

Die Bestimmung der Lüftungsbedingungen bei nicht klimatisierten Untertagbauten

Autor(en): **Künzler, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **77 (1959)**

Heft 4

PDF erstellt am: **05.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-84195>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Bestimmung der Lüftungsbedingungen bei nicht klimatisierten Untertagbauten

Von **Hans Künzler**, dipl. Ing., Zürich

DK 628.83:621.796.3

1. Problemstellung

Wir betrachten eine Kaverne 1 mit horizontalem Zugangsstollen 2 und vertikalem Luftschacht 3, wie sie in Bild 1 schematisch dargestellt ist. Ein Ventilator 4 sorgt bei Windstille während eines klimatisch günstigen Zeitabschnittes für die nötige Lüftung. Die Anlage werde täglich betreten; das Personal kann sie luftdicht abschliessen oder eine Lüftung vornehmen. Die Luft werde weder geheizt noch getrocknet.

Bei Anlagen dieser Art darf nur gelüftet werden, wenn der Taupunkt der Aussenluft unter der tiefsten Oberflächentemperatur der Kaverne liegt. Zur Bestimmung des Taupunktes der Lüftungsluft können die bekannten Instrumente (Psychrometer oder Thermometer und Hygrometer) verwendet werden. Die Firma Tesa in Renens-Lausanne hat ein hiefür besonders geeignetes Hygrometer auf den Markt gebracht, das ein unmittelbares Ablesen des Taupunktes gestattet und am Schluss des Aufsatzes beschrieben werden soll¹⁾. Vorher werden einige Betrachtungen über die Gesteinstemperaturen angestellt, soweit sie in diesem Zusammenhang interessieren.

2. Verlauf der Gesteinstemperatur

Für die Wärmeleitung bei nicht stationären Wärmeströmungen in platten-, zylinder- und kugelförmigen Kör-

1) Das Hygrometer wird jetzt von der Emmendinger Maschinenbau GmbH. in Emmendingen, Baden (Deutschland) hergestellt.

pern gelten die folgenden partiellen Differentialgleichungen:

für die Platte $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\lambda}{c \gamma} \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2} \right)$

für den Zylinder $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\lambda}{c \gamma} \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right)$

für die Kugel $\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\lambda}{c \gamma} \left(\frac{\partial^2 \vartheta}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial \vartheta}{\partial r} \right)$

Hierin bedeuten:

$$\lambda = \text{Wärmeleitzahl} \quad \text{kcal/m h } ^\circ\text{C}$$

c = Spezifische Wärme kcal/kg °C

 $\gamma =$ Spezifisches Gewicht kg/m^3 ϑ = Temperatur des Gesteins $^{\circ}\text{C}$

t = Zeiteinheit der Abkühlung (Abkühlzeit)

x = Axe der Wärmeströmungsrichtung in m

Wir verwenden diese Gleichungen, um den Verlauf der Gesteinstemperatur in Funktion der Gesteinstiefe für verschiedene Zeitdauern zu ermitteln und zwar für den Fall, da das Gestein durch kältere Luft von konstanter Temperatur ausgekühlt wird. Die Gleichungen lassen sich nach dem graphischen «Differenzenverfahren zur Lösung von Differentialgleichungen der nicht stationären Wärmeleitung» ²⁾ von

2) «Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens» Nr. 5, Bd. 13, Sept./Okt. 1942. Vgl. auch E. Schmidt: Thermodynamik, 7. Aufl., S. 348; Berlin 1958, Springer-Verlag.

