

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95/96 (1930)
Heft: 23

Artikel: Luftfeuchtungsanlage für Goldgruben in Johannesburg
Autor: Ostertag, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-44008>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Luftentfeuchtungsanlage für Goldgruben in Johannesburg.

Von Prof. P. OSTERTAG, Winterthur.

Bei vielen Tiefbauarbeiten hat sich das Bedürfnis gezeigt, der Baustelle nicht nur reine und abgekühlte Luft zuzuführen, sondern auch die hohe Luftfeuchtigkeit zu vermindern. Erst dadurch kann der Aufenthalt der Arbeiter erträglich gestaltet werden. Es darf wohl hier an die Schwierigkeiten erinnert werden, die sich beim Bau langer Alpentunnels gezeigt haben (Gotthard, Simplon). Ein anderes typisches Beispiel dieser Art bilden die Goldgruben in Transvaal, wo heute Tiefen bis zu 1000 m erreicht worden sind. Dort steigt die Raumtemperatur bis auf 35° und mehr an und die Luft ist mit Wasserdampf vollständig gesättigt, da der Staub mit Wasserbespritzung niedergeschlagen werden muss. Dieser Zustand gefährdet die Gesundheit der Leute dermassen, dass Einrichtungen zur Entfeuchtung der Grubenluft nötig sind.

Diese Aufgabe wurde von der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, nach eingehenden Studien zu einer eigenartigen Lösung gebracht, die den gestellten Bedingungen in weitgehender Weise gerecht wird. Bei der grundsätzlichen Bedeutung der Anlage dürfte eine Bekanntgabe der Einrichtung und der damit erhaltenen Versuchsergebnisse willkommen sein.

Als Mittel zur Luftentfeuchtung hat BBC die Kältemaschine durch Luftexpansion gewählt. In einem durch einen Drehstrommotor (1 in Abb. 1) über ein Zahnradgetriebe 2 angetriebenen vierstufigen Turbokompressor 3 wird die warme Luft auf etwa 3 at abs. verdichtet. Zwischen der zweiten und der dritten Stufe befindet sich der Kühler 4 und hinter dem Druckstutzen der Kühler 5; an beiden Orten scheidet sich ein beträchtlicher Teil der Feuchtigkeit aus. Die Entspannung der Druckluft erfolgt in einer Turbine 6, deren Laufrad fliegend am Ende der Kompressorwelle sitzt und das einen Teil der aufgewendeten Energie wieder zurückgibt. An den Auspuff der Turbine ist ein Wasserabscheider 7 angeschlossen und an ihn die Ausflusssdüse für die Messung der Luft.

Da als Kältemittel die abzukühlende Luft selbst benützt wird, ist der Betrieb gefahrlos und ohne Unzuträglichkeit für die Bedienung verbunden; die Anlage kann deshalb in der Tiefe des Bergwerkes aufgestellt werden.

Auf dem Prüfstand der Fabrik in Baden wurden am 18. Februar 1930 im Beisein des Berichterstatters Leistungsproben durchgeführt und dabei die nachfolgenden Hauptergebnisse erzielt.

Um die normalen Betriebsverhältnisse herzustellen, wie sie später auf der Grube herrschen werden, musste die zum Saugstutzen strömende Luft vorerst auf 35° C erwärmt und mit Wasserdampf gesättigt werden; in einem Holzkasten wurde sie auf elektrischem Wege bis zur Garantie-Temperatur vorgewärmt. Alsdann wurde sie durch den Elektromotor geleitet und dem Kompressor zugeführt, so dass auch die den elektrischen Verlusten entsprechende Wärme bei der nachfolgenden Kühlung entfernt wurde. Im Holzkasten wurde der Luft überhitzter Wasserdampf zugesetzt, dessen Menge mittels Düse bestimmt und so bemessen wurde, dass die Sättigung zustande kam. Die relative Feuchtigkeit der Raumluft vor dem Holzkasten ergab sich zu 49 %. Das aus den beiden Kühlern und dem Abscheider ausfallende Wasser wurde fortlaufend abgewogen. Das Kühlwasser musste ebenfalls auf die dem Bestimmungsort entsprechende Eintritts-Temperatur gebracht werden, was durch Ringlaufschaltung mit abgestimmtem Zusatz von kaltem Wasser erreicht wurde.

