Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67/68 (1916)
Heft: 27

Artikel: Eine einfache Bestimmung relativer Luftfeuchtigkeit
Autor: Rutgers, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33134

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: 11.07.2025

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

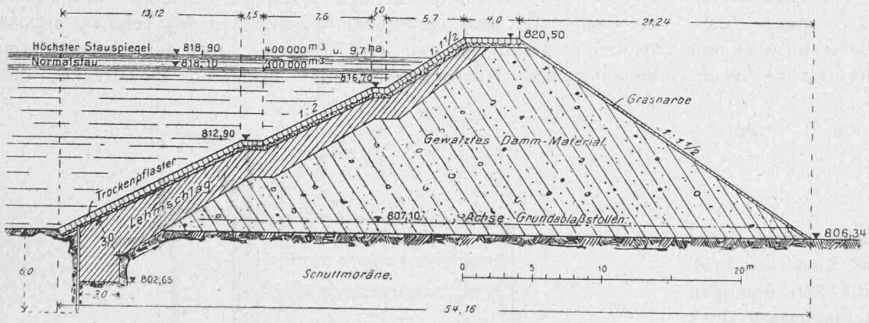
bestimmt und (am besten) durch Kurven dargestellt. Der ungefähre Schnittpunkt der Kurve L mit der Kurve $\frac{4}{10} C_1 + \frac{2}{10} C_2$ zeigt an, für welchen Wert von d dies zu wiederholen ist, wonach sich in der Regel der genaue Schnittpunkt und der endgültige Wert von d, dem wirtschaftlichen Durchmesser einer Abteilung ergibt. Hierbei kann der Koeffizient c für den Anfang zu ungefähr 100 angenommen und so beibehalten werden, so lange die Geschwindigkeit sich zu etwa 3 bis 4 *m* berechnet. Für andere Geschwindigkeiten muss c in gewohnter Weise geändert werden. Ebenso wäre das Resultat eventuell mit Rücksicht auf eine anders als zuerst angenommen ausfallende Wandstärke t zu modifizieren durch Anwendung eines genauern Wertes für k.

Der Bruch des Staudamms an der Weissen Desse.

Seit unserer Berichterstattung mit Abbildung der Durchbruchstelle auf Seite 242 dieses Bandes ist nun in den ersten Dezembernummern der „Deutschen Bauzeitung" eine einlässliche Darlegung des ganzen Sachverhaltes, begleitet von zahlreichen Abbildungen, erschienen. Wir entnehmen diesem, von Obering. *Ott* und Regierungsbaumeister *Marquardt* in Brüx (Böhmen) verfassten Aufsatz noch einige Einzelheiten, sowie die Profilzeichnung des Dammes, und verweisen im übrigen auf die genannte reichhaltige Quelle.

„Der wie die meisten Erddämme in gerader Richtung das Tal absperrende Damm, dessen Querschnitt beigegebene Abbildung zeigt, hat an der Wasserseite eine 1 : 1,5 geneigte Böschung bis auf Höhe 816,7, woselbst eine 1 *m* breite Berme den Uebergang in die Böschungsneigung 1 : 2 bis Höhe 812,9 vermittelt, um hier durch eine 1,5 *m* breite Berme unterbrochen zu werden und in derselben Neigung bis zur Talsohle weiter zu gehen. Die luftseitige Böschung hat ohne Berme die reichlich steile Neigung 1 : 1,5.

Der Querschnitt des Dammes setzt sich zusammen aus einer Lehmhaut an der Wasserseite, deren Stärke von 1 *m* an der Krone auf 3 *m* am Dammfuss zunimmt und daselbst 3,69 *m* tief hinter einer Spundwand in den lehmig-sandigen bis schotterartigen Untergrund eingebunden ist; ferner aus einer vor die Lehmschale gesetzten, gegen Wellenschlag schützenden Trockenpflasterung aus Granitsteinen von 30 *cm* Stärke mit durch Steinsplitter ausgezwickten Fugen auf 40 *cm* starker Schotterlage, sowie einem stützenden, in Schichten von 40 *cm* mittels 3000 *kg* schwerer Benzinauto-Walze verdichteten Dammkörper, dessen sandig-lehmiges



Profil des am 11. September 1916 gebrochenen Staudammes an der Weissen Desse. — 1 : 500.

bis geröllartiges Material der obersten Verwitterungsschicht der im Staubecken gelagerten Schuttmoräne entnommen ist.

