

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 15 (1937)

Heft: 3

Artikel: Die Luftfeuchtigkeit in Wählerräumen = L'humidité de l'air dans les salles de sélecteurs

Autor: Krüger, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873416>

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: 02.04.2026

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

Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique

Publié par l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses



Bollettino Tecnico

Publicato dall'Amministrazione
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Inhalt — Sommaire — Sommario: Die Luftfeuchtigkeit in Wählerräumen. L'humidité de l'air dans les salles de sélecteurs. — Ueber die Temperaturabhängigkeit von Wellenwiderstand und Dämpfung pupinischer Leitungen. — Bestimmung der genauen Entfernung zwischen den Zentralpunkten zweier Telephonnetze. Détermination de la distance exacte entre le point central d'un réseau et celui d'un autre réseau. — Verschiedenes. Divers: Zehn Jahre Pro Telephon. — Traffico telefonico durante le feste pasquali. — Herabsetzung des Goldzuschlags im Telegraphen- und Telephonverkehr. — Ein internationaler Kongress für Kurzwellen in Physik, Biologie und Medizin. — La prochaine Conférence radiotélégraphique internationale. — Der grösste Kurzwellen-Rundfunksender der Welt. — Les services du Post Office au cours du dernier exercice. — Die Entwicklung des Fernsprechdienstes in den Vereinigten Staaten von Amerika. — Le téléphone dans la capitale américaine. — Telephonwerbung in Holland. — Uebersee-Telephon. — Die Stimme seines Herrn. — Du Muezzin au haut-parleur. — Einweihung einer Fernsprechzelle. — Fachliteratur. Littérature professionnelle. — Neuerwerbungen der Bibliothek der Telegraphenverwaltung. Nouvelles acquisitions de la bibliothèque de l'administration des télégraphes. Nuovi acquisti della biblioteca dell'amministrazione dei telegrafi. — Totentafel. Nécrologie: † Charles Reinert. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Die Luftfeuchtigkeit in Wählerräumen.

Von H. Krüger, Ing., St. Gallen.

551.57:621.395.34 = 3

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die in Wählerzentralen berüchtigten Störungen wie Anschwellen und Nachlassen der Lautstärke, „Fadings“ und Knackgeräusche zwei Hauptursachen haben:

1. Staub,
2. zu geringe Luftfeuchtigkeit.

Ohne Zweifel besteht ein gewisses Zusammenwirken beider Ursachen, denn allein durch Reinhaltung der Kontakte von sichtbarem Staub waren Anstände nicht zu beheben. Vermutlich ist die Abhängigkeit beider Ursachen von einander durch die Tatsache zu erklären, dass die Raumluft um so staubhaltiger ist, je trockener sie ist. Ferner ist trockener Staub bei Kontakten eher isolierend als Staub normaler Luftfeuchtigkeit.

Auf jeden Fall ist es bei Wähleranlagen sehr wichtig, beiden Erscheinungen und ihrer physikalischen Abhängigkeit grösste Beachtung zu widmen. In Anbetracht dessen und zur Aufklärung sei der ganze Fragenkomplex im Anschluss an frühere, teilweise bekannte Veröffentlichungen *) zusammengefasst behandelt, damit auch neuere Erkenntnisse sobald als möglich mit ausgewertet und Allgemeingut werden. Die Ausführungen seien zergliedert in: Das Wesen, das Messen und die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit, die Befeuchtungseinrichtungen und die Luftentfeuchtung.

I. Das Wesen der Luftfeuchtigkeit.

Während der Begriff „Temperatur“ eindeutig ist — bei hoher Temperatur ist es warm, bei niedriger Temperatur kalt —, ist der Begriff „Luftfeuchtigkeit“ zwiespältig: es kann „feucht“ sein, und doch enthält die Luft sehr wenig Wasser, und es kann „trocken“

*) Technische Mitteilungen, Jahrg. 8, 1930, Heft 2, und Dr. Ing. R. Führer, T. F. T., Jahrg. 23, 1934, Heft 7 und 8.

L'humidité de l'air dans les salles de sélecteurs.

H. Krüger, ing., St-Gall.

551.57:621.395.34 = 4

L'expérience a prouvé que les dérangements constatés dans les salles de sélecteurs, l'augmentation et la diminution de l'intensité sonore, le fading, les chocs acoustiques, sont dus à deux causes essentielles:

- 1° la poussière,
- 2° la trop faible humidité de l'air.

Il est certain que ces deux causes exercent une action commune, car le fait seul de nettoyer consciencieusement les contacts en enlevant toute poussière apparente ne suffit pas à supprimer toutes les difficultés. On peut expliquer l'apparement de ces deux causes par le fait que plus l'air d'un local est sec plus il contient de poussière. D'autre part, la poussière sèche qui repose sur les contacts est plus isolante que la poussière contenant l'humidité normale de l'air.

En tous cas, pour les installations de sélecteurs, il est de toute importance de vouer la plus grande attention à ces deux phénomènes et à leur interdépendance physique. En conséquence, nous avons estimé utile de publier ci-après quelques considérations sur cette question qui compléteront certains articles déjà parus *) et permettront à des cercles plus étendus de se documenter sur les nouvelles découvertes. Cet exposé est divisé en cinq parties: nature de l'humidité de l'air, manière de la mesurer et de l'augmenter, installations d'humidification, dessiccation de l'air.

I. Nature de l'humidité de l'air.

Alors que la notion „température“ est claire — quand elle est haute, il fait chaud, quand elle est basse il fait froid — la notion „humidité de l'air“ est plus vague: l'air peut être „humide“ et contenir

*) Bulletin technique 1930, No 2, et Dr. Ing. R. Führer, T. F. T., 1934, Nos 7 et 8.

sein, obgleich die Luft zehnmal soviel Wasser enthält als im ersten Falle.

Dieser scheinbare Widerspruch findet seine Erklärung darin, dass mit „Luftfeuchtigkeit“ zwei Zustände der Luft benannt werden, nämlich die absolute und die relative Feuchtigkeit, die beide durch die Temperaturhöhe in Abhängigkeit zu einander stehen, aber ganz Verschiedenes besagen.

Die absolute Luftfeuchtigkeit oder der Wassergehalt in der Luft in g/cbm ist je nach der Temperatur verschieden; je wärmer die Luft ist, um so höher ist ihr Aufnahmevermögen für Feuchtigkeit und demnach in der Regel ihr Wassergehalt. Die Maxima sind:

Temperatur:	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	Celsius
Wassergehalt/g/cbm	1,0	1,5	2,3	3,4	4,9	6,8	9,4	12,8	17,2	g/cbm

Diese verschiedenen Wassergehalte in Wasser/cbm Luft, genannt absolute Feuchtigkeit, besitzen aber nur selten ihre maximalen Werte, nämlich nur bei dichtem Nebel. Im allgemeinen schwanken sie im Freien zwischen

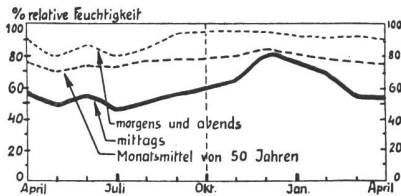


Fig. 1. Die mittlere relative Luftfeuchtigkeit im Freien (laut meteorol. Station Davos).
Humidité relative moyenne en plein air (Stat. météor. Davos).

50—75% des Maximums am Tage und 85—100% nachts und bei Regenwetter, wie es Fig. 1 zeigt.

Diese schwankenden Prozentgehalte vom Maximum nennt man die „relative“ Feuchtigkeit. Das Wachstum der Pflanzen, der Feuchtigkeitsgehalt aller hygroskopischen Stoffe, wie Holz, Isolierstoffe, Textilien, Mauerwerk, sowie das menschliche Empfinden für trocken und feucht reagieren nicht auf die absolute Feuchtigkeit, den Wassergehalt/cbm Luft, sondern auf die relative Feuchtigkeit. Als normal gilt relative Luftfeuchtigkeit zwischen 40 und 75%.

Bei 75% relativer Feuchtigkeit nach oben hin beginnt der Begriff der „feuchten Luft“ (siehe Fig. 2). Hat die Luft in Räumen dauernd über 75% relativer Feuchtigkeit und ist keine merkliche Luftbewegung vorhanden, so entsteht Oxydation und Schimmelbildung, um so eher, wenn die Luft dazu auch noch warm ist.

Eine Gefahr hierfür besteht besonders bei kühleren Wählerräumen im Hochsommer, bei hoher Temperatur und infolgedessen hohem Wassergehalt der Aussenluft, der in kühlen Räumen zur Kondensation kommen kann.

Bei 40% relativer Feuchtigkeit nach unten beginnt die Zone der „trockenen Luft“, deren Nebenerscheinungen, abgesehen von den unangenehmen Einwirkungen auf das Befinden vieler Menschen, anormales Eintrocknen aller hygroskopischen Stoffe, Spannungen im Holz, Elektrischwerden von Papier (Buchdruckereien) und Zunahme an mikroskopisch feinem

très peu d'eau; il peut être „sec“ et contenir dix fois plus d'eau que dans le cas précédent.

Cette contradiction apparente s'explique par le fait qu'on désigne sous le nom „humidité de l'air“ deux états différents de l'air: l'humidité absolue et l'humidité relative qui, toutes deux, dépendent de la température, mais indiquent deux états totalement différents.

L'humidité absolue ou la teneur en eau de l'air évaluée en g/m³ varie suivant la température; plus l'air est chaud, plus il absorbe d'humidité et, par conséquent, en règle générale, plus sa teneur en eau est élevée. Les maximas sont:

Température	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	centigrades
Teneuren eau	1,0	1,5	2,3	3,4	4,9	6,8	9,4	12,8	17,2	g/m ³

Cependant, la teneur en eau ou humidité absolue n'atteint que rarement ces maximas; il faut pour cela un brouillard très épais. D'une manière générale, en plein air, elle varie entre 50—75% du maximum pendant le jour et 85—100% pendant la nuit ou en cas de mauvais temps, ainsi que le montre la fig. 1.

Cette teneur variable s'appelle „l'humidité relative“. La croissance des plantes, l'humidité des matières hygroscopiques telles que le bois, les matières isolantes, les textiles, les maçonneries ainsi que le sentiment humain de l'humide ou du sec ne sont pas influencés par l'humidité absolue, la teneur en eau par m³ d'air, mais par l'humidité relative. On considère comme humidité relative normale une humidité de 40 à 75%.

L'air dont l'humidité relative dépasse 75% est appelé „air humide“ (fig. 2). Lorsque, dans un local, l'humidité relative de l'air reste constamment au-dessus de 75% et qu'aucun courant d'air ne s'y fait sentir, la rouille et la moisissure apparaissent, ceci d'autant plus vite que l'air est plus chaud.

Les salles de sélecteurs établies dans des endroits frais sont particulièrement exposées à ce risque en plein été, lorsque la température est élevée et que, par conséquent, l'air extérieur contient beaucoup d'eau qui se condense dans les locaux frais.

