

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109/110 (1937)
Heft: 22

Artikel: Luftkonditionierungsanlagen in hygienisch-thermischer Betrachtung
Autor: Aeschbacher, S.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-49153>

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: 27.01.2026

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

keiten von 1,3 bis 1,8 m/sec (ohne Stau durch das Kembserwerk) vorhanden sind. Man entschloss sich deshalb, die 10 m langen Rohrschüsse auf einem festen Gerüst über der Stelle der definitiven Rohrlage zusammen zu schweissen und mittelst Kettenzügen in den vorher ausgebaggerten Rohrgraben abzusenken (Abb. 4). Ueber die Ausführung der Absenkung von sieben verschiedenen Rohrleitungen geben nachstehende Daten einigen Aufschluss:

Höhe Montageboden über Flussohle	5-9 m
Rohrgewicht	200÷300 kg/m
Abstand der Aufhängungen	12 m
Absenkungszeit	

Obschon die Rohre mit etwa 50 cm Ankergrund überschüttet wurden, der je nach den örtlichen Verhältnissen aus Baggerkies oder einer Steinlage mit Kies bestand, hat man alle Rohre mit unter Wasser schräg gerammten Eisenschienen verankert. Bei einzelnen Rohren, die Industriewasser abführen, ist das Eisenrohr durch eine Pitschpineholzeinlage geschützt worden. Diese besteht aus einzelnen Dauben, die eine patentierte allseitige S-förmige Verzahnung aufweisen und mit versetzten Stößen eingebaut werden.

Luftkonditionierungsanlagen in hygienisch-thermischer Betrachtung

Von Dipl. Ing. S. AESCHBACHER, Strasbourg

In der Meinung, dass der Beurteilung von Luftkonditionierungsanlagen vom hygienischen Standpunkte aus heute eine vermehrte Bedeutung zukommt, wird eine Grundlage gesucht, die leicht abzuklären gestattet, in welchem Masse erreichbare Luftbedingungen dem menschlichen Wohlbefinden zuträglich sind. Denn nicht nur die Papier- und Textil-Industrie steigern durch verbesserte Arbeitsbedingungen die Produktionsfreudigkeit ihrer Arbeiterschaft und schaffen durch Konditionierung die technologisch erforderlichen Bedingungen, sondern auch Theater, Kinos, grosse Restaurants und Luftschutzräume erfordern sie.

In den U. S. A. wird statt unserer *Mollierschen J* — x Tafel für feuchte Luft hauptsächlich die sog. «Psychrometertafel» gebraucht. Sie ist eine umgezeichnete Molliertafel mit Temperatur als Abszisse und Feuchtigkeit als Ordinate, siehe Abb. 1. Wesentlich ist für beide Tafeln die Sättigungskurve. An Stelle der *J*-konstant-Linien der Molliertafel sind die Linien konstanter Feucht-kugelthermometerablesung eingezzeichnet. Dieses Diagramm geht von zwei leicht durchführbaren Messungen aus und gestattet sogleich relative und absolute Feuchtigkeit abzulesen.

Die Feuchtkugeltemperatur stellt sich ein, wenn die Quecksilberkugel eines Thermometers befeuchtet wird und nun gemäss der relativen Feuchtigkeit der Luft Eigenwärme zur Wasserverdampfung abgibt. Diese Wärmeabgabe kommt ins Gleichgewicht mit der Wärmeaufnahme aus dem Raum, also mit der Raumtemperatur einerseits und mit der Verdampfungsmöglichkeit, also dem Dampfdruck oder der relativen Luftfeuchtigkeit anderseits. Einer bestimmten relativen Feuchtigkeit und Raumtemperatur ist deshalb eine ganz bestimmte Feuchtkugeltemperatur eindeutig zugeordnet.

Weil der Wärmeinhalt feuchter Luft gleich dem Wärmeinhalt gesättigter Luft bei der Temperatur des Feuchtigkeitsthermometers ist, verlaufen in der Psychrometertafel die Linien konstanter Feuchtigkeitablesung entsprechend den J -konstant-Linien in der Molliertafel und schneiden auf der Sättigungskurve die entsprechenden Trockentemperaturen. Ueber die Sättigungskurven kann eine Kurve des Wärmeinhaltes mit besonderem Maßstab gezeichnet werden, dann ist auch der jeweilige Wärmeinhalt bestimmt. Dadurch wird das Diagramm übersichtlicher und ist nicht mit J -konstant-Linien überlastet. Die Arbeit des Konstrukteurs erleichtert eine Kurve des spezifischen Volumens und des Dampfdruckes.