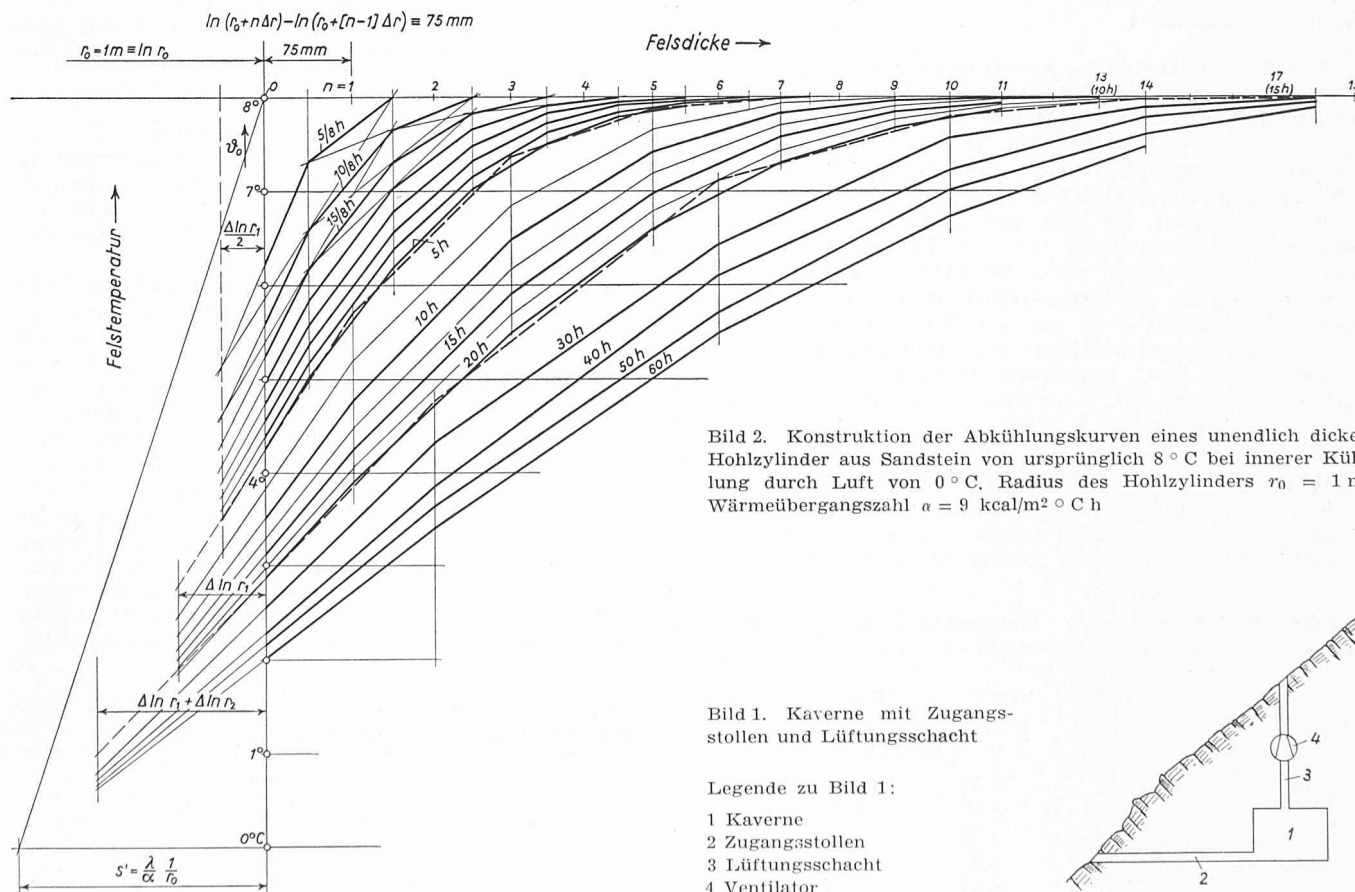


Bild 2. Konstruktion der Abkühlungskurven eines unendlich dicken Hohlzylinder aus Sandstein von ursprünglich 8°C bei innerer Kühlung durch Luft von 0°C . Radius des Hohlzylinders $r_0 = 1\text{ m}$, Wärmeübergangszahl $\alpha = 9\text{ kcal/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C h}$

Bild 1. Kaverne mit Zugangsstollen und Lüftungsschacht

Legende zu Bild 1:

- 1 Kaverne
- 2 Zugangsstollen
- 3 Lüftungsschacht
- 4 Ventilator

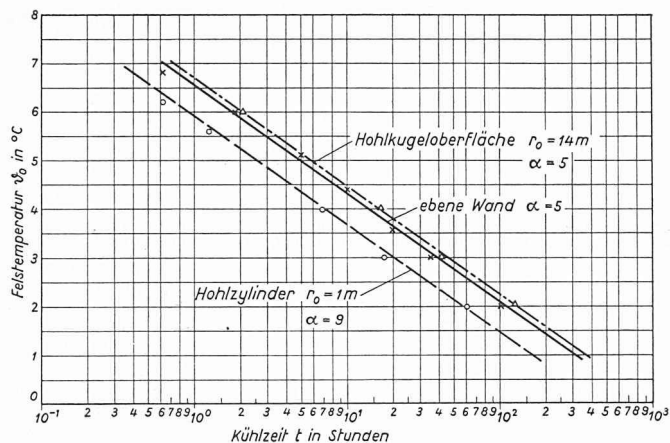


Bild 3. Temperaturverlauf in Funktion der Zeit an der Oberfläche eines Hohlzylinders, einer Hohlkugel und einer ebenen Wand von 8 °C Ursprungstemperatur bei Kühlung durch Luft von 0 °C. (α = Wärmeübergang von der Felsoberfläche an die Luft)

Prof. E. Schmidt lösen. Dabei werden sie als Differenzengleichungen angeschrieben. Setzt man für die Intervalle der Zeit und der Gesteinstiefen kleine endliche Werte ein, so gehen die Differenzengleichungen in Rekursionsformeln über. Mit diesen lassen sich die Kurven, die den Temperaturverlauf angeben, geometrisch konstruieren. Man kann nämlich allein mit Hilfe eines Lineals aus einer gegebenen Anfangsverteilung schrittweise den ganzen Verlauf der Temperaturkurven ermitteln. In den Gleichungen wurden folgende Stoffwerte verwendet; sie gelten für trockenen Sandstein und ergeben von den in Frage kommenden Gesteinen die kürzesten Abkühlungszeiten.

	Sandstein	Wasser (unbewegt)
Spez. Wärme c	0,17	1 kcal/kg °C
Wärmeleitfähigkeit λ	1,68	0,5 kcal/m h °C
Spez. Gewicht γ	2200	1000 kg/m ³
anfängl. Gesteinstemperatur		$\vartheta_{0a} = 8^\circ \text{C}$
Kühllufttemperatur		$\vartheta_L = 0^\circ \text{C}$
Wärmeübergangszahl		$\alpha = 5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ \text{C}$

Bild 2 zeigt eine solche Konstruktion von Abkühlungskurven für verschiedene Zeitintervalle. Sie gelten für den Hohlzylinderkörper mit dem Radius $r_0 = 1 \text{ m}$. Bild 3 stellt die Temperatur der Felsoberfläche in Funktion der Zeit bei einer Anfangstemperatur des Gesteins von +8 °C und einer Lufttemperatur von 0 °C dar und zwar für eine ebene Wand (ausgezogene Linie), für eine Hohlkugel von 14 m Radius und für einen Hohlzylinder von 1 m Radius. Aus Bild 4 gehen für die gleichen Fälle die Lüftungszeiten hervor, die nötig sind, um die Felsoberfläche durch Luft von verschiedener Temperatur δ_L von 8 °C auf 0 °C abzukühlen. Ebenfalls für die gleichen Fälle stellt Bild 5 die mit einem Luftstrom von 0 °C abgeführte Wärmemenge auf der Sandsteinoberfläche von 1 m² und der Anfangstemperatur von 8 °C in Funktion der Zeit dar.

3. Einfluss der Raumgrösse auf die Abkühlzeit

Um bei einem hohlzylindrischen oder einem kugelförmigen Innenraum den Einfluss einer Radiusänderung auf die Abkühlzeit zu ermitteln, genügt es, in Bild 2 die zur

Tabelle 1. Verhältnisswerte der Richtpunktabstände zum ersten Tiefenabschnitt für verschiedene Radien r_0 in mm

r_0 in mm	Platte $\frac{\Delta x}{s}$	Zylinder $\frac{s'}{\Delta \ln r}$	Kugel $\frac{s''}{r_n^{-1} - (r_n + \Delta r)^{-1}}$
0,01		15,7	38
0,1		6,0	7,8
1,0		4,65	4,9
10,0		4,5	4,5
∞	4,47	4,47	4,47