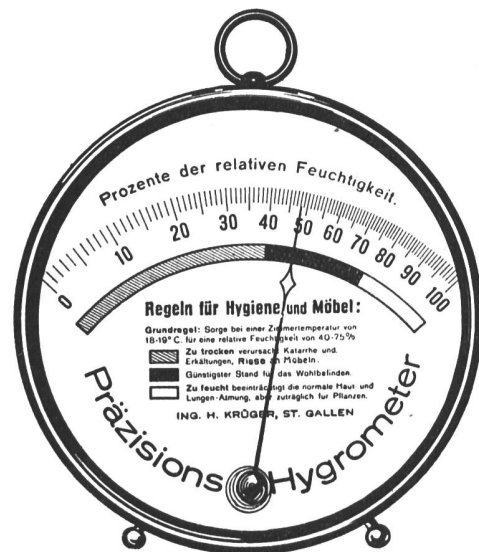


Fig. 2. Hygrometer mit Regeln.
Hygromètre avec règles d'hygiène.

Luftstaub sind, dem der natürliche Feuchtigkeitsgehalt normaler Luft zum Zusammenballen und Absetzen fehlt. Beispielsweise wurden ermittelt in Räumen

bei normaler Luftfeuchtigkeit 40—60 Staubteilchen pro cm^3 Luft *)

bei trockener Raumluft unter 40% r. F. 200—300 Staubteilchen pro cm^3 Luft,

wobei alle Staubteilchen gezählt wurden, die eine Grösse von $1/10 \mu$, d. h. 1 Zehnmillionstel Millimeter Durchmesser und darüber hatten.

Während somit die *relative* Luftfeuchtigkeit in den Räumen sehr wichtig ist und ihr Wert laufend verfolgt werden muss, ist zur Beurteilung dieser Luftverhältnisse von ebenso grosser Wichtigkeit die *absolute* Luftfeuchtigkeit, der Wassergehalt pro cbm der Aussenluft, denn von diesem hängt die Höhe der relativen Luftfeuchtigkeit im Raum ab. Der Wassergehalt der Aussenluft ist im Sommer (s. Fig. 3) weit höher als im Winter. Da die Aussenluft in ihrem Gesamtvolumen gegenüber dem Luft-

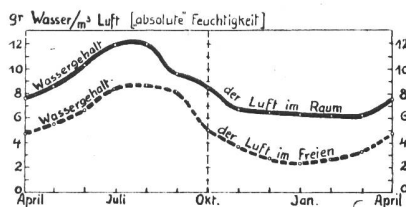


Fig. 3. Wassergehalt der Luft im Freien und der davon abhängige Wassergehalt in den Räumen. Teneur hygrométrique de l'air à l'extérieur et dans les locaux.

Volumen in den Räumen weitaus überwiegt, so findet ein Ausgleich der absoluten Luftfeuchtigkeit (also nicht der relativen!) zwischen der Luft im Freien und der Luft in den Räumen lediglich nach Massgabe der Aussenluft statt. Steigt der Wassergehalt der Aussenluft, so steigt er auch in den Räumen; geht er bei der Aussenluft herunter, so sinkt er auch in den Räumen.

Diese wichtige Tatsache hat zur Folge, dass die im Winter wasserarme Raumluft, wenn sie erwärmt wird, sehr niedrigen relativen Feuchtigkeitsgrad annimmt.

Beispiel: Im Winter verringert sich der Wassergehalt der Aussenluft bei 0°C auf höchstens $4,9 \text{ g}$ pro cbm. Da im Raum aber bei 20° die Luft eine maximale Aufnahmefähigkeit für $17,2 \text{ g/cbm}$ hat, so nimmt ihre relative Feuchtigkeit einen Wert an

von nur $\frac{4,9}{17,2} = 28,5\%$ relativer Feuchtigkeit.

Es ist ein Irrtum, anzunehmen, dass im Winter die Luftfeuchtigkeit im Raum sich erhöht, wenn bei nebligem Wetter die Fenster geöffnet werden. Tatsächlich kommt niemals Luftfeuchtigkeit in den geheizten Raum mit mindestens 40% Luftfeuchtigkeit, wenn die Aussentemperatur 7°C und darunter ist. Denn bei 7°C hat die Luft maximal $7,7 \text{ g/cbm}$ Wassergehalt, die Luft des Raumes bei 22°C und 40% relativer Feuchtigkeit auch $0,4 \times 19,25 =$

*) Dr. Eglhoff, Ueber das Klima im Zimmer. Untersuchungen auf Veranlassung des Hygienischen Instituts der ETH Zürich, unter Regie des met. phys. Observatoriums, Davos.

L'air dont l'humidité relative est inférieure à 40% est appelé „air sec“. Cet air, qui incommodé désagréablement beaucoup d'êtres humains, a aussi pour effet de provoquer un assèchement anormal de toutes les matières hygroscopiques, des tensions dans le bois, l'électrisation du papier (imprimeries) et une augmentation des poussières microscopiques, auxquelles il manque l'humidité naturelle de l'air normal pour pouvoir s'agglomérer et se déposer. On a constaté, par exemple, dans des locaux:

Avec humidité de l'air normale 40 à 60 particules de poussière par cm^3 d'air; avec air sec, moins de 40% d'humidité relative, 200 à 300 particules de poussière par cm^3 d'air, ceci en comptant toutes les particules de poussière de $1/10 \mu$, c'est-à-dire de 1 dixième de millièmeter de diamètre et au-dessus.

S'il importe de connaître l'humidité *relative* de l'air des locaux et d'en surveiller constamment les variations, il est non moins important, pour juger des conditions d'aération, de connaître l'humidité *absolue*, c'est-à-dire la teneur hygrométrique de l'air extérieur, dont dépend l'humidité relative de l'air du local. La teneur hygrométrique de l'air extérieur est beaucoup plus élevée en été qu'en hiver (fig. 3). Du fait que le volume d'air du local comparé au volume total de l'air extérieur ne représente qu'une infime quantité, l'humidité absolue (non l'humidité relative) de l'air extérieur et de l'air du local s'égalise uniquement d'après l'air extérieur. Si la teneur hygrométrique de l'air extérieur augmente, celle de l'air des locaux augmente aussi; si au contraire elle diminue, celle de l'air des locaux diminue également.

De cette constatation importante, il résulte que lorsqu'on chauffe l'air d'un local qui, en hiver, a une faible teneur hygrométrique, il n'atteint qu'un très faible degré d'humidité relative.

Exemple: En hiver, par une température de 0°C , la teneur en eau de l'air extérieur atteint au maximum $4,9 \text{ g}$ par m^3 . Or, comme l'air d'un local chauffé à 20°C a une capacité d'absorption maximum de $17,2 \text{ g/m}^3$, son humidité relative atteindra seulement la valeur de $\frac{4,9}{17,2} = 28,5\%$.

C'est une erreur de croire qu'en hiver on augmente l'humidité de l'air en ouvrant les fenêtres lorsqu'il y a du brouillard. En fait, si le thermomètre indique 7°C ou moins de température extérieure, il ne pénètre jamais d'humidité dans un local chauffé dont l'air accuse déjà une humidité d'au moins 40%. En effet, si, à l'extérieur, avec une température de 7°C , la teneur en eau de l'air est au maximum $7,7 \text{ g/m}^3$, celle de l'air, à 40% d'humidité relative, d'un local chauffé à 22°C sera également $0,4 \times 19,25 = 7,7 \text{ g/m}^3$. Par conséquent, si la température extérieure baisse ou si son degré d'humidité relative se trouve au-dessous du maximum, ce qui est presque toujours le cas, l'air humide du local se précipitera dehors dès qu'on ouvrira les fenêtres et sera remplacé par de l'air sec, ce qu'on peut constater en tout temps au moyen d'un hygromètre ou, mieux encore, au moyen d'un hygrographe.

Pour savoir s'il convient d'aérer, on détermine la teneur hygrométrique de l'air extérieur et intérieur

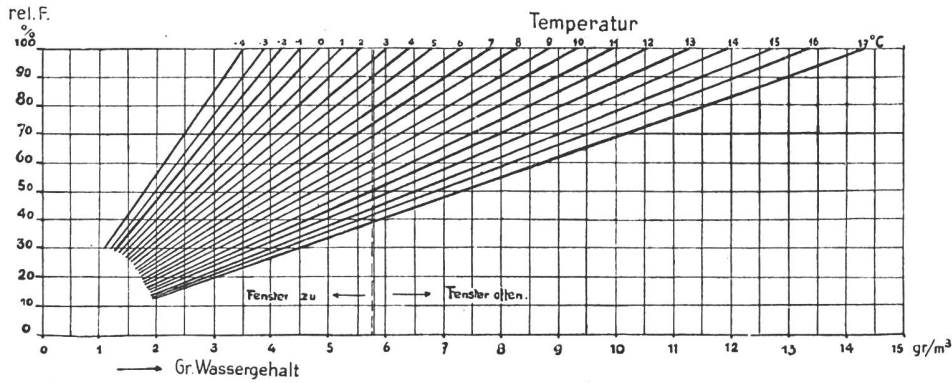


Fig. 4. Diagramm zur Ermittlung des absoluten Wassergehalts der Luft.
Diagramme permettant de déterminer l'humidité absolue de l'air.

7,7 g/cbm. Sinkt demnach die Aussentemperatur, oder ist ihr relativer Feuchtigkeitsgrad unter dem Maximum, was fast stets der Fall ist, so strömt durch Öffnen der Fenster stets Luftfeuchtigkeit heraus und trocknere Luft kommt in den Raum, wie man jederzeit am Hygrometer, oder noch besser am Hygrograph beobachten kann.

Die Zulässigkeit des Lüftens lässt sich durch Ermittlung des Wassergehalts aussen und im Raum an Hand eines Diagramms ermitteln, das im Heft 2 der T. M. 1930 näher beschrieben ist und in Fig. 4 wiedergegeben sei. Es ergibt sich, dass bei einer Temperatur von 22° C im Raum und einer relativen Feuchtigkeit von 40% als Minimum und bei Aussentemperatur 7° C und 100% Luftfeuchtigkeit der Wassergehalt aussen und innen gleich ist; man darf lüften; desgl. bei Aussentemperatur 10° und 85% relativer Feuchtigkeit oder mehr usw. Dieses Diagramm ist teilweise noch heute bei Zentralen in Anwendung. Einfacher ist das Thermohygrometer Fig. 5 mit den Kurven des absoluten Wassergehalts. Die Ablesung der absoluten Feuchtigkeit erfolgt vom oberen Punkt der Quecksilbersäule in Richtung der Kurven nach rechts unten. Hängt ein solches Instrument innen beim Fenster, eines aussen vor dem Fenster, so kann man durch Vergleich der Ablesungen der absoluten Feuchtigkeit an beiden Instrumenten ohne weiteres feststellen, ob die absolute Feuchtigkeit aussen höher ist als im Raum, und also gelüftet werden darf oder nicht.

Die graphische Aufzeichnung der relativen Luftfeuchtigkeit in den Räumen, sofern keine künstliche Luftbefeuchtung besteht, zeigt Fig. 6. Auffallend ist das starke Sinken der relativen Feuchtigkeit im Winter während der Heizperiode.

Zur Vermeidung der durch das Sinken der relativen Luftfeuchtigkeit im Winter auftretenden Er-

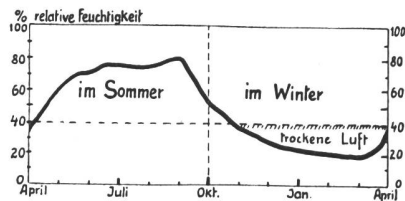


Fig. 6. Die mittlere relative Luftfeuchtigkeit in Wohnräumen mit Zentralheizung (ohne Luftbefeuchtung).
Humidité relative moyenne dans les locaux pourvus du chauffage central (sans humidification).