Die Spundwand an der Wasserseite der Lehmschale reicht 6 *m* unter die Talsohle, bindet aber, im Gegensatz zum Damm an der Schwarzen Desse, noch nicht in undurchlässige Schichten ein, sodass die Vermutung nahe liegt, dass auch noch in dieser Tiefe (in Probegruben hat man in 10 *m* Tiefe noch keinen Fels angefahren), zwischen dem sandig-lehmigen Verwitterungsprodukt des Granites grössere Geröllstücke und Felsblöcke eingelagert sind, die, selbst unter der Voraussetzung einer dichten Lagerung, doch keineswegs wasserdicht sein können. Man muss sich daher fragen, ob bei dem am Fuss der Spundwand herrschenden grössten Wasserdruck von 18,56 *m* nicht die Bildung von Wasseradern möglich war, die durch die infolge des Rammens wahrscheinlich eingetretene Lockerung der Geschiebestücke vielleicht noch begünstigt wurde.

Ob die bei der Weissen Desse gewählte Abdichtung des Talgrundes auf die Dauer genügt hätte, muss bei dem grossen Talgefälle von 3 bis 5 % bezweifelt werden, umsomehr als das dem Staubecken entnommene — zweifellos ausgesuchte — Schüttungsmaterial nur 14 % Lehmbestandteile enthielt, im übrigen aber über 28 % Grusgeschiebe aufweist.[1]) Die aus den Bodenuntersuchungen (Tabelle III) nachgewiesene grosse Durchlässigkeit des Dammmaterials erfährt insofern eine Bestätigung, als bei einem weniger durchlässigen Material das im Damm-Innern sitzende Wasser bei einem sehr raschen Sinken des Wasserspiegels nicht schnell genug aus diesem entweichen kann, sodass infolge der reibungsvermindernden Eigenschaft des im Dammkörper befindlichen Wassers ein Abrutschen der Böschungsflächen eintreten würde. Das war aber an der Durchbruchstelle nicht der Fall; vielmehr sind, wie auch die photographischen Aufnahmen zeigen, sehr steile Bruchflächen zu erkennen, deren Zustandekommen man wohl der leichten Neigung des Dammkörpers, Wasser rasch aufzunehmen und abzugeben, zuschreiben muss" usw.

Aus der oben erwähnten „Tabelle III" ergibt sich die prozentuale Verteilung nach Korngrössen des Dammschüttungsmaterials im Innern zu: Grus über 4 *mm* ⊖ 28 %, grober Sand 4 bis 2 *mm* ⊖ 38 %, Sand von 1 bis 0,1 *mm* 20 % und lehmhaltige Teile 14 %. Der wasserseitige „Lehmschlag" wies auf: Grus 11 %, groben Sand 47 %, Sand 27,5 % und lehmhaltige Teile 14,5 %!

Eine einfache Bestimmung der relativen Luftfeuchtigkeit.

Die unter dem Titel *Graphische Darstellung des Luftbefeuchtungs- und Trocknungsvorganges* in der Schweizerischen Bauzeitung vom 30. September 1916 (Seite 156 dieses Bandes) gegebene graphische Darstellung[2]) gestattet u. a. auch, in sehr einfacher Weise, die Bestimmung der relativen Feuchtigkeit der Luft aus der Ablesung eines trockenen und eines „feuchten" Thermometers. Diese Methode ist alt, wird aber in der Praxis nicht so oft angewendet, als sie infolge ihrer Einfachheit verdient, vielleicht weil die Ausrechnung des Resultates etwas schwierig ist. In seinem Buche über Kondensatoren zeigt aber *F. J. Weiss* anhand eines ähnlichen Diagrammes, wie man diese relative Feuchtigkeit leicht nach der Zwei-Thermometer-Methode bestimmen kann. Da die Kenntnis der relativen Luftfeuchtigkeit in der Praxis oft wünschenswert ist, direkt zeigende Hygrometer aber eine besondere Aichung benötigen, dürfte eine kurze Erläuterung der Methode, die mittels zwei guter Thermometer, ohne besondere Aichung, auch anhand des in der Bauzeitung veröffentlichten Diagramms vorgenommen werden kann, angebracht sein.