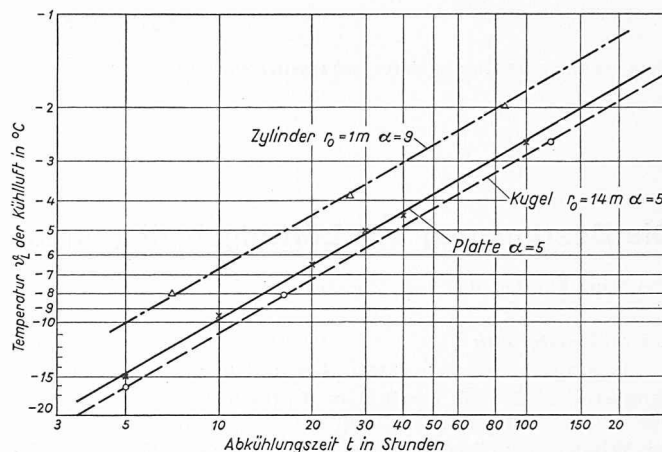


Bild 4. Abkühlungszeiten t , die nötig sind, um die Sandstein-Oberfläche eines Hohlraumes von ursprünglich 8 °C auf 0 °C zu senken, wenn mit Luft von verschiedenen Temperaturen gekühlt wird

Konstruktion der Temperaturkurven angewendeten Massstäbe sinngemäss zu verändern.

a) Die Bewegung des Richtpunktes s' (Bild 1) für den Zylinder und s'' für die Kugel in Funktion des Radius.

Wir bilden den Quotienten der Richtpunktabstände

$$s' = \frac{\lambda}{\alpha} \frac{1}{r_0} \text{ und } s'' = \frac{\lambda}{\alpha} \frac{1}{r_0^2}$$

zum ersten dazugehörigen Tiefenabschnitt und erhalten für die drei Körper die Zahlen der Tabelle 1.

b) Die Verjüngung des Tiefenmassstabes in Funktion des Radius

Wir bilden den Quotienten von zwei verschiedenen Tiefenabschnitten, nämlich denjenigen an der Oberfläche und einen zweiten in beispielsweise 2 m Tiefe, in Funktion des Radius und erhalten die Zahlen der Tabelle 2.

Aus den Zahlen der Tabellen 1 und 2 darf abgeleitet werden, dass Zylinder- und Kugelradien von 10 m und mehr sich verhalten wie eine ebene Wand.

4. Anwendung der Kurvenblätter Bilder 2 bis 5

Aus Bild 4 ist ersichtlich, dass die zur Lüfterneuerung nötige Lüftungsdauer kurz ist gegenüber der Zeit, die notwendig ist, um die Felstemperatur merklich zu ändern. Anders liegen die Verhältnisse, wenn im Winter lange Zeit zwecks Felstrocknung gelüftet werden soll.

Bei einer Anordnung nach Bild 1 strömt die kalte Aussenluft durch einen Stollen, in dem sie sich vorwärmt, zum Nutzraum, der möglichst trocken und vor Frost geschützt werden soll. Im Winter ist es dabei möglich, dass die Luft Eintrittsstelle des Stollens den Gefrierpunkt erreicht. Die Luftvorwärmung im Stollenstück darf unter Annahme einer konstanten mittleren Wandtemperatur berechnet werden, weil die Kühlzeiten im Nutzraum ohnehin lang sind und kleinere Abweichungen keine Folgen haben.

Sollte der Verlauf der Oberflächentemperatur längs des Stollens doch noch genauer bekannt sein, so kann folgendermassen vorgegangen werden: Auf Bild 2 ist für verschiedene Vielfache des ersten Zeitabschnittes der dazugehörige Temperaturverlauf von der Oberfläche bis zu einer gewissen Felstiefe ersichtlich, die diesem Zeitabschnitt ent-

Tabelle 2. Verhältnisswerte der Tiefenabschnitte an der Oberfläche zu denen in 2 m Tiefe für verschiedene Radien r_0

$r_0 \text{ m}$	Platte	Zylinder	Kugel
0,1		16	261
1,0		2,9	8,6
10,0		1,15	1,44
∞	1,0	1,0	1,0