à l'aide du diagramme décrit en détail dans le n° 2/1930 du Bulletin technique et reproduit à la fig. 4. Lorsque la température du local accuse 22° C et l'humidité relative 40% au minimum, la température extérieure 7° C et l'humidité de l'air 100%, la teneur hygrométrique est la même à l'intérieur et à l'extérieur: on peut donc aérer. Il en est de même si la température extérieure accuse 10° et l'humidité relative 85% ou plus, et ainsi de suite. Ce diagramme est encore utilisé aujourd'hui dans quelques centraux; cependant, il est plus simple d'employer le thermohygromètre représenté à la fig. 5, qui indique les courbes de l'humidité absolue.

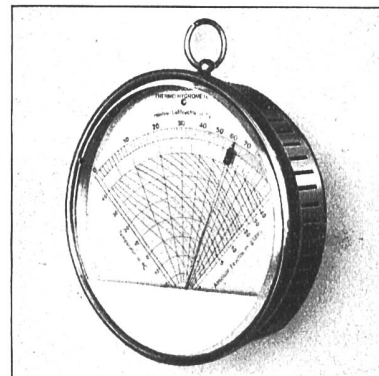


Fig. 5. Thermohygrometer, zeigt relative Feuchtigkeit, Temperatur und absolute Luftfeuchte.
Thermohygromètre indiquant l'humidité relative, la température et l'humidité absolue.

Cette humidité se lit depuis le sommet de la colonne de mercure en suivant à droite, de haut en bas, la direction des courbes. En comparant les indications données par un de ces instruments suspendu en dehors de la fenêtre avec celles d'un second instrument suspendu à l'intérieur du local, près de la fenêtre, on peut établir sans autre si l'humidité absolue est plus élevée à l'extérieur qu'à l'intérieur et, par conséquent, s'il convient d'aérer ou non.

Le graphique représenté à la fig. 6 indique l'humidité relative de l'air des locaux où il n'y a pas d'humidification artificielle. On remarque en particulier la forte chute de l'humidité relative qui se produit en hiver pendant la période de chauffage.

scheinungen haben die Telephonverwaltungen des In- und Auslandes vorgeschrieben, dass die relative Feuchtigkeit ein gewisses Mass nicht unterschreiten darf und möglichst zwischen 45 und 75% gehalten werden soll. Ferner ist die Einschränkung der Staubbildung gebührend zu beachten und durchzuführen.

II. Das Messen der relativen Luftfeuchtigkeit.

Zum Messen der relativen Luftfeuchtigkeit gibt es:

1. Psychrometer.
2. Haar-Hygrometer.
3. Spiral-Hygrometer.
4. Kontrollinstrumente.
5. Elektrische Feuchtigkeitsmesser.

Alle hygrometrischen Messinstrumente bedürfen einer gewissen Pflege, da sie nicht wie Thermometer ihren jeweiligen Anzeigestand ohne Veränderlichkeit beibehalten, sondern ihn bei unpfleglicher Behandlung oder unsachlicher Handhabung verändern und dann falsche Werte anzeigen. Im nachstehenden werden die nötigen Fingerzeige für richtiges Messen gegeben.

1. *Psychrometer.* Für die psychrometrische Messung der Luftfeuchtigkeit verwendet man die Anzeigedifferenz von zwei Thermometern, deren eines die Raumtemperatur, das andere die entsprechende Verdunstungstemperatur anzeigt (Fig. 7). Zum Erhalt dieser ist das Nassthermometer mit einem nassen Strumpf aus Gaze, Mull oder Baumwolle überzogen. Je trockener die umgebende Luft ist, um so rascher verdunstet das Wasser im Strumpf des Nassthermometers. Aus der abgelesenen Differenz zwischen der stets höheren Trockentemperatur und der stets niedrigeren Feuchttemperatur wird aus Zahlentafeln oder Kurven die relative Luftfeuchtigkeit ermittelt.

Diese Psychrometer sind nur dort am Platze und zeigen nur richtig, wo eine Luftgeschwindigkeit von mehr als 1,8 m/sec herrscht. Da dies in Wähleräumen niemals der Fall ist, kommen Psychrometer, die z. B. in der Textilindustrie mangels Sacherfahrung vielfach in Gebrauch sind und alle falsch zeigen, nicht in Betracht.

2. *Hygrometer.* Die Wirkung der Hygrometer beruht auf der hohen Empfindlichkeit sorgfältig präparierter hellblonder Frauenhaare gegenüber der Luftfeuchte. Diese Empfindlichkeit kommt in der Längung und Kürzung der Haare und dem Ausschlag eines Zeigers zur Auswirkung. Haarhygrometer sind von Luftbewegung ganz unabhängig. Richtig justierte Haarhygrometer zeigen mit einer Genauigkeit von $\pm 1-2\%$ richtig. Es ist jedoch zu bemerken, dass sie fast durchweg mit der Zeit ihren Anzeigestand etwas verändern, wenn sie jahrein, jahraus in Luft hängen, deren relative Feuchtigkeit weniger als 70% beträgt. Sie zeigen dann meist nach 1 Jahr 5%, nach 2 Jahren 10% zu hoch. Bei billig gearbeiteten Fabrikaten sind sogar Abweichungen bis ca. 40% anzutreffen.

Es gilt daher die Regel, Haar-Hygrometer alle 1-2 Wochen eine Nacht ins Freie zu hängen, wodurch das Haar wieder regeneriert wird, weil meist nachts annähernd 100% relative Feuchtigkeit herrscht. Sicherer tritt diese Regenerierung ein, wenn man

Pour éviter les inconvénients qu'entraîne, en hiver, la chute de l'humidité relative de l'air, l'administration suisse des téléphones ainsi que les administrations étrangères prescrivent que l'humidité relative ne doit pas descendre au-dessous d'un certain niveau et qu'elle doit être maintenue entre 45 et 75%. En outre, on doit faire tout ce qui est possible pour éviter la formation de poussières.

II. Mesure de l'humidité relative de l'air.

Pour mesurer l'humidité relative de l'air, on utilise:

- 1° des psychromètres,
- 2° des hygromètres à cheveu,
- 3° des hygromètres à spiral,
- 4° des instruments de contrôle,
- 5° des indicateurs électriques d'humidité.

Tous les appareils de mesure hygrométriques réclament un certain soin; car, contrairement aux thermomètres dont la base d'indication reste inchangée, ces instruments se dérèglent facilement s'ils sont mal soignés ou mal traités et fournissent alors de fausses indications. Nous donnons ci-après les renseignements nécessaires pour faire des mesures exactes.

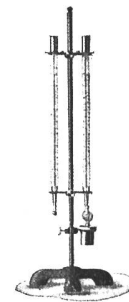


Fig. 7. Psychrometer. — Psychromètre.

Psychromètres. Pour faire la mesure psychrométrique de l'humidité d'un local, on prend pour base la différence des indications de deux thermomètres, dont l'un indique la température du local et l'autre la température d'évaporation (fig. 7). Cette dernière température est indiquée par un thermomètre, dit thermomètre mouillé, dont le réservoir est entouré d'une gaine de gaze, de mousseline ou de coton, qu'on maintient constamment mouillée. Plus l'air ambiant est sec, plus l'eau de la gaine du thermomètre mouillé s'évapore rapidement. La différence entre la température toujours supérieure indiquée par le thermomètre sec et la température plus basse indiquée par le thermomètre mouillé sert de base pour calculer, à l'aide de tableaux et de courbes, l'humidité relative de l'air.

L'emploi de psychromètres n'est indiquée que dans les endroits où il règne des courants d'air de plus de 1,8 m/sec., car ce n'est que dans ces conditions qu'ils fonctionnent exactement. Ces conditions ne se présentant jamais dans les salles de sélecteurs, il ne peut être question d'y utiliser, comme on le fait trop souvent dans l'industrie textile, faute d'expérience en la matière, des psychromètres qui tous donnent de fausses indications.

Hygromètres. Le fonctionnement de l'hygromètre est basé sur l'extrême sensibilité d'un cheveu de

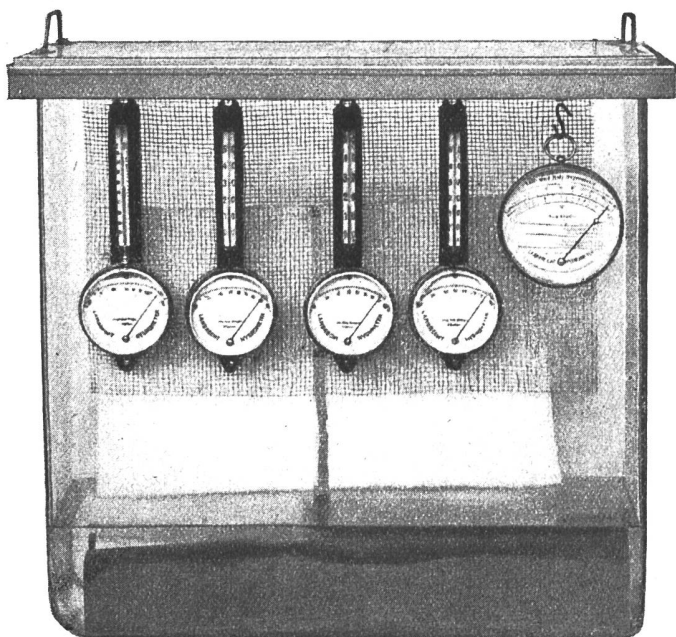


Fig. 8. Feuchtkasten zum Nacheichen von Haarhygrometern. Armoire humide pour le réglage des hygromètres à cheveu.

das Hygrometer jeweils alle 8 Tage eine Nacht in einen Feuchtkasten hängt, wie ihn Fig. 8 zeigt. In diesem Gefäß befindet sich auf einer Seite eine durch Saugfilter gebildete stets nasse Wand, die mit ihrem unteren Teil im Wasser ruht und infolge ihrer einseitigen Anordnung eine schnelle Herbeiführung von Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit bewirkt. Der Deckel ruht mit seinen überhängenden Rändern in einem Wasserkanal, so dass vollkommen luftdichter Abschluss nach der Aussenluft besteht. Im Deckel befinden sich mit Schieber verschliessbare Öffnungen, durch die mittels Schraubenzieher ein Nachstellen von Hygrometern in Polymeterform möglich ist.

Die in solchem Gefäß sich einstellende Luftfeuchtigkeit beträgt 94 bis 98% relativer Feuchtigkeit, und es ist üblich, Hygrometer für besonders genaue Messungen in solchem Feuchtkasten alle acht Tage auf den Feuchtigkeitsgrad von 96% einzustellen. Ausserdem muss man jedoch die Instrumente in anderen Feuchtschränken auf einen mittleren und einen niedrigen Grad Feuchtigkeit kontrollieren, denn es kommt vor, dass die Amplitude sich geändert hat und ein Instrument wohl bei 96% richtig, aber bei niedrigem Feuchtigkeitsgrade falsch zeigt.

Stehen keine Feuchtkästen zur Verfügung, so ist es einfacher, die Hygrometer alle Monate mittels eines weiter unten beschriebenen Kontrollinstruments auf genaues Anzeigen einzuregulieren, zumal die Luftfeuchtigkeit in Wählerräumen innerhalb dieser Zeit sich im allgemeinen nicht sehr verändert.