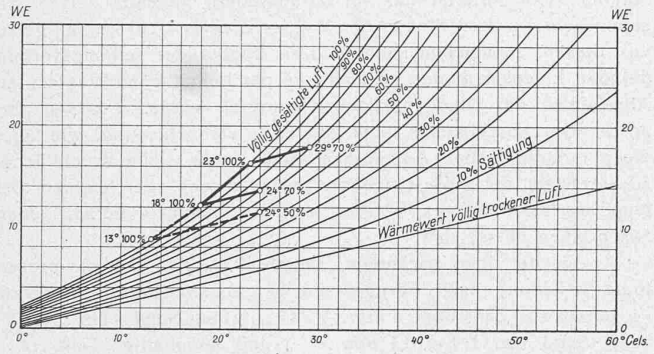
Zur Ausführung der Messung hängt man in den Raum, in dem die relative Luftfeuchtigkeit bestimmt werden soll, zwei vorher miteinander verglichene Thermometer auf und umgibt das untere Ende des einen mit einem Stückchen porösem Stoff, das in ein Schälchen mit etwas Wasser taucht, derart, dass sich der Stoff leicht mit Wasser voll saugt. Die Luft in der Nähe der beiden Thermometer hält man z. B. durch einen Zimmerventilator in dauernder leichter Bewegung. Beide Thermometer sind, wenn nötig, durch Schirme gegen Wärmestrahlung zu schützen.

Die in unmittelbarer Berührung mit der feuchten Hülle vorüberströmende Luft sättigt sich an der Berührungsstelle vollständig mit Wasserdampf. Da keine Wärme von aussen zugeführt wird, muss die Luft aus ihrem eigenen Wärmeinhalt die nötige Verdampfungswärme liefern. Dabei kühlt sie sich ab. Die von der Gewichtseinheit Luft zur Verdampfung aufzubringende Wärmemenge ist gegeben durch die Wassermenge, die verdunstet werden muss, bis die Gewichtseinheit Luft gesättigt ist. Aus dieser Verdampfungswärme und der spezifischen Wärme der Luft resultiert eine be-

[1]) „Bei andern ausgeführten Erddämmen bestand das Schüttmaterial aus folgenden Teilen: Mittersheim 50 % Sand und 50 % Ton, Montauby 66⅔ % Sand und 33⅓ % Ton, La Liez 56 % Sand und 44 % Ton, Cold Springs 75 % Kies und 25 % Lehm, Marne-Saône-Kanal 30 bis 70 % Sand und 70 bis 30 % Lehm, Straschin-Prangschin 71 % Sand und 29 % Ton, Schwarze Desse 48 % Sand und 52 % Lehm, Weisse Desse 86 % Sand und 14 % Lehm."

[2]) Wir wiederholen hier (auf S. 314) zum bessern Verständnis des Folgenden die betreffende Abbildung. *Red.*

stimmte Endtemperatur der Luft, beim stationären Vorgang, und damit auch eine bestimmte Temperatur des Thermometers in der feuchten Hülle. Die Endtemperatur ist von der Luftmenge unabhängig, da die bis zur Sättigung der Luft zu verdunstende Wassermenge mit der Luftmenge proportional zu- und abnimmt. Je trockener die Luft vorher war, umso mehr Wasser kann sie bis zur Sättigung aufnehmen und umso tiefer sinkt die Temperatur des feuchten Thermometers unter jene des trockenen Thermometers.



Wäre z. B. die Temperatur des Raumes (trockenes Thermometer) 20° C und die relative Luftfeuchtigkeit 20%, und geht man im Diagramm von dem Punkte, der diesen Zustand darstellt, auf einer Parallelen zur Abszissenaxe (Linie konstanten Wärmeinhaltes) nach links, bis zur Kurve für vollgesättigte Luft, so schneidet man diese Kurve bei einer Temperatur von 9° C. Bis zu dieser Grenze wird sich das feuchte Thermometer abkühlen.

