden Förderung entgegengestellt würde. Aber bis jetzt sind wir immer noch auf unsre einzige Wasserkraft hingewiesen, wenn nicht durch Verhältnisse, die später zu berühren sind, die Anwendung der Dampfmaschinen begünstigt wird. Demnach hat bei uns die Wassersäulenmaschine den Vorzug vor der Dampfmaschine.

Benützung der Dampfmaschinen zur Wasserhaltung.

Die Anwendung genannter Maschinen bei der Wasserhaltung ist sehr ausgedehnt und gewährt allerdings manche Vortheile. Einer der ersten ist die vollkommene Unabhängigkeit, daß man bezüglich der Erzeugung der Kraft durch keine Um-

stände behindert wird. Dies hat bei der Wasserhaltung manchen bedeutenden Schaden, wie wir später sehen werden. Ein fernerer Vortheil ist, eine größere Geschwindigkeit und dadurch öfteres Aufheben der Gestänge in einer Zeiteinheit erzielen zu können, dadurch werden mittelbar noch mehr Vortheile dargelegt. Durch die größere Anzahl der Hübe kann man andererseits die Pumpen und für sich von geringeren Dimensionen machen, die Wasserlast für jeden Aufhub wird kleiner und dadurch kann man wieder das Gestänge von geringerer und doch ausreichender Stärke nehmen. Auch ist bei dieser Art der Benutzung die Leistung eine vollkommenere, da die Bedingungen, welche wir früher aufstellten, erfüllt sind, nämlich anhaltende und gleichförmige Bewegung. Die Arbeit wird nicht unterbrochen, die Last bleibt auch immer gleich oder schwankt doch unbedeutend. Aus diesen Gründen läßt sich die häufige Benutzung der Dampfmaschine zur Wasserhaltung erklären (wovon gewiß der Bergbau in Cornwall das großartigste Beispiel gibt. Und ein eben nur angedeuteter Vortheil wird der Dampfmaschine bedeutendes Übergewicht geben.

Benützung der Wassersäulenmaschine zur Wasserhaltung.

Auch diese Maschine ist mehrfach und auch bei uns zu obigem Zwecke verwendet worden und sie wird in den mechanischen Verhältnissen der vorigen wenn auch nicht gleich, doch nahe kommen, es fehlt ihr die Fähigkeit, die Anzahl der Hübe zu vermehren, was, wie schon erwähnt, ein Vortheil ist. Jedoch hat sich bei ihr ein anderer herausgestellt, den wir bei der beiderseitigen Vergleichung hervorheben wollen. Ein bedeutender und höchst gefährlicher Mangel ist aber die Abhängigkeit von der Kraft, ich meine, die Menge der nöthigen Wasser. Dies ist ein Gegenstand, der für die hiesigen Gruben von besonderer Wichtigkeit ist. Trotz unserer ausgedehnten und gewiß ausgezeichneten Wasserwirthschaft, ist es uns nicht möglich, für alle Maschinen den nöthigen Aufschlag zu erhalten. Bei den Fördermaschinen wäre eine Unterbrechung weniger von Schaden, aber bei den Kunstgezeugen ist er um so größer und wir haben davon jährlich die Beweise. Jede Grube, welche für eine der ersten und schönsten Wassersäulenmaschinen hat, ist gerade jetzt, wo ich diese Zeilen schreibe, in der größten

Wasserundichtigkeit. Dies ist der große Mangel, der aber nicht allein die Wassersäulenzeuge, sondern überhaupt alle Wasserkunstzeuge trifft. In dieser Hinsicht, nicht in mechanischer steht die Wassersäulenmaschine der Dampfmaschine nach. Es ist daher meiner Ansicht nach vortheilhafter, die Wasserhaltung durch Dampfmaschinen und die Förderung durch Wassermaschinen betreiben zu lassen, und im hiesigen Revier wäre dies besonders gut.

Vergleichung beider Maschinen in bezug auf ihre Anwendung bei der Wasserhaltung.

Wie schon gesagt, stehen sich beide Maschinen in den mechanischen Verhältnissen ziemlich gleich; ja, bei der Wassersäulenmaschine ergibt sich oft ein weiterer beachtenswerther Vortheil. Wird diese Maschine des Gefälles halber auf die Stollnsohle gesetzt, so braucht man erst von da an die Gestänge zu haben, bei der Dampfmaschine muss man diese oberen Zeuge niederführen und man erspart dadurch die ganze Stollenaufs Gestänge. Freilich wird dadurch die Last nicht unbedeutend vermindert, da die Gestänge oben am stärksten sein müssen. Im übrigen jedoch ist die Dampfmaschine vorzuziehen.