3. *Spiral-Hygrometer.* Eine billige, aber ungenügende Ausführung von Hygrometern verwendet statt der Haare Kupferspiralen, die mit hygroskopischem Papier beklebt sind (Fig. 9). Diese Instrumente sind nur von geringem Wert, da sie

femme blond clair, préalablement dégraissé avec soin, dont les variations de longueur, qui dépendent de l'état hygrométrique de l'air, sont transmises à une aiguille. Les déplacements d'air n'affectent en rien les hygromètres à cheveu qui, lorsqu'ils sont bien réglés, indiquent l'état hygrométrique avec une précision de $\pm 1-2\%$. Il convient cependant d'ajouter, qu'avec le temps, l'exactitude de presque tous ces instruments se modifie, lorsqu'ils sont toute l'année en contact avec de l'air dont l'humidité relative est inférieure à 70%. La plupart d'entre eux, après une année, indiquent 5% de trop, après deux ans, 10% de trop. Cet écart peut même atteindre 40% pour les appareils bon marché.

Il faut donc prendre pour règle de suspendre les hygromètres à cheveu, tous les 8 à 15 jours, une nuit en plein air, pour régénérer le cheveu au contact de l'humidité relative qui, la nuit, approche de 100%. On obtiendra encore plus sûrement cette régénération en suspendant l'hygromètre, tous les 8 jours pendant une nuit, dans une armoire humide, telle que la représente la fig. 8. Une des parois de cette armoire est maintenue constamment mouillée par un filtre d'aspiration, dont la partie inférieure repose dans l'eau et qui, du fait de sa disposition unilatérale, provoque une rapide saturation hygrométrique de l'air. Les bords en saillie du couvercle reposent dans un canal rempli d'eau, ce qui rend l'armoire imperméable à l'air extérieur. Dans le couvercle se trouvent des ouvertures fermées par des glissières et par lesquelles on peut, à l'aide d'un tournevis, régler les hygromètres plongés dans des polymètres.

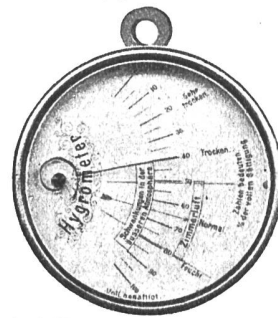


Fig. 9. Spiral-Hygrometer (geringwertig). Hygromètre à spirale (sans grande valeur).

Il se développe dans ces armoires 94 à 98% d'humidité relative et il est d'usage de régler tous les 8 jours à 96% les hygromètres placés dans ces armoires et destinés spécialement à des mesures de précision. En outre, il convient de contrôler ces instruments dans d'autres armoires d'après un degré moyen et un degré inférieur d'humidité, car il arrive que leur amplitude se modifie et qu'un instrument qui marque exactement un degré d'humidité de 96% donne une fausse indication lorsqu'il s'agit d'un degré inférieur.

Si l'on ne dispose pas d'armoires humides, on peut tout simplement régler tous les mois les hygromètres au moyen d'un des instruments de contrôle décrits plus loin, car, d'une manière générale, l'humidité de l'air des salles de sélecteurs se modifie très peu en ce court laps de temps.

Hygromètres à spirale. Dans certains hygromètres bon marché mais insuffisants, on utilise à la place

meist sehr falsch zeigen, sich leicht und willkürlich verändern und auch meist keinen richtigen Ausschlag nach oben und unten geben.

4. *Kontrollinstrumente.* Zur schnellen Feststellung der genauen Luftfeuchtigkeit innerhalb 2 Minuten sowie zum Kontrollieren und Einregulieren der Haarhygrometer bedient man sich des Aspirationspsychrometers nach Assmann, Fig. 10, oder des Schleuderpsychrometers, Fig. 11 und 12. Ersteres ist das genaueste und für wissenschaftliche Arbeiten gebräuchliche Instrument. Das Schleuder-Psychro-

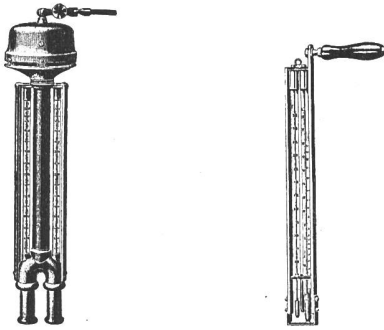


Fig. 10. Aspirations-Psychrometer (absolut genau).

Psychromètre à aspiration (précision absolue).

Fig. 11. Schleuder-Psychrometer zur schnellen Bestimmung der Luftfeuchtigkeit.

Psychromètre-fronde (pour déterminer rapidement l'humidité de l'air).

meter ist für praktische Zwecke ebenso genau und dabei weitaus billiger. Die Ablesung der Luftfeuchtigkeit kann bereits nach 1 Minute Schleudern an Hand einer Kurventafel erfolgen.

5. *Elektrische Feuchtigkeitsmesser.* In manchen Fällen ist die Anzeigung der Luftfeuchtigkeit an einem von der Meßstelle entfernten Orte erwünscht, oder überhaupt die Ablesung nur dort möglich, so dass man hier auf elektrische Fernmessapparate angewiesen ist. Es gibt auch hierfür zwei Wege, entweder das psychrometrische Prinzip und die Uebertragung der Temperaturen von Trocken- und Nassthermometer oder die elektrische Uebertragung der Zeigerstellung eines Haarhygrometers.

Für Wählerräume kommt nur die letztere in Betracht. Es handelt sich dann meist um unbeaufsichtigt stehende Zentralen in kühlen Räumen, deren Spitzen-Luftfeuchtigkeiten durch Kontakt-Hygrometer nach einer Zentralstelle mittels elektrischer Uebertragung zu melden sind.

III. Die Erhöhung der Luftfeuchtigkeit.

Wenn die Luftfeuchtigkeit in Wählerräumen im Winter die in Fig. 6 dargestellten niedrigen Werte annimmt, bedarf es der Zuführung entsprechender Wassermengen. Wie gross müssen diese sein, um eine Luftfeuchtigkeit von mindestens 40% zu erzielen?

Diese Frage lässt sich dahin beantworten, dass man das Mehr an Wassergehalt des Raumes gegenüber dem der kälteren Aussenluft pro Tag so oft der Raumluft zuführen muss, wie es infolge natürlichen Feuchtigkeitswechsels durch Wände, Türen, geschlossene Fenster, Fussböden und Decken entweicht.

du cheveu un spiral de cuivre recouvert de papier hygroscopique (fig. 9). Ces instruments sont pour ainsi dire sans valeur car, la plupart du temps, ils donnent de fausses indications, se dérèglent facilement et sans raison et n'ont pas l'amplitude voulue.

Instruments de contrôle. Pour déterminer rapidement, en deux minutes, l'humidité exacte de l'air et contrôler et régler les hygromètres à cheveu, on utilise le psychromètre à aspiration de Assmann (fig. 10) ou le psychromètre-fronde (fig. 11 et 12). Le premier de ces instruments est le plus précis et celui qui est le plus employé pour les travaux scientifiques. Le psychromètre-fronde est tout aussi exact pour les travaux pratiques et, en plus, bien meilleur marché. Après une minute de moulinet déjà, on peut déterminer l'humidité sur la base d'un tableau de courbes.

Indicateurs électriques d'humidité. Il arrive fréquemment qu'on désire connaître à un certain endroit l'humidité qui règne à un autre endroit ou qu'il soit impossible de faire la lecture des instruments sur le lieu même des mesures; on a alors recours à des appareils électriques de mesure à distance. On procède suivant deux méthodes: ou bien on utilise un psychromètre et l'on transmet par fil les indications du thermomètre sec et du thermomètre mouillé, ou bien on transmet par la voie électrique la position de l'aiguille d'un hygromètre à cheveu.

Cette dernière méthode entre seule en considération pour les salles de sélecteurs. Il s'agit dans la plupart des cas d'automates non surveillés placés dans des locaux frais, dont l'humidité maximum est indiquée électriquement à un central par l'intermédiaire d'un hygromètre à contact.

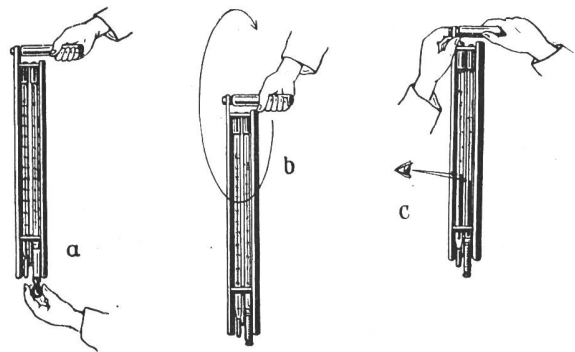


Fig. 12. Handhabung des Schleuderpsychrometers. a = Benetzen des Nassthermometers. b = Schleudern. c = Ablesen der Trocken- und Nasstemperatur.

Utilisation du psychromètre-fronde. a = mouillage. b = moulinet. c = lecture des indications des deux thermomètres.

II. Augmentation de l'humidité de l'air.

Lorsque, dans les salles de sélecteurs, l'humidité de l'air atteint, en hiver, la valeur inférieure représentée à la fig. 6, il faut y introduire la quantité d'eau nécessaire pour avoir une humidité d'au moins 40%.

Cette quantité d'eau est donnée par le surplus de teneur hygrométrique du local par rapport à la teneur hygrométrique de l'air extérieur plus froid

Erfahrungsgemäss ist dieser Feuchtigkeitswechsel in 24 Stunden etwa 10—14fach bei windstillem, nasskaltem Wetter. Er erhöht sich bei kaltem Nordwind auf die Breitseiten der Räume, abnehmender Aussentemperatur und bei Steigerung der Luftfeuchtigkeit im Raum. Höhere Luftfeuchtigkeit ist ja identisch mit höherem Dampfdruck der Luft, und Dampfdrücke pflegen sich sehr rasch auszugleichen. Die Dichtheit der Fenster und Türen, das etwaige Vorhandensein von Oberlichtklappen oder Ventilatoröffnungen beeinflusst den Feuchtigkeitswechsel beträchtlich. Vorfenster sind diesbezüglich weit günstiger als doppeltverglaste Fenster. Auch die Grösse der Räume hat Einfluss. Mit zunehmender Grösse steigt auch der natürliche Feuchtigkeitswechsel. Andererseits lässt er sich durch Anstrich der Wände mit Oelfarbe oder wasserdichten Zellulosefarben vermindern.

Nach Rechnung und Erfahrungen lässt sich der tägliche Wasserbedarf für die Befeuchtung der Wählerräume bei einer Raumtemperatur von 20° C und einer Einhaltung der relativen Luftfeuchtigkeit im Raum von mindestens 40%, vorausgesetzt normale Dichtheit der Fenster, Türen, Wände usw., wie folgt angeben:

Raumgrösse bei Aussentemperatur	+ 5° C	0° C	-10° C	60 m ³	100 m ³	200 m ³	500 m ³	1000 m ³	2000 m ³
	2	4	6	4	6	13	35	70	160 l/Tag
				8	13	20	50	100	240 l/Tag

Bei der Beobachtung der Luftfeuchtigkeit im Betrieb der Wählerräume fällt es auf, dass die Anzeigung der Hygrometer und der Wasserbedarf der Räume durch eine Reihe äusserer Einflüsse zeitweise stark verändert werden, ohne dass man über die Ursache sofort im klaren ist. Unter Einbeziehung des bereits Erwähnten seien daher die verschiedenen Einflüsse auf die Luftfeuchtigkeit kurz zusammengefasst:

Bei einem *Sinken* der hygrometrischen Anzeigung wirken folgende Umstände mit:

Abnehmende Aussentemperatur.