Dabei ist vorausgesetzt, dass die Luftbewegung eine mässige ist, und dass die in der feuchten Hülle vorhandene Wassermenge nicht unverhältnismässig gross ist. Im erstern Falle wäre nämlich die feuchte Hülle eventuell nicht imstande, genügend Wasser nachzusaugen, und im zweiten Fall könnte die Temperatur des Thermometers von derjenigen der Luft an der Verdunstungsstelle verschieden sein, unter dem Einfluss der ursprünglichen Wassertemperatur. Bei einer Anordnung, wie sie in der Praxis zur Anwendung kommt, bleiben die genannten Faktoren ohne Einfluss.

Hat man umgekehrt am feuchten Thermometer 9° C abgelesen, und zeigt das trockene Thermometer 20° C, so sucht man den Schnittpunkt der Vertikalen durch den Abszissenpunkt 9° C mit der Kurve für völlig gesättigte Luft. Von diesem Punkt aus zieht man eine Horizontale nach rechts, bis zum Schnittpunkt mit der Vertikalen durch den Abszissenpunkt 20° C. Die Lage dieses Schnittpunktes, der in diesem Falle auf der 20%-Kurve liegt, gibt die gesuchte Luftfeuchtigkeit zu 20% an. Zeigen feuchtes und trockenes Thermometer 14 und 20° C, so ist die relative Feuchtigkeit der Luft 50%, usw.

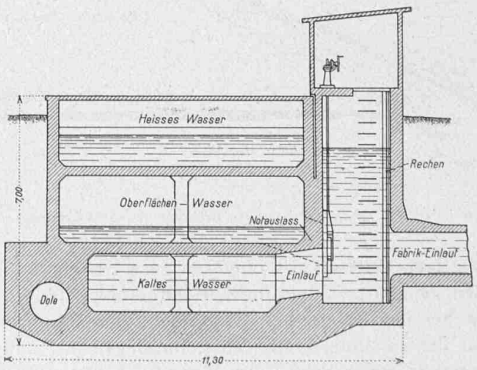
Oerlikon, 7. November 1916. Ing. *F. Rutgers.*

Miscellanea.

Die Schwingungen eines Maschinenhauses. Mittels eines dem Pendel-Seismographen ähnlichen Instruments sind von Prof. *Elmer E. Hall* der Universität von Californien die Schwingungen des 14,4 × 24 *m* Grundfläche bedeckenden Maschinensaals eines Elektrizitätswerkes untersucht worden. Im betreffenden Saal befindet sich 4,8 *m* hoch über Strassenniveau die mit den Eisenbetonwänden verbundene, für drei Turbogeneratoren von 1000 *kW* bei 6300 *Uml/min* versehene Fundamentplatte, auf der jedoch nur eine Einheit dieser Grösse aufgestellt ist. Nach den zahlreichen, in „Electrical World" wiedergegebenen Diagrammen sind in vertikaler Richtung deutlich zwei Arten von Schwingungen zu erkennen, von denen, in 10 *m* Entfernung der Maschinengruppe gemessen, die einen mit einer Schwingungszahl von 12,4 in der Sekunde und 0,04 *mm* doppelter Amplitude der natürlichen oder freien Frequenz des Maschinenhausbodens entsprechen, während die andern mit 59 Schwingungen in der Sekunde und 0,008 *mm* doppelter Amplitude in Synchronismus mit dem Generator sind. Die horizontalen Schwingungen in der Längsrichtung des Gebäudes, d. h. parallel zur Achse der Maschinengruppe, zerfallen wiederum in solche mit der Frequenz von 16,7 in der Sekunde und 0,17 *mm* doppelter Amplitude und in Schwingungen mit der Generatorenfrequenz. In dazu senkrechter Richtung wurden in etwa 6 *m* Abstand von der Turbine nebst den der Generatorenfrequenz entsprechenden, von 0,01 *mm* doppelter Amplitude, Oszillationen von 13 Perioden, wie in vertikaler Richtung, und von 0,04 *mm* doppelter Amplitude festgestellt. Die erwähnten horizontalen Schwingungen mit geringer Frequenz sind aber hier nicht mehr in Synchronismus mit den natürlichen Schwingungen des Gebäudes, deren Frequenz parallel zur Turbinenachse 10, in dazu senkrechter Richtung 4 in der Sekunde betragen würde.