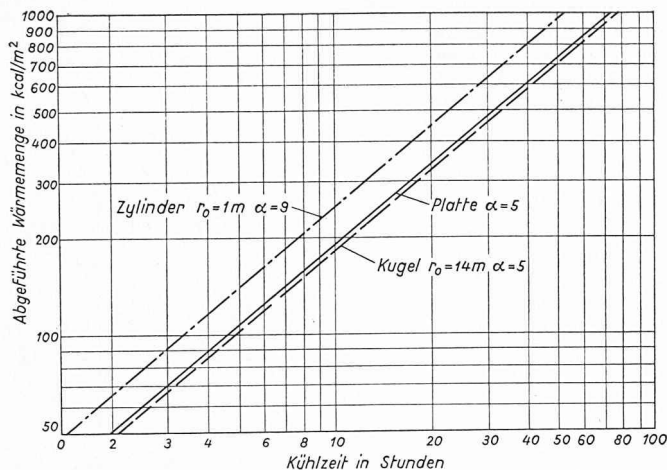


Bild 5. Mit einem Luftstrom von 0 °C von einer Sandsteinoberfläche von 1 m² und 8 °C Anfangstemperatur abgeführte Wärmemenge in Funktion der Zeit

spricht. Dieser Temperaturverlauf sei über die Stollenstücklänge l derselbe. Jede Temperaturkurve stellt gegenüber der vorangehenden einen gewissen Betrag eines vom Fels auf die Länge l an die Luft abgegebenen Wärmeinhaltes J dar nach der Gleichung:

$$J_F = J_L = G_F \cdot c_F \cdot \Delta\vartheta_{mF} = G_L \cdot c_L \cdot \Delta\vartheta_{mL}$$

wobei $\Delta\vartheta_{mF}$ aus Bild 2 ermittelt wird.

Weiter ist das Luftgewicht pro Zeiteinheit:

$G_L = q \cdot v \cdot \gamma_L$ und die Zunahme der Lufttemperatur mit der Länge l :

$$\Delta\vartheta_{mL} = \frac{J_F}{G_L \cdot c_L}$$

In diesen Gleichungen bedeuten:

G	= Gewicht
c	= spez. Wärme
$\Delta\vartheta_m$	= mittlere Temp.-Absenkung oder -Zunahme
v	= Geschwindigkeit der Luft
q	= Querschnitt des Stollens
G_F	= $2\pi r \cdot \Delta r \cdot l \cdot \gamma_F$
Index F	= Fels
Index L	= Luft

Für den zweiten Längenabschnitt gilt die selbe Gleichung, wobei die hier eintretende Luft aber schon um $\Delta\vartheta_{mL}$ vorgewärmt wurde. Im Bild 2 wird zur Ablesung der Temperaturmasstab entsprechend geändert und die neue Temperatur abgelesen. Man erstellt zur Rechnung am besten eine Tabelle. Eine ausgeführte Rechnung zeigt, dass die Felloberfläche nur in den ersten Längenabschnitten eine wesentliche Temperatursenkung erfährt.

5. Der Einfluss des Wassergehaltes bei Sandstein

Da Sandstein meistens Wasser enthält, sei über den Einfluss des Wassergehaltes eine kurze Betrachtung angeschlossen. Es stellt sich die Frage, in welchem Masse sich die gerechneten Abkühlungszeiten mit dem Wassergehalt verändern. Das Wasser liegt zwischen den Sandkörnern und kann sich nur schwer bewegen. Dies hat eine schlechte Wärmeleitfähigkeit zur Folge. Nimmt man an, die für Sandstein der Rechnung zugrunde gelegten Körper würden nur aus unbeweglichem Wasser bestehen, wofür die entsprechenden Stoffzahlen oben angegeben wurden, und bestimmt man für einen solchen Körper die Temperaturabsenkung in Funktion der Zeit, so überrascht das Ergebnis. Die Werte sind ähnlich wie bei trockenem Sandstein, nur die Tiefenwirkung ist bedeutend kleiner, d.h. die Temperaturlinien verlaufen steiler, als sie in Bild 2 angegeben sind.