Trockene Witterung, insbesondere Ost- und Nordwind auf die Breitseite der Räume.

Oeffnen der Fenster und Betrieb der Ventilation.

Häufiges Oeffnen der Türen.

Erhöhung der Raumtemperatur.

Häufiger Luftwechsel wegen geringer Dichtheit des Raumes nach aussen.

Ein *Steigen* des Hygrometers bewirken:

Die Ausatmung der Rauminassen (pro Person und 8 Stunden wird der Raumluft durch Ausatmung ca. 1/2 l Wasser zugeführt).

Steigen der Aussentemperatur bei feuchter Witterung.

Erniedrigen der Raumtemperatur.

Welchen Einfluss das Lüften und häufige Oeffnen der Türen zu den Komm- und Gehzeiten hat, zeigt Fig. 13. *)

Auffällig ist das starke Sinken der Luftfeuchtigkeit im Raum durch Lüften um 7 Uhr morgens und 5 Uhr abends, sowie der geringere Abfall der Kurve um 12 Uhr.

Im Sinne einer Verzögerung des Sinkens der Luftfeuchtigkeit wirken ferner die Wassermengen mit,

*) Nach Führer, T. F. T. 1934, Seite 167.

qu'il convient de remplacer dans la mesure où l'humidité s'échappe normalement par les parois, les portes, les fenêtres fermées, les planchers et les plafonds.

On sait, par expérience, que par temps calme et froid, l'humidité se renouvelle 10 à 14 fois en 24 heures. Ce renouvellement s'accroît lorsque le vent du nord souffle contre les parois du local, lorsque la température extérieure baisse ou lorsque l'humidité augmente dans le local. Une humidité élevée de l'air est identique à une forte pression de vapeur, et l'on sait que ces pressions ont tendance à s'égaliser très rapidement. L'étanchéité des portes et des fenêtres ainsi que la présence éventuelle de vasistas ou de bouches de ventilation influencent considérablement le renouvellement de l'humidité. Les fenêtres doubles sont, à cet égard, beaucoup plus favorables que les fenêtres à doubles vitres. La grandeur du local joue également un rôle. A mesure que les dimensions du local augmentent, le renouvellement naturel de l'humidité s'accroît. D'autre part, on peut le réduire en donnant aux parois une couche de peinture imperméable, à l'huile ou à la cellulose.

L'expérience et les calculs ont permis d'établir que pour maintenir dans une salle de sélecteurs, par 20° centigrades de température intérieure, une humidité relative de 40%, il fallait, l'étanchéité des fenêtres, des portes, des parois, etc. étant normale, les quantités d'eau journalières suivantes:

Grandeur du local	60 m ³	100 m ³	200 m ³	500 m ³	1000 m ³	2000 m ³
Temp. ext. +5° C	2	4	8	18	40	80 l
„ „ 0° C	4	6	13	35	70	160 l
„ „ -10° C	6	9	20	50	100	240 l

En observant l'humidité de l'air dans les salles de sélecteurs en exploitation, on est frappé de constater que les indications des hygromètres relatifs aux quantités d'eau nécessaires dans les locaux

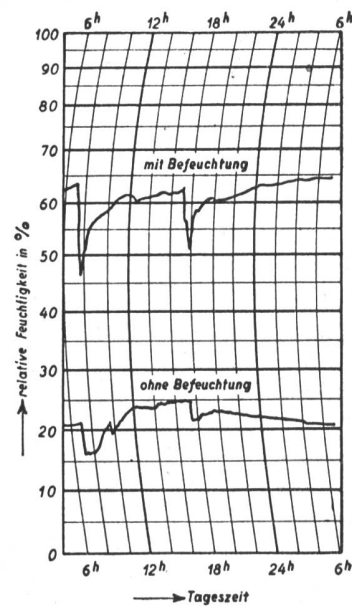


Fig. 13. Täglicher Verlauf der relativen Innenfeuchtigkeit im Winter in einem Raum mit und ohne künstliche Befeuchtung. Humidité relative d'un local en hiver, avec et sans humidification artificielle.

die vom Sommer her in den Wänden, Fussböden, Holzteilen und andern hygroskopischen Gegenständen aufgespeichert sind. Sie sind der Anlass dazu, dass in den Räumen die grösste Lufttrockenheit erst nach drei Wintermonaten eintritt.

Mit Bezug auf die Verteilung der Wasserzuführung tagsüber und im Nachtbetriebe haben die Erfahrungen gezeigt, dass der Wasserbedarf nachts um 20% geringer ist als in den Tagesstunden. Die Ruhepause der maschinellen Luftbefeuchter wird daher zweckmässig auf die Nachtzeit verlegt.

IV. Die Luftbefeuchtungs-Einrichtungen.

Die an die Luftbefeuchtungs-Einrichtungen zu stellenden Anforderungen sind:

- Hohe Verdunstungsleistung.
- Tropfen- und kondensationsfreie vollkommene Verdunstung.
- Staubvermindernde Wirkung.
- Geringe Geräuschbildung.
- Einfache Bedienung.
- Geringe Kosten.

Die Erfüllung dieser Richtlinien und in erster Linie die Menge des stündlich verdunsteten Wassers sind der geeignetste Maßstab für eine gute Bewährung.

Die Erhöhung der hygrometrischen Luftfeuchtigkeit ist als Vergleichsmaßstab ungeeignet, weil sie ausserordentlich von äusseren Einflüssen abhängt (Änderungen der Witterung, der Aussentemperatur, der Innentemperatur, Feuchtigkeitswechsel, Genauigkeit der Messinstrumente).

Nach dem heutigen Stand der Befeuchtungstechnik lassen sich die Apparate wie folgt unterscheiden:

1. Verdunstungsapparate.
2. Verdampfungsapparate.
3. Maschinelle Kleinanlagen.
 - a) Apparate mit Nebelfilter;
 - b) Apparate mit Berieselungsfilter;
 - c) Apparate mit Wasserzerstäubung;
 - d) Apparate mit Saugpapier als Befeuchtungsfilter.
4. Maschinelle Grossanlagen.

1. Verdunstungsapparate.

Von jeher versuchte man mit einfachen Wasserschalen, die auf die Heizkörper gestellt oder an dieselben angehängt wurden, s. Fig. 14, den Zweck der Luftbefeuchtung zu erreichen. Solche einfachen Gefässe sind jedoch unwirksam, weil die für die

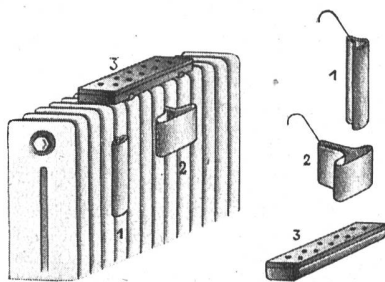


Fig. 14. Primitive Verdunstgefässe.
Bassins d'évaporation primitifs.

subissent parfois fortement certaines influences extérieures sans que la cause en apparaisse clairement. Examinons rapidement ces influences, en nous basant sur ce que nous avons déjà dit.

Une diminution de la teneur hygrométrique peut être provoquée par:

- une baisse de la température extérieure;
- un temps sec, en particulier lorsque la bise ou le vent du nord soufflent contre les larges côtés du local;
- l'ouverture des fenêtres et la ventilation;
- l'ouverture fréquente des portes;
- une hausse de la température intérieure;
- les changements d'air fréquents dus à la trop faible étanchéité du local vers l'extérieur.

Une augmentation de la teneur hygrométrique est provoquée par:

- les expirations des occupants (par ses expirations, chaque personne ajoute, en 8 heures, $\frac{1}{2}$ l. d'eau à l'air du local);
- une hausse de la température extérieure par temps humide;
- une baisse de la température intérieure.

La fig. 13 montre combien l'aération et la fréquente ouverture des portes aux heures d'entrée et de sortie influent sur l'humidité. *)

On remarque spécialement la forte baisse de l'humidité du local provoquée par l'aération à 7 h du matin et à 5 h du soir ainsi que la faible chute de la courbe à 12 h.

Ce qui contribue en outre à ralentir la diminution de l'humidité, ce sont les quantités d'eau emmagasinées durant l'été et gardées en réserve par les parois, les planchers, les boiseries et autres objets hygroskopiques. C'est la raison pour laquelle, dans les locaux, la sécheresse de l'air atteint son maximum seulement après trois mois d'hiver.

En ce qui concerne l'adjonction d'eau à l'air pendant le jour et pendant la nuit, l'expérience a démontré que le besoin était de 20% inférieur durant la nuit et qu'il convenait, par conséquent, d'arrêter les humidificateurs mécaniques de préférence pendant les heures de nuit.

IV. Appareils d'humidification.

Les appareils d'humidification doivent répondre aux exigences suivantes:

- offrir une haute capacité d'évaporation;
- provoquer une évaporation entièrement exempte de gouttelettes et de condensation;
- détruire la poussière;
- faire le moins de bruit possible;
- être simples à manier;
- coûter peu.

Pour juger de la bonne qualité des appareils, on doit donc vérifier s'ils remplissent bien ces conditions et, en tout premier lieu, contrôler quelle quantité d'eau ils évaporent par heure.

On ne peut pas prendre comme mesure de comparaison les variations de la teneur hygrométrique de l'air, qui dépendent en grande partie de conditions extérieures (changements de temps, variations de la température extérieure ou de la température in-

*) Führer, T. F. T. 1934, page 167.

Verdunstung massgebende Wasseroberfläche zu gering, nicht dem Luftstrom ausgesetzt und auch die Temperatur des Wassers für eine Verdampfung zu niedrig ist. Die Verdampfung beginnt erst bei annähernd 80° C, während das Wasser auf den Heizkörpern nur etwa 30° C hat. Zudem bildet sich auf dem Wasser eine kühlere Luftschicht, die ihres grösseren Gewichts wegen auf dem Wasser stagniert und hierdurch die Luftzirkulation noch mehr beeinträchtigt.

In den letzten 10 Jahren wurden jedoch Verdunstungsapparate entwickelt, die alle diese Nachteile der einfachen Wassergefässe vermeiden und eine nachweisbare Erhöhung der Luftfeuchtigkeit von 10—15% bewirken, wie durch viele hygienische und physikalische Institute festgestellt wurde.

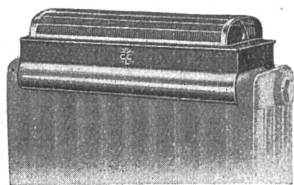


Fig. 15. Pat. Saugfilter-Standapparat Lucagra.
Appareil d'évaporation à filtre Lucagra.

Bei den Saugfilter-Luftbefeuchtern, Fig. 15, ist der Wasserbehälter als ein den Heizkörper umgebender Kanal ausgebildet. Ueber dem Luftkanal wölbt sich ein wasseraufsaugender Saugkarton, unter dem die aufsteigende Luft zwangsweise vorbeistreicht. Da der aufsteigende Heissluftstrom das in den Kapillaren der Saugpappe fein verteilte Wasser stark erwärmt, ist die wirksame Verdunstung sehr hoch. Auf dieser Tatsache beruht der gute Erfolg dieser einfachen Luftbefeuchtungsapparate. Ueberdies gibt natürlich auch die Warmluft einen grossen Teil ihres Staubes an den Saugkarton ab.