Die Messungen wurden bei verschiedenen Geschwindigkeiten der Turbine wiederholt, wobei die stärksten Schwingungen bei einer Umlaufzahl von 1100 in der Minute in horizontaler, zur Achse senkrechter Richtung, mit 0,98 *mm* doppelter Amplitude bei einer Frequenz von 19 in der Sekunde auftraten. Ausserdem wurden sie auch in einem angebauten Gebäude vorgenommen. Obwohl die Amplituden der auftretenden Schwingungen weit unter der Elastizitätsgrenze des Baumaterials liegen, muss bemerkt werden, dass rasch aufeinanderfolgende, kleinere Oszillationen, wie dies hier der Fall ist, für ein Gebäude wohl ebenso nachteilig sind als stärkere, aber langsamere Schwingungen. Die Versuche weisen jedenfalls auf die Notwendigkeit hin, primäre Motoren stets so tief wie möglich und auf vollständig von den Gebäudewänden unabhängige Fundamente aufzustellen, was im vorliegenden Fall nicht befolgt worden war.

Eine dreistöckige Wasserleitung aus Eisenbeton ist für die Stadt Fall River, Mass., in Aussicht genommen, wo sie in verschiedener Hinsicht die bestehenden Wasserverhältnisse verbessern soll. Die in der Nähe der Küste gelegene Stadt wird durch den Quequechan River durchflossen, der als Abfluss für zwei oberhalb der Stadt gelegene Weiher dient. Durch einen vor Jahren unterhalb der Stadt erstellten Damm ist der Fluss gestaut und bildet dadurch mit den Weihern ein grosses Wasserbecken, dem das von den zahlreichen, an seinen Ufern gelegenen Spinnereien für Kondensations-, Wäscherei- und Bleichereizwecke benötigte Nutzwasser entnommen wird. Dieses Wasser fliesst neben viel Oberflächen- und Abwasser in den Fluss zurück. Die Verunreinigungen durch Schlamm und die durch das warme Kondenswasser geförderte Vegetation haben nun in den letzten Jahren einen die öffentliche Gesundheit gefährdenden Zustand geschaffen, der durch eine ausgedehnte Kanalisation beseitigt werden soll. Die erwähnte Leitung ist, fast ohne Gefälle, auf 3 *km* Länge parallel zur gestauten Flusstrecke gedacht. Deren unterste Abteilung, die in direkter Verbindung mit dem Wasserbecken stehen wird, ist bei einem rechteckigen, lichten Querschnitt von 10,2 m^2 für eine Wassermenge von 14 m^3/sek bemessen und wird unterhalb des Stauwehrs in den Fluss münden. Sie liegt unter dem niedrigsten Wasserstand des Teiches, sodass sie immer gefüllt ist und wird gestatten, trotz der beabsichtigten Senkung des Wasserspiegels der gestauten Flusstrecke, das



Fassungsvermögen des Staubeckens um 70% zu erhöhen. Im mittlern, für 19 m^3/sek Wassermenge berechneten Teil wird die Leitung die Regenwässer, im obern die von den Spinnereien kommenden warmen Abwässer aufnehmen und nach vorheriger Reinigung, insbesondere von Oel (Kondensationswasser), bezw. Abkühlung in den Stauweiher zurückleiten. Die Leitung hat über alles 11,3 *m* Breite und 7,0 *m* Höhe; nach „Eng. News" sind die Baukosten auf rund 15 Mill. Fr. veranschlagt, wovon rund 4 Mill. Fr. durch den Geländegewinn an den sehr flachen Flussufern infolge Senkung des Wasserspiegels des Stausees ausgeglichen werden.