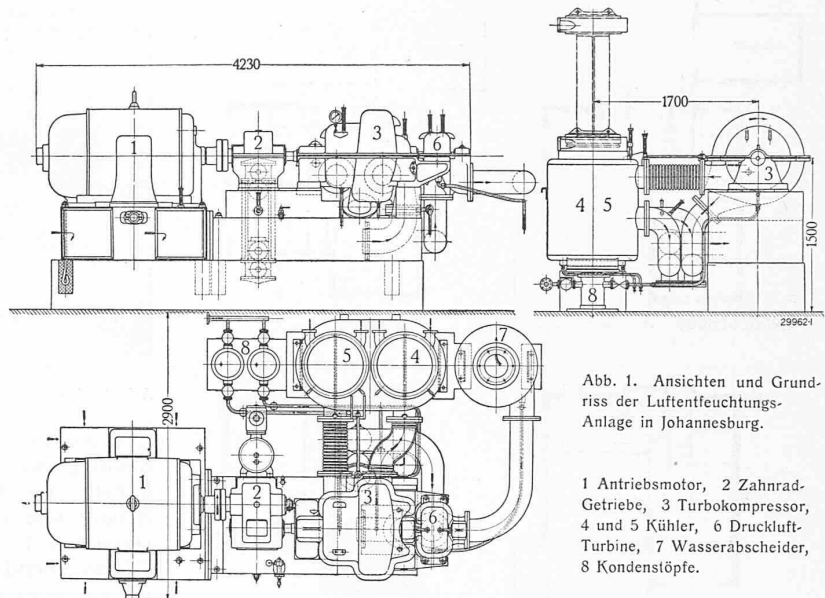


Abb. 1. Ansichten und Grundriss der Luftentfeuchtungsanlage in Johannesburg.

1 Antriebsmotor, 2 Zahnrad-Getriebe, 3 Turbokompressor, 4 und 5 Kühler, 6 Druckluft-Turbine, 7 Wasserabscheider, 8 Kondensstöpfe.

Aus den Messprotokollen ergaben sich folgende Mittelwerte:

Luft-Temperaturen.		Drücke.	
im Raum vor Maschine	20 °C	Barometerstand	0,989 at abs.
vor Motor	35,5 "	vor Motor	0,987 "
im Saugstutzen	44,7 "	im Saugstutzen	0,886 "
vor Kühler 4	110,5 "	vor Kühler 4	1,7 "
nach Kühler 4	37,0 "	Druckstutzen	3,19 "
am Druckstutzen	107,2 "	vor Kühler 5	3,14 "
vor Kühler 5	104,2 "	vor Turbine	3,09 "
nach Kühler 5	37,8 "	nach Turbine	1,172 "
vor Turbine	36,9 "	nach Abscheider	1,021 "
nach Turbine	4,9 "	Abfall Kühler 4	874 mm WS
vor Ausflusssdüse	4,4 "	Abfall Kühler 5	486 "
		Abfall Düse	179,7 "
Leistung, in den Motor eingeführt	242,6 kW		
Gefördertes Luftgewicht (trocken)	87,1 kg/min		
Aus der Luft abgeschiedenes Wasser v. Kühler 4	110	gr/min	
v. Kühler 5	2128	"	
Wasserabscheider	517	"	
Gesamte abgeschiedene Menge	2755	gr/min	
Aus dem Raum angesogenes Luftvolumen	72,3	m³/min	
Angesogene Raumfeuchtigkeit	648	gr/min	
Eingespritzte Dampfmenge	2760	"	
Gesamtwassermenge zugeführt	648 + 2760 =	3408	"
" abgeschieden	2755	"	
Rest in der austretenden Luft enthalten	653	gr/min	
oder auf 1 kg trockener Luft	7,5	gr	
Luftvolumen vor Motor (35,5°)	84,8	m³/min	
Wasserdampfgehalt vor Motor	3408	gr/min	
" auf 1 kg trockener Luft	39,21	gr	
" bei Sättigung	3415	gr/min	
Sättigungsgrad	3408/3415 =	0,998	
Sättigungsmenge auf 1 kg trockener Luft	5,44	gr	
Ueberschüssiges Wasser in austretender Luft	2,06	gr	

Diese Zusammenstellung zeigt, dass die zur Maschine tretende Luft den vorgeschriebenen Bedingungen genüge, denn die Temperatur hinter der Erwärmung betrug 35,5° und die Luft war mit Wasserdampf gesättigt. An trockener Luft wurden 84,8 m³/min angesogen und jedes kg enthielt $x = 0,03921$ kg Feuchtigkeit. Durch Verdichtung, Abkühlung und Expansion konnte diese Luft bis auf 7,5 gr pro kg Luft entfeuchtet und gleichzeitig auf 4,4° abgekühlt werden.