Hinzu kommt der Feuchtigkeitsaustausch zwischen Luft und feuchter Gesteinsoberfläche. Unmittelbar über dieser ist die Luft gesättigt (Zustand O , Bild 6). Streicht immer neue,

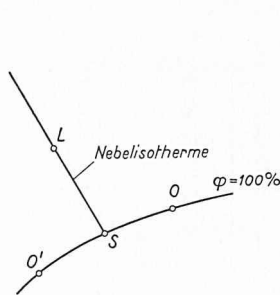


Bild 6. Nebelisotheime im Ix-Diagramm für feuchte Luft, Bezeichnungen im Text

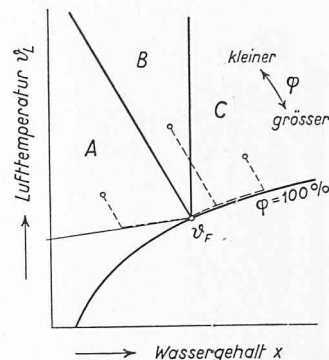


Bild 7. Ix-Diagramm mit Bezeichnung der für die Kavernebelung massgebenden Zustandsfeldern A, B und C

ungesättigte Luft von Zustand L an ihr vorbei, so verschiebt sich O nach S , das heisst nach dem Schnittpunkt der Nebelisotheime durch L mit der Sättigungslinie $\varphi = 100$ Prozent. Die Gesteinsoberfläche wird also abgekühlt oder erwärmt, je nachdem O über oder unter (O') S liegt.

Schliesslich ist noch die Wasserbewegung im Gestein unter dem Einfluss der Kapillarkwirkung und des Temperaturgefälles zu berücksichtigen. Bei einer Lüftung im Winter mit kalter, trockener Luft wirken sich beide Einflüsse im Sinne abnehmender Felsfeuchtigkeit und sinkender Fels-temperatur, also im Sinne einer Wasserbewegung vom Gesteinsinnern nach der Oberfläche aus. Der Feuchtigkeitsgehalt des Sandsteins bewirkt somit wegen den genannten drei Einflüssen eine Verlängerung der Abkühlungsdauer gegenüber trockenem Sandstein.

6. Beurteilung der Feuchtigkeitsverhältnisse

Die eingangs genannte Bedingung, dass der Taupunkt der Aussenluft tiefer liegen muss als die tiefste Oberflächentemperatur des Gesteins, ist vor allem in der kalten Jahreszeit erfüllt. Daher muss bei der Winterlüftung geprüft werden, ob keine Frostgefahr bestehe, weil das Gestein bei öfterem Durchgang durch den Gefrierpunkt verwittert; Sandstein ist hierauf besonders empfindlich. Am meisten sind die Lufteintrittsstellen gefährdet. Hier lässt sich aber die kalte Luft in Kanälen führen, so dass sie den Fels nicht gefährdet. Alle andern Stellen werden von vorgewärmter Luft bestrichen und weisen daher wesentlich grössere Abkühlungszeiten auf. Durchgeführte Berechnungen zeigen, dass in den Nutzräumen der Kaverne keine Frostgefahr besteht. Dies wird auch durch den praktischen Betrieb bestätigt. Tatsächlich bleibt bei Anordnungen mit Lüftung nach Bild 1 die Felstemperatur in den Nutzräumen über das ganze Jahr praktisch konstant.

In zahlreichen Fällen will man die Kaverne über den Winter durch reichliches Lüften austrocknen. Eine Trockenwirkung besteht, wenn die absolute Feuchtigkeit der eintretenden Aussenluft kleiner ist als die der austretenden Luft. Das ist für alle Aussenluftzustände der Fall, die im Ix-Diagramm Bild 7 in den Feldern A und B liegen, während das Feld C jene Aussenluftzustände einschliesst, bei denen die Luft bei ihrem Durchgang durch die Kaverne Feuchtigkeit abgibt.

Bei Frischluftzuständen entsprechend Feld B kühlt sich die Luft zunächst längs $l = \text{konst.}$ bis zur Sättigungslinie $\varphi = 100\%$ ab und nimmt dabei Feuchtigkeit von der Felloberfläche auf. Nachher kühlt sie sich weiter längs $\varphi = 100$ Prozent bis auf die Felloberflächentemperatur ϑ_F ab und gibt dabei wieder einen Teil des Wassers an den Fels ab. Es findet also ein Wassertransport von den feuchten Wänden in der Nähe der Eintrittsstelle nach den Wandteilen in der Nähe der Austrittsstelle statt.

Sorgt man für gute Durchmischung der eintretenden Luft mit der Raumluft, so wird die Raumluft unmerklich trockener und es wird überall eine leichte Trockenwirkung herrschen.