Bestehen die Heizeinrichtungen nicht aus Radiatoren, sondern aus Röhren, oder sind die Radiatoren dicht unter der Fensterbank angeordnet, so verwendet man Hänger-Apparate, s. Fig. 16, deren Wassergefässe nur auf einer Seite der Apparate angebracht sind. Der Saugfilter-Luftbefeuchter mit erhöhter Leistung besitzt 3 Lagen Saugpappe, deren untere in der Mitte unterteilt sind, so dass die Heissluft unter 3 Lagen entlang streicht, s. Fig. 17. Wo es erwünscht ist, dass der nach oben ziehende Warmluftstrom des Heizkörpers möglichst wenig abgelenkt wird und die aufsteigende Richtung

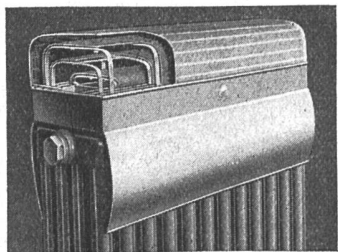


Fig. 17. Mehrlagiger Saugfilter-Apparat.
Appareil à plusieurs cintres.

térieure, modifications de l'humidité, exactitude des instruments de mesure).

Dans le stade actuel de la technique de l'humidification, on distingue:

1. les appareils d'évaporation;
2. les vaporisateurs;
3. les petites installations mécaniques:
 - a) appareils avec filtre pulvérisant,
 - b) appareils avec filtre d'arrosage,
 - c) appareils avec pulvérisation d'eau,
 - d) appareils avec papier buvard comme filtre d'humidification;
4. les grosses installations mécaniques.

1. Appareils d'évaporation.

De tout temps, on a cherché à humidifier l'air au moyen de récipients remplis d'eau, posés sur les appareils de chauffage ou suspendus à ces appareils (fig. 14). Ces récipients simples sont malheureusement inefficaces, du fait que la surface d'eau nécessaire à l'évaporation est trop faible, qu'elle n'est pas exposée au courant d'air et que la température de l'eau reste trop basse pour provoquer une évaporation. L'évaporation ne commence qu'à 80° C environ, alors que la température de l'eau d'un récipient posé sur un appareil de chauffage atteint seulement 30° C environ. En outre, il se forme sur l'eau une couche d'air frais qui, à cause de son poids plus élevé, reste en stagnation sur l'eau et empêche encore davantage la circulation de l'air.

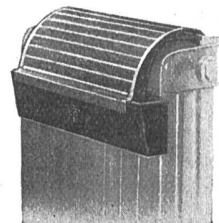


Fig. 16. Pat. Saugfilter-Hängerapparat.
Appareil à suspension à filtre.

Cependant, au cours de ces 10 dernières années, on est arrivé à créer des appareils d'évaporation qui suppriment tous les inconvénients des simples récipients d'eau et provoquent une augmentation sensible de 10 à 15% de l'humidité de l'air. Différents instituts d'hygiène et de physique ont constaté leur efficacité.

Dans l'appareil d'évaporation à filtre (fig. 15), le récipient d'eau est formé d'un canal qui entoure l'appareil de chauffage. Au-dessus du canal d'aération se trouve un cintre de carton qui aspire l'eau et sous lequel passe forcément l'air qui monte de l'appareil de chauffage. Du fait que ce courant d'air chaud chauffe fortement l'eau répartie régulièrement, par capillarité, dans le carton, l'évaporation efficace qui en résulte est très élevée. C'est à cela que ce simple appareil d'humidification de l'air doit son succès. En outre, une grande partie de la poussière contenue dans l'air chaud est retenue par le carton.

Si les appareils de chauffage ne sont pas des radiateurs mais des tuyaux ou si les radiateurs sont

gewahrt bleibt, verwendet man gelochte Saugkartons. Insbesondere werden 3lagige Apparate gerne mit gelochtem Saugkarton ausgerüstet.

2. Verdampfungsapparate.

Die Verdampfungsapparate werden entweder elektrisch oder mit Gas geheizt und sind nichts anderes als normale Kocher, in denen etwa 1 Liter oder mehr in der Stunde verdampft, je nach der Grösse und der Intensität der Erwärmung. Diese Verdampfer besitzen jedoch mehrere Nachteile. Zunächst ist die Feuersgefahr nicht unbeträchtlich. Es ist schon vorgekommen, dass ein solcher elektrischer Kocher, der abends nicht abgestellt war und im Laufe der Nacht leer wurde, erglühte und sich durch den Fussboden hindurchbrannte, so dass er am andern Morgen im unteren Stockwerk durch die Decke herunterkam.

Ein weiterer Nachteil ist die lokale Uebersättigung der warmen, dem Verdunster entsteigenden Luft, was dazu führt, dass die Eisenteile in der Nähe des Verdampfers rosten.

Drittens ist es kaum zu vermeiden, dass solche Gefässe schliesslich einmal leer dunsten; dann entsteigt ihnen eine grosse Menge des an dem Boden und den Wandungen des Gefässes angesetzten Staubes und Kalkes, so dass die Luft erheblich verunreinigt wird. Zudem ist der Betrieb dieser elektrischen oder Gas-Kocher ziemlich teuer.

3. Maschinelle Kleinanlagen.

a) *Apparate mit Nebelfilter.* Bei den Luftbefeuchtern mit Nebelfiltern besteht die Verdunstungsfläche aus einem Wassernebel, der durch Zerstäubung des unter Druck stehenden Wassers mittels Düsen erzeugt und durch einen Ventilator in den Raum getrieben wird. Zu beachten ist, dass z. B. bei Leitungswasser von 9 bis 10° C der Wassernebel nur 14° hat und seine Wasseraufnahmefähigkeit gegenüber der Raumluft von ca. 20° C nicht sehr gross ist; sie liegt weit unter der Sättigungsmenge bei Raumtemperatur. Dies beeinträchtigt natürlich die Leistung sehr. Ferner ist der Wasserverbrauch ganz erheblich. Ein Versuchsapparat mit einer Verdunstung von 0,8—1 Liter/Stunde oder ca. 22 l/Tag verbrauchte 120 l/Std. oder 2900 l/Tag.

Der Wasserzu- und -ablauf erfordert eine feste Installation, was die Bewegungsfreiheit der Apparate, die man sonst gern in Baulücken aufstellt, behindert.

b) *Apparate mit Berieselungsfilter.* Der Grundgedanke bei diesen Apparaten ist der gleiche wie bei den vorher beschriebenen; die Raumluft wird mittels Ventilator durch einen Wasserschleier getrieben. Statt des Nebelfilters wird jedoch ein Berieselungsfilter verwendet, z. B. sog. Raschigringe aus Glas, die sich zwischen zwei Drahtgeflechten befinden und mit Wasser gleichmässig berieselt werden. Das Wasser fliesst in seinen Behälter zurück, wird gereinigt und durch eine Pumpe wieder in Umlauf gesetzt.

Die Leistung des Apparates ist nicht grösser als bei dem Apparat mit Nebelfilter, 0,7 bis 0,9 l/Stunde oder ca. 20 l/Tag.

placés sous les appuis des fenêtres, on utilise des appareils à suspension (fig. 16), dont le récipient d'eau est fixé sur un seul côté. L'humidificateur d'air à filtre à haute capacité comporte 3 cintres de cartons superposés, dont ceux d'en bas sont partagés par la moitié pour que l'air chaud puisse passer sous les trois (fig. 17). Lorsqu'il est désirable que le courant d'air chaud montant de l'appareil de chauffage reste concentré le plus possible et conserve sa direction ascendante, on utilise des cartons percés. On utilise en particulier du carton percé pour les appareils à 3 cintres.

2. Vaporisateurs.

Les vaporisateurs sont chauffés soit à l'électricité soit au gaz et ne sont pas autre chose que des appareils de cuisson ordinaires, dans lesquels s'évapore environ 1 l. d'eau ou plus par heure, suivant leur grandeur et la chaleur. Ces vaporisateurs ont malheureusement plusieurs inconvénients. En tout premier lieu, ils présentent des dangers d'incendie. Un cas typique est celui de cet appareil électrique dont on avait oublié d'interrompre le courant et qui, devenu incandescent du fait que son contenu s'était évaporé pendant la nuit, se creusa un passage à travers le plancher et le plafond et finit par tomber le lendemain matin à l'étage inférieur.

Un autre désavantage est qu'il se produit une saturation locale de l'air chaud qui monte du vaporisateur, et qui a pour effet de rouiller les parties métalliques se trouvant à proximité de l'appareil.

En troisième lieu, on ne peut presque pas éviter qu'une fois ou l'autre, ces appareils ne fonctionnent à vide; la poussière et les dépôts calcaires qui recouvrent le fond et les parois du récipient s'échappent alors en grande quantité et souillent considérablement l'air environnant. En outre, l'emploi d'appareils chauffés au gaz ou à l'électricité est passablement coûteux.

3. Petites installations mécaniques.

a) *Appareils avec filtre pulvérisant.* Dans les appareils avec filtre pulvérisant, la surface d'évaporation est constituée par un brouillard d'eau pulvérisée par compression au moyen de tuyères et chassé dans le local par un ventilateur. Il convient de remarquer que, lorsque l'eau des conduites a par exemple 9 à 10° C, le brouillard d'eau pulvérisée n'a que 14° C et que sa capacité d'absorption, par rapport à celle de l'air d'un local ayant une température d'environ 20°, n'est par conséquent pas très élevée; elle est bien au-dessous du point de saturation correspondant à la température du local. Le rendement utile en est naturellement très fortement influencé. D'autre part, la consommation d'eau est considérable. Un appareil d'essai produisant une évaporation de 0,8—1 litre/heure ou environ 22 litres par jour consomme 120 litres/heure ou 2900 litres d'eau par jour.

L'aménée et l'écoulement de l'eau nécessitent l'établissement d'une installation fixe, ce qui empêche le libre déplacement de l'appareil, qu'on installe généralement volontiers dans les recoins des bâtiments.

b) *Appareils avec filtre d'arrosage.* En principe, cet appareil fonctionne comme le précédent; l'air

c) *Wasserzerstäuber*. Bei den Wasserzerstäubern, siehe Fig. 18 und 19, wird Wasser durch Düsen oder Schleuderzerstäubung unmittelbar in den Raum eingeblasen. Das Wasser wird sehr fein vernebelt und geht in $\frac{1}{2}$ bis 1 m Höhe über dem Luftbefeuchter sofort in die Luft über, wobei keinerlei Tropfenbildung oder Befeuchtung des Bodens um den Apparat herum auftritt. Bei den Wasserzerstäubern unterscheidet man zwei Systeme. Beim einen, Fig. 18, wird der Apparat täglich mit der Wassermenge gefüllt, die er zerstäubt. Es ist Anschluss weder an Wasserzu- noch -abfuhr nötig. Er ist nicht stationär und kann an beliebiger Stelle des Raumes an der Lichtleitung durch Stecker angeschlossen werden. Die Leistung beträgt ca. 40 l/Tag.