Man kann nun auch die Kältewirkung prüfen, wenn man die entzogene Wärme mit dem Wärmewert der auf-

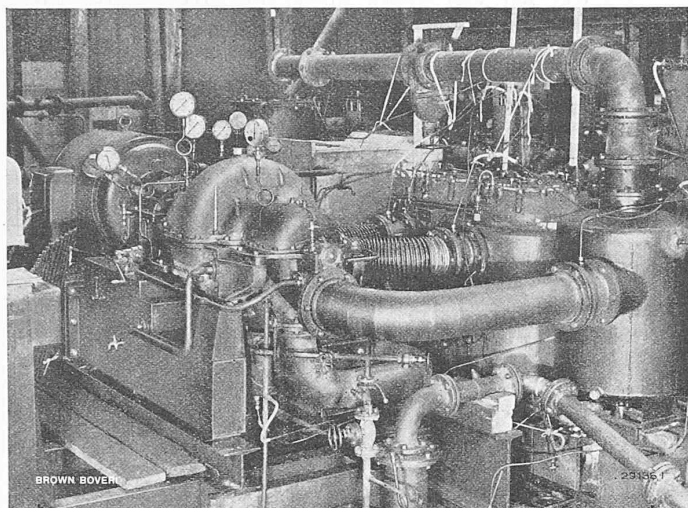


Abb. 2. Gesamtbild der Luftentfeuchtungsanlage in Johannesburg.

gewendeten Klemmenleistung vergleicht. Der Wärmeinhalt der feuchten Luft berechnet sich aus der bekannten Gleichung

$$i = 0,24 t + x (595 + 0,46 t)$$

Mit $t = 35,5^\circ$, $x = 0,03921$ wird für 1 kg trockener Luft

$$i = 32,47 \text{ kcal}$$

Wassergehalt im Sättigungszustand ($4,4^\circ$)

$$x' = 0,00544$$

Wärmeinhalt am Austritt $i = 4,31 \text{ kcal}$

Spezifische Kühlfähigkeit

$$\Delta i = 32,47 - 4,31 = 28,16 \text{ kcal}$$

Spezifische Kälteleistung (Leistungsziffer)

$$\varepsilon = \frac{\Delta i L}{\text{kW } 860} = \frac{28,16 \cdot 87,1 \cdot 60}{242,6 \cdot 860} = 0,706$$

Da bei dieser Anlage die Entfeuchtung die Hauptrolle spielt, wird es von Interesse sein, sie mit der Klemmenleistung zu vergleichen. Man erhält

$$f = \frac{\Delta x L}{\text{kW } 860} = \frac{(0,03921 - 0,0075) 87,1 \cdot 60}{242,6 \cdot 860} = 0,795$$

Während der Versuche arbeitete die Maschine ohne irgend welche Störung. Der Rotor des Kompressors lief trotz der hohen Drehzahl (13 000 in der Minute) ruhig und war frei von Erzitterungen, ebenso das Zahnradgetriebe.

Wald- und Hochwasserschutz.

Von Ing. GEORG STRELE, Hofrat d. R., Innsbruck.

Einleitung. Die Frage, welchen Einfluss der Wald auf den Wasserabfluss und das Entstehen der Hochwässer ausübt, ist noch keineswegs ausreichend geklärt, es gehen vielmehr die Ansichten darüber noch sehr weit auseinander. Während die einen alles Heil vom Walde erwarten, und dessen Einfluss als ausschlaggebend hinstellen, vertreten andere die Ansicht, dass die Wirkung des Waldes nur eine eng begrenzte und ziemlich untergeordnete sei; ja Einzelne gehen so weit, einen günstigen Einfluss völlig in Abrede zu stellen. Beide Teile stützen ihre Behauptungen auf Beobachtungen und Tatsachen, deren Richtigkeit nicht angezweifelt werden kann. Die einen verweisen auf die katastrophalen Folgen der Entwaldung vieler Gegenden, so z. B. der süd-franz. Alpen, woselbst mehrere Täler infolge Abholzung und übermässigen Weidebetriebes vollständig verödeten, ferner auf den bekannten Umstand, dass die Entfesselung zahlreicher Wildbäche den in ihren Einzugsgebieten vorgenommenen ausgedehnten Abholzungen unmittelbar folgte, wie im berühmten Schesatobel im Vorarlberg, durch das bis zum Abtriebe des Bergwaldes ein vollständig harmloses Bächlein floss, das aber dann zu einem der gefährlichsten Wildbäche wurde; sie machen geltend, dass regelmässig und reichlich fliessende Quellen in Waldgebieten nach der Rodung der Wälder versiegt