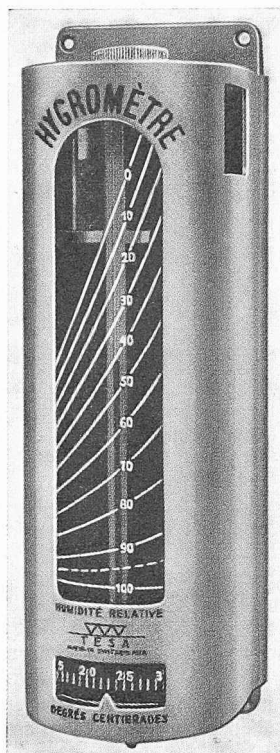


Bild 8. Ansicht des Feuchtigkeitsmessers der Firma Tesa S. A., Renens

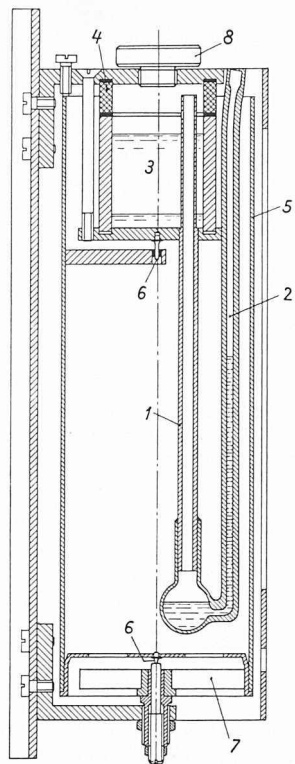
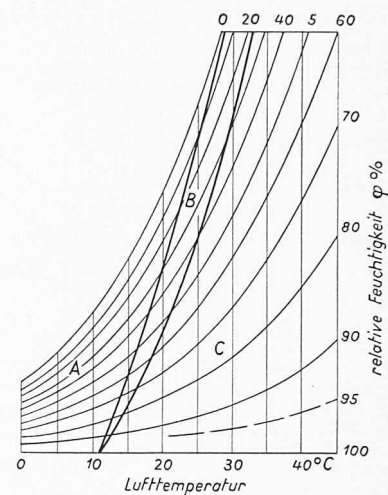


Bild 9. Schnitt durch den Feuchtigkeitsmesser

Bild 10. Abwicklung des Aufdruckes auf dem Zylinder 5 von Bild 9 mit den Zustandsfeldern A, B und C

Legende zu Bild 9:

- 1 innerer Schenkel des U-Rohres
- 2 äußerer Schenkel mit Anzeigeflüssigkeit
- 3 Wassergefäß
- 4 poröser Teil von 3
- 5 drehbarer Zylinder
- 6 Spitzenlagerung von 5
- 7 Bimetallfeder
- 8 Verschlusschraube



eindringt. Dieses Gefäß ist allseitig dicht abgeschlossen. Der obere Teil 4 der Gefäßwand ist aus porösem Material hergestellt. Der andere Schenkel 2 besteht aus Glas, ist teilweise mit einer Druckanzeigeflüssigkeit gefüllt und oben offen. Durch den porösen Wandungsteil 4 diffundiert der Wasserdampf aus dem Gefäß 3 in die Atmosphäre. Dadurch stellt sich ein Druckgefälle ein, das von der absoluten Feuchtigkeit der Aussenluft abhängt und durch die Flüssigkeitssäule im U-Rohr angezeigt wird. Die Füllung des Gefäßes 3 muss von Zeit zu Zeit erneuert werden, wozu die Schraube 8 dient. Der drehbare Teil wird durch den durchsichtigen Zylinder 5 gebildet, der auf den Spitzen 6 gelagert ist und durch die Bimetallfeder 7 in einer von der Temperatur abhängigen Stellung gehalten wird. Durch den Zylinder 5 erkennt man den Stand der Flüssigkeit im U-Rohr als Ordinate. Auf ihm ist als Parameter empirisch die relative Feuchtigkeit (Bild 10) aufgedruckt, und es sind dort auch die oben beschriebenen Flächen A, B und C im gleichen Masstab in verschiedenen Farben aufgetragen. Das Instrument erlaubt also, mit nur einer Ablesung und ohne Rechnung den Zustand der Aussenluft (Temperatur, relative Feuchtigkeit und Zustandsfeld) festzustellen und so den bei Lüftung eines unterirdischen Raumes zu erwartenden Erfolg rasch zu beurteilen. Dabei ist es nicht notwendig, die Ablesung unmittelbar am Eingang vorzunehmen, weil sich auf kurze Distanz der absolute Wassergehalt der Luft nicht ändert.