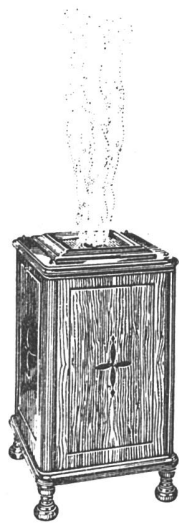


Fig. 18. Zerstäuber-Luftbefeuchter.
Pulverisator mobile.

Das andere System, Fig. 19, erfordert Wasserzu- und -abfuhr wie die Apparate unter 3a.

Bei Zerstäuberapparaten ist zu bemängeln, dass die Entstaubung der Raumluft ungenügend ist; von Luftreinigung ist höchstens zu sprechen infolge Erhöhung der relativen Feuchtigkeit der Raumluft. Da jedoch das Wasser im Gegensatz zu den vorherbeschriebenen Luftbefeuchtungssystemen nicht mittelbar auf dem Wege der Verdunstung entnommen, sondern unmittelbar in den Raum eingeblasen wird, so werden die im Raum vorhandenen Staubteilchen, selbst wenn sie vorübergehend vom Wassernebel mitgenommen werden, nicht verringert.

In Gegenden mit kalkhaltigem Wasser oder für Betriebe, wo infolge feiner Apparaturen jeglicher Staub vermieden werden muss, eignen sich diese Apparate noch weniger, weil die im Wasser gelösten Kalkteilchen sich bei der Verdunstung des Wassernebels ausscheiden und der Luft zugeführt werden, oder sich als zusätzlicher Staub ablagern.

Der Staubbiederschlag liesse sich vermeiden durch Verwendung destillierten Wassers. Hierdurch würde jedoch der Betrieb sehr verteuert und unwirtschaftlich.

d) *Maschinelle Apparate mit Saugpapier als BefeuchtungsfILTER*. Bei diesen maschinellen Apparaten

du local est chassé par un ventilateur à travers un brouillard d'eau. Cependant, à la place d'un filtre pulvérisant, on utilise un filtre d'arrosage comme, par exemple, les anneaux de verre système Raschig placés entre deux réseaux de fils et arrosés régulièrement par de l'eau qui retourne ensuite dans un réservoir où elle est nettoyée, puis remise en circulation par une pompe.

Cet appareil n'a pas un plus fort rendement que l'appareil avec filtre pulvérisant: 0,7—0,9 litre/heure ou environ 20 litres par jour.

c) *Pulvérisateurs*. Ces appareils (fig. 18 et 19) permettent d'envoyer directement l'eau pulvérisée dans le local au moyen d'une lance de pulvérisation ou d'un centrifugeur. L'eau, très finement pulvérisée, s'incorpore immédiatement à l'air à $\frac{1}{2}$ m ou 1 m au-dessus de l'humidificateur sans provoquer la formation de gouttelettes, ni mouiller le sol autour de l'appareil.

On distingue deux systèmes de pulvérisateurs. L'un, fig. 18, doit être rempli quotidiennement de la quantité d'eau qu'il doit pulvériser. Il n'a pas besoin d'être raccordé ni à une conduite d'amenée ni à une conduite d'écoulement d'eau. Il est mobile et on peut le placer à un endroit quelconque du local et le raccorder au secteur électrique au moyen d'une prise à fiche. Il a un rendement utile d'environ 40 litres par jour.

L'autre système, fig. 19, nécessite une conduite d'amenée et d'écoulement d'eau comme l'appareil dont il est question sous 3a.

Les pulvérisateurs ont l'inconvénient de ne pas détruire suffisamment la poussière contenue dans l'air du local, qui n'est purifié dans une faible mesure que par l'augmentation de son humidité relative. Cependant, du fait que, contrairement à ce qui se passe avec les humidificateurs d'air déjà décrits, l'eau ne passe pas dans l'air par voie d'évaporation mais est directement soufflée dans le local, les poussières et impuretés en suspension dans l'air, même lorsqu'elles sont entraînées passagèrement par la poussière d'eau, ne sont nullement diminuées.

Dans les régions où on a de l'eau calcaire, ou lorsque la finesse des appareils utilisés par certaines industries exige qu'on évite toute poussière, ces pulvérisateurs conviennent encore moins, car les



Fig. 19. Wasserzerstäuber.
Pulverisator fixe.

mit Saugpapier, „Motorluftbefeuchter“ genannt, siehe Fig. 20, besteht das Oberteil aus einem Wasserbehälter mit mehreren Lagen Saugkartons. Die Luftbewegung wird jedoch nicht durch die Heizkörper besorgt, sondern mittels Ventilator.

Der Hauptvorteil des Apparates liegt darin, dass er keine zusätzliche Wasserförderung, sei es maschinelle Kraft oder Druck benötigt, weil die Saugpappe sich von selbst benetzt. Neben der Kostenersparnis fällt damit gleichzeitig die im Betrieb der Apparate mit Nebel- und Berieselungsfilter lästig empfundene Reinigung der Wasserkanäle fort.

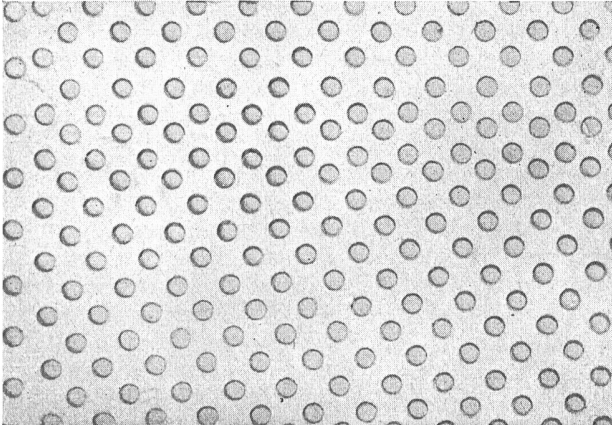


Fig. 21. Saugkarton des Motorluftbefeuchters (vor Betrieb). Buvard de l'humidificateur à moteur (avant l'emploi).

Ein Motorluftbefeuchter 70×70 cm Größe mit sechs Lagen Saugpappe hat eine Verdunstleistung von 1,2 bis 1,5 l/Stunde oder 29—36 l/Tag. Neben oder über Heizkörper montiert, so dass er warme Luft ansaugt, erreicht er eine Verdunstleistung von 36 bis 45 l/Tag.

Vorzügliche Staubabfangung (siehe die Figuren 21 und 22), einfachste Bedienung und Billigkeit in Anschaffung und Betrieb sind die Vorteile dieser

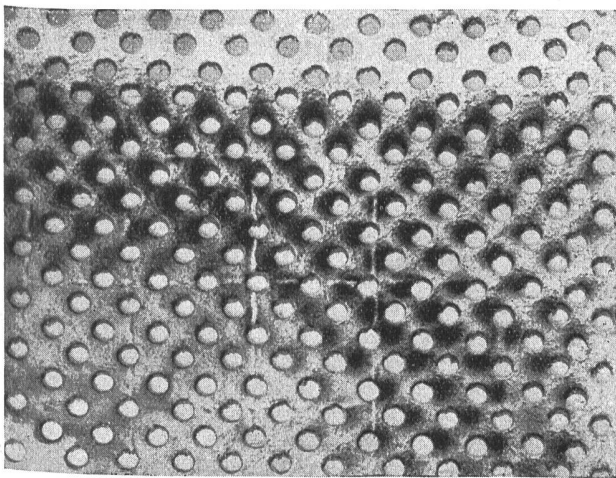


Fig. 22. Saugkarton nach 3wöchigem Betrieb (dicht besetzt mit feinem abgefangenem Luftstaub). Buvard après 3 semaines d'emploi (recouvert d'une couche épaisse de fine poussière).

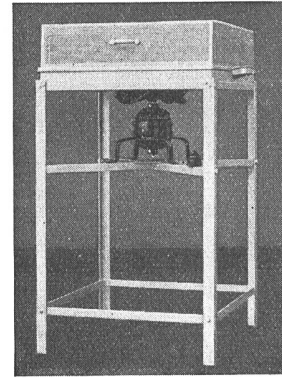


Fig. 20. Motor-Luftbefeuchter, 25—40 Lit./24 Std. Humidificateur à moteur.

particules calcaires dissoutes dans l'eau s'en détachent au moment de la pulvérisation, s'incorporent à l'air ou viennent encore augmenter la couche de poussière existante.

On pourrait éviter ces dépôts de poussière en utilisant de l'eau distillée. Cependant, les frais en seraient considérablement augmentés et l'exploitation rendue anti-économique.

d) *Appareils avec filtre de carton buvard.* La partie supérieure de ces appareils appelés „humidificateurs à moteur“, fig. 20, se compose d'un récipient d'eau et de plusieurs cintres de carton buvard. La circulation d'air n'est pas provoquée par un appareil de chauffage, mais par un ventilateur.

Le principal avantage de ces appareils réside dans le fait qu'ils se passent de dispositifs accessoires de force mécanique ou de compression pour chasser l'eau, car le carton s'humecte de lui-même. Il en résulte une économie de frais et, en même temps, la suppression du nettoyage des canaux, corvée inhérente à l'exploitation d'appareils à filtre pulvérisant ou à filtre d'arrosage.

Un humidificateur à moteur de 70×70 cm contenant six cintres de carton a une capacité d'évaporation de 1,2 à 1,5 litre/heure ou 29 à 36 litres par jour. Monté à côté ou au-dessus des appareils de chauffage de manière qu'il aspire l'air chaud, il atteint une capacité d'évaporation allant de 36 à 45 litres par jour.

Ces appareils présentent les avantages suivants: ils suppriment la poussière (fig. 21 et 22), sont faciles à manipuler, coûtent peu et peuvent être exploités sans grands frais. L'aspiration d'air dirigée verticalement est particulièrement favorable du fait qu'elle correspond au mouvement naturel de l'air du local et ne provoque ainsi aucun courant d'air.

4. Installations mécaniques importantes.

Les grandes installations assurent l'aération, la purification de l'air, l'humidification et le chauffage. L'air du local est mélangé à volonté avec de l'air frais dans des chambrettes, purifié par un filtre, humidifié par projection d'eau ou ruissellement d'eau, chauffé par des serpentins et soufflé dans le local par un puissant ventilateur. Des amortisseurs ou amortisseurs d'air transforment la vitesse en pression, ce qui empêche les courants d'air.

Le fait que la vapeur d'eau maintenue au degré

Apparate. Günstig ist die vertikal gerichtete Luftströmung. Da sie der natürlichen Luftbewegung im Raume gleichkommt, verursacht sie keine Zugerscheinungen.

4. Maschinelle Grossanlagen.

Die Luftbefeuchtungsanlagen, auch Wetterfertiger oder Klimaanlage genannt, versehen Lüftung, Luftreinigung, Luftbefeuchtung und Heizung. In Kammern wird die Raumluft beliebig mit Frischluft vermischt, durch Filter gereinigt, mit Sprüh- oder Rieselwasser befeuchtet, durch Heizschlangen erwärmt und von einem kräftigen Ventilator dem Raume zugeführt. Anemostate oder Windstiller, die die Geschwindigkeit in Druck umwandeln, verhindern Zugerscheinungen.

Da der Wasserdampf im gewünschten Feuchtigkeitsgrade zugleich mit der erneuerten Luft in den Raum strömt, ist auch eine gleichmässige Verteilung der Feuchtigkeit im Raume gewährleistet. Um von Witterungsänderungen unabhängig zu sein, ist üblicherweise die Feuchtigkeitsregelung automatisch eingerichtet.