seien, nach der Wiederaufforstung aber wiederkehrten, dass der Wasserstand mancher Flüsse, in deren Gebiet weit ausgedehnte Schläge durchgeführt wurden, viel heftigern Schwankungen unterliege, dass das Niederwasser ab- und das Hochwasser zugenommen habe und ähnliches mehr. Die andern wiederum verweisen darauf, dass auch in Gebieten mit sehr günstigen Bewaldungsverhältnissen katastrophale Hochwässer mit ausserordentlich grossen Schäden zu beklagen waren, mithin der Wald einen sicher wirksamen Schutz gegen derartige Elementarereignisse nicht zu bieten vermöge. Die ausserordentlichen Hochwasserkatastrophen der Jahre 1897 und 1899 haben u. a. auch das Salzkammergut betroffen, das zu mehr als der Hälfte bewaldet ist, und woselbst die Bewirtschaftung der in den Quellgebieten der Wasseradern bis zur Vegetationsgrenze reichenden Forste eine pflegliche und klaglose ist; in ähnlicher Weise haben auch die idealen Waldverhältnisse im Quellgebiete der Elbe, in gewissen Karpathengebieten und im Wienerwalde das Eintreten von Hochwasserkatastrophen nicht zu verhüten vermocht; ja, sogar das Flussgebiet der Andlau im Elsass, das zu 90 % mit vorzüglich gepflegtem Walde — Tannen und Buchen — bestockt war, hat im Dezember 1882 durch erhebliche Ueberschwemmungen gelitten. Im Salzkammergut und im benachbarten Ennstal waren in der Zeit von 1316 bis 1899 nicht weniger als 25 grosse Hochwasserkatastrophen zu verzeichnen, von denen jene des Jahres 1594, also zu einer Zeit, in der die Bewaldungsverhältnisse gewiss nicht ungünstiger waren als heute, eine Stauung des Traunsees auf einen Pegelstand von 5,02 m gegenüber einem solchen von nur 3,81 m beim gewaltigen Hochwasser des Jahres 1899 bewirkt hat. Ministerialrat Lauda hat in einer Studie, betitelt „Die Hochwasserkatastrophe 1899 im Donaugebiete“, festgestellt, dass sich seit rund 800 Jahren eine bemerkenswerte Aenderung der katastrophalen Hochfluten unserer Flüsse und damit ein Einfluss der Entwaldung nicht nachweisen lässt.

In der „Oesterr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst“ (Jahrgang 1912) teilt Obering. Schaffernak auszugsweise den auf den Wald bezüglichen Inhalt einer umfangreichen Studie des amerikanischen Ingenieurs H. M. Chittenden mit, deren Zweck es vor allem ist, „den tiefingewurzelten Glauben an den günstigen Einfluss des Waldes ins Wanken zu bringen“. Der amerikanische Autor gelangt zum Schlusse, „dass der Forstkultur jeder Wert hinsichtlich der Abschwächung extremer Hochfluten abgesprochen werden muss“. Hieran knüpft Schaffernak den Hinweis auf die Vorarlberger Hochwasserkatastrophe vom Jahr 1910, gelegentlich derer die Hochfluten ebenfalls durch die Schneeschmelze wesentlich vermehrt wurden und bei der auch starke Waldbestände nicht vermochten, die Geschiebebildung durch die Seitenbäche der Ill im Montafon hintanzuhalten.

Im Gegensatz zu diesem extremen Standpunkte wird von einer Anzahl angesehener Forstmänner, zu denen besonders die eidgen. Forstinspektoren Dr. Fankhauser und Albisetti gehören, dem Walde eine hervorragende Wirkung zur Verhütung von Hochwasserverheerungen zugeschrieben. Allerdings sind dem Sinne nach in diesem Falle hauptsächlich örtlich beschränkte Verheerungen durch kleinere Wasserläufe — Wildbäche — verstanden, während sich die Behauptungen Chittendens und Laudas auf Katastrophen beziehen, die weit ausgedehnte Gebiete von Flüssen oder Strömen betreffen. Dr. Fankhauser und Albisetti gehen in ihren Ausführungen so weit, der Aufforstung den weitaus überwiegenden Anteil an der Beruhigung der Wildbäche beizumessen, sie wollen den baulichen Massnahmen nur eine untergeordnete Rolle eingeräumt wissen, ja sie bezeichnen sie in den meisten Fällen mit Ausnahme von Schutzvorkehrungen ganz geringen Umfanges als entbehrlich.

Da es heute mehr denn je geboten ist, mit den öffentlichen Mitteln, aus denen ja die Kosten der Wildbachverbauung zum weitaus überwiegenden Teile bestritten werden, hauszuhalten und überhaupt mit den verfügbaren