Adresse des Verfassers: Hs. Künzler, El.-Ing., Rebbergstrasse 29, Oberengstringen (ZH).

7. Der Feuchtigkeitsmesser der Firma Tesa

Im Betrieb werden Hygrometer nach den Bildern 8 und 9 der Firma Tesa in Renens-Lausanne verwendet. Dieses Hygrometer ist ein Apparat von hoher Präzision, der auf dem Prinzip der differentiellen Diffusion von Gasen — hauptsächlich des Wasserdampfes — durch poröse Wände aufgebaut ist. Es handelt sich hier um ein bekanntes Phänomen, wonach Gase und Dämpfe mehr oder weniger schnell durch poröse Wände diffundieren. Je trockener die umgebende Luft ist, um so rascher erfolgt die Diffusion des Wasserdampfes.

Das Messsystem besteht aus einem festen und einem um eine senkrechte Axe drehbaren Teil. Der feste Teil wird durch ein U-Rohr gebildet, dessen einer Schenkel 1 oben in ein mit destilliertem Wasser teilweise gefülltes Gefäß 3

Die Planung des schweizerischen Nationalstrassennetzes

DK 625.711.1.001

Aus dem zusammenfassenden Bericht der Kommission des Eidg. Departements des Innern für die Planung des Hauptstrassennetzes¹⁾, welcher der Presse am 28. Mai 1958 in Bern übergeben worden ist, entnehmen wir im Gegensatz zur Tagespresse, die sich vorab mit dem geplanten Netz der Nationalstrassen befasst hat, einige Abschnitte von grundsätzlicher Bedeutung. Wir dürfen voraussetzen, dass das Netz als solches im wesentlichen bekannt ist und dass die angewandten Profile, die Ausbaunormen usw. genügend besprochen worden sind²⁾. Aus diesem Grunde begnügen wir uns mit der Wiedergabe einzelner Zeichnungen und Pläne, die zu den Hauptergebnissen der Planungstätigkeit zu zählen sind.

1) 85 S. Text, 37 Tafelbeilagen mit Plänen usw., Format A4. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern. Preis 15 Fr.

2) Zur Dokumentation hierüber sei nochmals hingewiesen auf die Sammlung der Vorträge am Kurs S. I. A./VSS Lausanne 1957, 90 S. Format A4, reich illustriert, zu beziehen für Fr. 7.— bei der VSS, Seefeldstrasse 9, Zürich 8.

Der Bericht ist ein zusammengefasster Auszug aus dem grossen, teilweise noch nicht abgeschlossenen Hauptbericht, der von der unter Leitung von Regierungsrat Sam. Bravand arbeitenden Kommission an das Eidg. Departement des Innern im Laufe dieses Jahres abzuliefern sein wird. Dieser vorläufige Bericht enthält sechs Teile: 1. Allgemeines, 2. Planung des Hauptstrassennetzes, 3. Städtische Expressstrassen als Verbindungsstrecken der Autobahnen, 4. Strassentunnel für den Verkehr über die Alpen, 5. Festlegung des Nationalstrassennetzes: Bauprogramm, Kosten und Finanzierung, volkswirtschaftliche Auswirkungen der Autobahnen und 6. Gesetzgebung. Mit Ausnahme des dritten Teiles, der wohl der schwierigste sein dürfte, liegen alle Manuskripte des ausführlichen Berichts fast vollständig vor. Es wird aber noch einige Zeit verstreichen müssen, bis der Hauptbericht herausgegeben werden kann, wobei dieser u. U. noch von den vorliegenden abweichende Zahlen enthalten wird.

Die Kommission besteht aus 31 Mitgliedern und drei ständigen Experten. Als der Plenarkommission nicht angehörende Mitglieder der Regional-, Arbeits- und Experten-