Klimaanlagen stellen die brauchbarste Befeuchtung für grosse Räume dar, allerdings auch die teuerste, sowohl in Anschaffung als auch im Betrieb. Sie eignen sich allenfalls für sehr grosse Zentralen, wenn die Einrichtung gleichzeitig mit dem Bau getroffen wird. Allerdings ist noch zu bedenken, dass die Ansprüche des Wählerbetriebs in bezug auf Luftbefeuchtung und Luftreinigung nicht die gleichen sind wie die von Spinnereien und Webereien, in denen solch grosse Befeuchtungsanlagen das ganze Jahr über gebraucht werden und dauernd betriebsnotwendig sind. In Wählerräumen wird die Befeuchtungseinrichtung nur etwa 6 Monate gebraucht. Die hohen Kosten von Klimaanlagen lassen sich nur bei sehr frequentem Betrieb amortisieren.

Infolgedessen lautet die Aufgabe für bereits bestehende Gebäulichkeiten und Heizeinrichtungen: Wie lässt sich in dem bestehenden Betriebe die Luft befeuchten und verbessern, ohne dass die Anschaffungs- und Betriebskosten die Rentabilität der Anlage in Frage stellen, sondern so, dass der erhaltene Vorteil die Aufwendungen überwiegt? Der Weg hierzu wird in Einklang mit den in der Praxis gemachten Erfahrungen nachstehend gezeigt.

Ergebnis. In erster Linie ist es notwendig, die von den Heizkörpern aufsteigende Warmluft zu entstauben und zu befeuchten und hiermit eine gewisse zwangsläufige Wartung, d. h. mechanische Reinigung der Heizkörper und ihrer Umgebung von angesetztem Staub zu verbinden.

Dieser Zweck wird mit den auf die Heizkörper aufgestellten oder an dieselben angehängten Luftbefeuchtern erreicht. Gleichzeitig mit dem monatlichen Wechseln der Saugkartons werden die Heizkörper entstaubt. Für Räume bis 130 cbm genügen einlagige Apparate, d. h. solche mit einer Lage Saugpappe; bis 300 cbm verwendet man 3lagige.

Wenn freistehende Heizkörper in genügender Anzahl vorhanden sind, können 3lagige Apparate mit

d'humidité voulu pénétre dans le local en même temps que l'air frais garantit une répartition régulière de l'humidité. En règle générale, le réglage de l'humidité se fait automatiquement, ce qui rend l'installation indépendante des changements de temps.

Ces installations sont celles qui conviennent le mieux pour l'humidification des grands locaux, mais elles sont aussi les plus coûteuses tant par leur prix de revient que par les frais d'exploitation qu'elles entraînent. Elles peuvent convenir éventuellement pour les très grands centraux si on les établit en même temps qu'on construit le bâtiment. Il faut cependant tenir compte que les exigences des salles de sélecteurs, pour ce qui concerne l'humidification et la purification de l'air, ne sont pas les mêmes que celles des filatures et des tissages, où les nécessités de l'exploitation obligent d'avoir toute l'année et en permanence de grosses installations d'humidification en service. Dans une salle de sélecteurs, l'installation d'humidification n'est utilisée que pendant 6 mois de l'année environ. Les frais élevés d'une grande installation ne peuvent être amortis que si on la met fréquemment en service.

En conséquence, pour les bâtiments et les installations de chauffage existants, la question se pose de la manière suivante: Comment peut-on humidifier et purifier l'air des locaux existants sans que les frais d'établissement et d'exploitation d'une installation spéciale compromettent le rendement de l'entreprise, mais que cette installation procure, au contraire, un tel avantage qu'il compense et au delà les dépenses qu'elle occasionnerait. Nous y répondons dans les lignes qui suivent en nous basant sur les expériences faites dans la pratique.

Résumé. Il est en tout premier lieu nécessaire de purifier et d'humidifier l'air chaud qui monte des appareils de chauffage ce qui oblige, dans une certaine mesure, à entretenir, c'est-à-dire à épousseter par des moyens mécaniques les appareils de chauffage et leurs alentours.

Pour atteindre ce but, on emploie des humidificateurs placés sur les appareils de chauffage ou suspendus à ces appareils. En même temps qu'on procède à l'échange mensuel des cartons, on époussete les appareils de chauffage. Dans les locaux d'un volume allant jusqu'à 130 m³, on utilise des appareils à un cintre de carton; pour les volumes plus élevés et jusqu'à 300 m³, on emploie des appareils à trois cintres.

Lorsqu'on dispose d'un nombre suffisant d'appareils de chauffage dispersés, des appareils à trois cintres de carton percés suffisent pour les locaux dont le volume ne dépasse pas 1200 m³.

Pour l'humidification générale, les appareils d'évaporation à filtre sont particulièrement recommandables aussi bien pour diminuer considérablement les frais de l'installation d'humidification, quel qu'en soit le système, que pour profiter de l'avantage que représente la suppression de la poussière directement à l'appareil de chauffage, qui est la source de poussière la plus dangereuse. L'humidificateur à moteur facilement réglable a alors pour tâche de fournir la quantité d'eau à introduire, suivant la température extérieure, pour atteindre la teneur hygrométrique voulue.

gelochten Saugkartons für Räume bis 1200 cbm genügen.

Zur Grundbefeuchtung sind die Saugfilter-Verdunstungsapparate sowohl deshalb zu empfehlen, weil sich die Kosten der Befeuchtungsanlage jeder Art stark ermässigen, als auch um die Vorzüge der Staubbindung unmittelbar am Heizkörper, der gefährlichsten Staubquelle, nutzbar zu machen. Der leicht regelbare Motorluftbefeuchter hat dann die Aufgabe, die fehlende Wassermenge zu liefern, die je nach der Aussentemperatur zugeführt werden muss, um den erforderlichen Feuchtigkeitsgrad zu erreichen.

V. Die Luftentfeuchtung.

In kühl gelegenen, z. B. im Souterrain untergebrachten Wählerräumen, stellt sich regelmässig im Sommer, wenn die Aussenluft am wärmsten ist, übergrosse Feuchtigkeit ein, d. h. eine relative Luftfeuchtigkeit von über 75%, siehe Fig. 2.

Theoretisch ist diese Erscheinung in gleicher Weise zu erklären wie die Lufttrockenheit in dem Raum, nur dass nicht, wie in obigen Beispielen gezeigt ist, die Raumluft wärmer, sondern kälter als die Aussenluft ist. Hierdurch ist ihre Aufnahmefähigkeit für den Wassergehalt pro cbm Luft nach der Tabelle verringert. Die relative Feuchtigkeit nähert sich dann dem Maximum, der Sättigung.

Zur Verhinderung übergrosser Luftfeuchtigkeit wendet man in erster Linie Lüften der Räume an, weil hierdurch übermässiger Wassergehalt abgeführt und durch die infolge des Lüftens eintretende, allerdings sehr geringe Erwärmung ein Sinken des Luftfeuchtigkeitsgrades herbeigeführt wird. Wo dies nicht genügt, muss der Raum entweder erwärmt oder auf chemische Weise getrocknet werden. Letzteres geschieht zweckmässig mittels Exsiccator. Dieser besteht aus einem auf 3 Füssen stehenden Blech-Zylinder, Fig. 23, mit Einsatz von Sieben, die mit Chlorkalzium gefüllt werden. Ueber den Sieben befindet sich ein Ventilator, unter dem Zylinder ein Tropfenfänger mit Ablauföffnung. Darunter der Sammelbehälter für das der Luft entzogene Wasser.

Der Ventilator saugt die Luft durch das auf den Sieben ausgebreitete Chlorkalzium. Dieses entzieht der vorbeistreichenden Luft das Wasser und trocknet sie. Das Wasser fliesst in den Sammelbehälter ab.

Zur Trockenhaltung genügt unter normalen Verhältnissen ein Exsiccator für 1000 cbm Innenraum.

In der Regel wird man den Exsiccator nachts arbeiten lassen, wenn die Fenster geschlossen sind, während man tagsüber alle Fenster öffnet, um warme Luft in den Raum zu lassen, da Wärme, wie gesagt, ebenfalls eine Trocknung bedingt.

Die Betriebskosten sind gering, der Stromverbrauch ist 50 Watt pro Stunde. Der Verbrauch an Chlorkalzium erreicht bei täglich 12stündigem Betrieb 2 bis 3 kg, so dass die täglichen Betriebskosten Fr. 1.50 bis 2.— betragen.

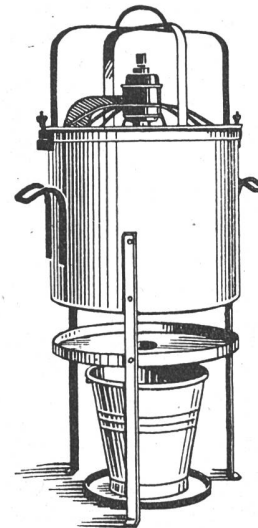


Fig. 23.
Exsiccator zur
Lufttrocknung.
Dessiccateur.

V. La dessiccation.

Dans les salles de sélecteurs placées dans des endroits frais, par exemple dans des souterrains, il se produit régulièrement en été, quand l'air extérieur est le plus chaud, une très forte humidité, c'est-à-dire une humidité relative de l'air dépassant 75%, fig. 2.

Théoriquement, ce phénomène s'explique de la même manière que la sécheresse de l'air dans un local avec cette différence que l'air du local n'est pas plus chaud, comme dans les exemples donnés plus haut, mais plus froid que l'air extérieur. Il en résulte que, suivant le tableau, sa capacité d'absorption par cm^3 d'air est réduite. L'humidité relative approche alors du maximum, c'est-à-dire de la saturation.

Pour empêcher cette trop forte humidité, on a recours, en premier lieu, à l'aération des locaux qui, en supprimant les trop grandes quantités d'eau et en provoquant un certain réchauffement de l'air, très faible il est vrai, fait baisser la teneur hygrométrique. Lorsque cela ne suffit pas, il faut chauffer le local ou le sécher par des moyens chimiques. Le mieux est de se servir à cet effet d'un dessiccateur. Cet appareil se compose d'un cylindre de tôle (fig. 23), reposant sur 3 pieds, et dans lequel sont placés des filtres remplis de chlorure de chaux. Au-dessus des filtres se trouve un ventilateur et au-dessous du cylindre un bassin avec écoulement pour recueillir les gouttes; sous le bassin, un récipient pour recevoir l'eau extraite de l'air.

Le ventilateur aspire l'air à travers le chlorure de chaux, qui retient l'eau au passage et sèche l'air. L'eau tombe dans le récipient.

Dans des conditions normales, un dessiccateur suffit pour maintenir sec un local de 1000 m^3 .

En règle générale, on fera fonctionner le dessiccateur pendant la nuit, alors que toutes les fenêtres sont fermées; par contre, on ouvrira toutes les fenêtres du local pendant le jour pour y laisser pénétrer l'air chaud, la chaleur étant aussi, comme nous l'avons vu, un dessiccatif.

L'appareil consomme 50 watts de courant par heure et 2 à 3 kg de chlorure de calcium par jour pour 12 heures de service. Les frais d'exploitation sont donc minimes, 1 fr. 50 à 2 fr. par jour.