zuziehen, da die Wasserhaltung der wichtigste Theil ist, der am wenigsten einer Vernachlässigung unterliegen darf. Besonders wo ein solcher Zustand, daß nämlich aus Mangel an Aufschlagwasser die Wasserhebungsmaschinen außer Gang gesetzt und so die Grubenräume dem Ersaufen abgegeben werden müssen, dem ganzen Grubengebäude Schaden bringen kann. Dieser Fall findet sich gerade auf den beiden Gruben, deren Wasser durch eine Wassersäulenmaschine gehoben werden (Mordgrube und Vereinigt Feld). Die Gänge haben theils lettige Ablösung, theils findet sich der Gneis in weichem Zustande vor (wie auf Alte Mordgrube). Kommt eine Grube mit derartigen Verhältnissen zum Ersaufen, so können leicht beim Wiedergewältigen der Wasser die Grubenräume zu Bruche gehen. In solchen Fällen würde also keine Wahl übrig bleiben, wenn nicht die Kosten zu überwiegend der Dampfmaschine den Vortheil geben. Will man einmal ein Grubengebäude schonen, so ist zweckmäßiger die Wasserhebungsmaschine eine Dampfmaschine, während die Förderung durch Wasserkraft besorgt wird. Die Förderung kann leichter unterbrochen werden. Auch würde man in dem Fall, daß die Grubenwasser sich plötzlich bedeutend vermehren, leichter ihnen die Spitze bieten können, als dies bei der Wassersäulenmaschine der Fall ist. Die Dampfmaschine kann

man kann die Geschwindigkeit bis zum Maximum steigen lassen, kann auch dem Dampfe selbst eine größere Kraft geben, da eine solche Maschine stets für das doppelte der Last geprüft ist. Bei jeder andern Maschine kann man aber die Wirkung nicht so steigern; besonders hat die Wassersäulenmaschine ihre Grenzen. Man kann über eine gewisse Geschwindigkeit nicht hinausgehen, auf eine andere Art aber auch die Kraft nicht beliebig vergrößern, da das Gefälle gegeben, der Kolben aber ebenfalls bestimmt ist, und man nur den letztern verändern könnte. Bei einem Rad ist es ebenso; man kann ihm zwar mehr Aufschlag geben, aber die Geschwindigkeit läßt sich über einen gewissen Punkt nicht steigern.

Ich komme nun zum letzten, zur Vergleichung beider Maschinen in ihrer Anwendung beim Bergbau im Allgemeinen.
Diese Gegeneinanderstellung hat seine Schwierigkeiten, und diese liegen darin, daß die örtlichen Verhältnisse meist auf den Ausschlag geben. Ich werde daher mich nur oben auf solche Verhältnisse beschränken und dann die hiesigen auf die Anwendbarkeit beider Maschinen beziehen. Wir haben als einzige Naturkraft allein

allein das Wasser, und auch dieses wird uns nur unter Mühe. Wir sind bereits verwiesen und müssen uns damit begnügen, so lange nicht besondere Verhältnisse eintreten. Hätten wir bedeutende Waldungen oder Steinkohlenflötze, dann könnte es allerdings mit mancher Grube, die jetzt arm und mißgeschickt, besser stehen, denn unsere Kraft ist zu veränderlich. Einen Theil des Jahres ist sie für die jetzigen Verhältnisse hinreichend, aber den andern Theil sieht es nur so kläglicher aus. Wie mancher schöne Bau muß dann eingestellt werden! Es wäre daher für uns höchst vortheilhaft, Dampfkraft anwenden zu können. Allein die Bauten und die hohen Kosten entgegen und hindern die Ausführung. Es würde manche Grube besser sein, wenn sie die beiden hiesigen Dampfmaschinen zur Wasserhebung hätte, während die Gruben zu ihrer nicht sehr ausgedehnten Förderung sich eines Wasserradgöpels oder Pferdegöpels bedienten. Man könnte auch für mehrere kleine Gruben zusammen eine Förderdampfmaschine herstellen, welche man portativ einrichtete. Es würde dies zu einem bedeutenden Kostenersparniß führen und doch der Zweck vollkommen erfüllt werden.
Würde jedoch der Plan, eine Ausführung der Eisenbahn von Dresden nach Freiberg zu vollziehen, realisirt, dann

könnte auch der Bergbau einen höhern Aufschwung nehmen, dann würden die bedeutenden Kosten für das Baumaterial sinken und es stünde zu erwarten, daß man dann in kurzer Zeit mehr dampfende Esse in der Umgegend erblickte. Man könnte dann manche schöne Baue wieder in Angriff nehmen und überhaupt den ganzen Betrieb einfacher einrichten. Es würden die Unterhaltungskosten der Wasserführung in Wegfall kommen und die Gruben nicht mehr abhängig sein von dem Zufall, ob die Jahreszeit zur Wassersammlung günstig ist oder nicht. Aber leider müssen wir dies bis jetzt blos als eine schöne Zukunft betrachten und uns noch behelfen mit dem, was uns gegeben und durch uns errungen ist.

SLUB
Wir führen Wissen.
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
FREIBERG

SLUB
Wir führen Wissen.
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
FREIBERG

SLUB
Wir führen Wissen.
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
FREIBERG

SLUB
Wir führen Wissen.
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
FREIBERG

SLUB
Wir führen Wissen.
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
FREIBERG