Behaglichkeit wird definiert als thermischer Gleichgewichtszustand, der eintritt, wenn die durch die jeweilige Körpertätigkeit erzeugte Wärmemenge durch die Haut abgeführt werden

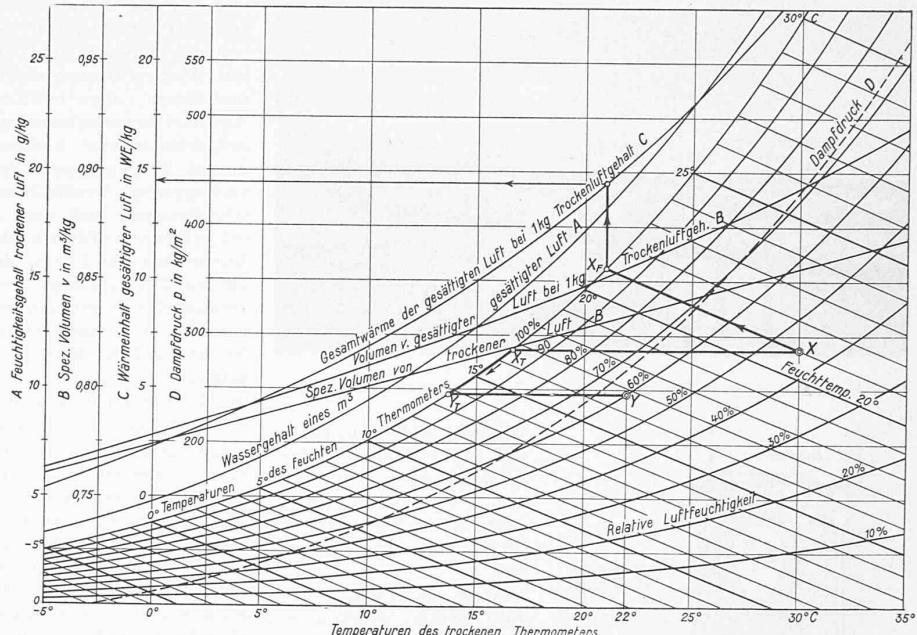


Abb. 1. Psychometertafel: umgezeichnete Mollier-Tafel

kann, ohne dass dafür zusätzliche Feuchtigkeit (Schweiss) gebildet werden muss. Unbehaglichkeit dagegen tritt ein, wenn dieses Gleichgewicht gestört wird, d. h. wenn durch die äussern Umstände dem Körper mehr Wärme zugeführt wird, sodass die Temperatur der Haut über die biologisch erforderliche und gefühlsmässig feststellbare zuträgliche Grenze steigt, weil die Umgebung nicht mehr imstande ist, die Wärme aufzunehmen (oder umgekehrt). Daraus folgt, dass die Behaglichkeit eine Funktion folgender Grössen sein muss:

1. der durch die jeweilige Tätigkeit im Organismus erzeugten Wärme (vorausgesetzt, dass der Wärmefluss im Körper ausgeglichen ist: thermodynamisches Gleichgewicht);
 2. der Wärmeübergangszahl zwischen Körper und Aussenluft (Eigenschaften der Haut, Bekleidung, Luftgeschwindigkeit, Wärme-Kapazität der Luft u. besonders relative Feuchtigkeit);
 3. durch die Wärmeaufnahme und -Abgabe des Körpers durch Strahlung (Farben und Raumwinkelverhältnisse).

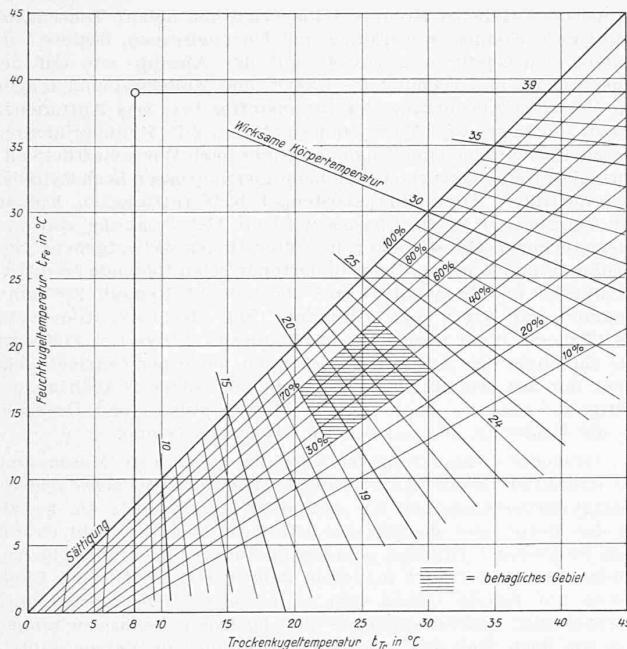
Die vom «American Society of Heating and Ventilating Engineers-Guide» herausgegebenen Psychrometertafeln¹⁾ zeigen die empirisch gefundenen Zusammenhänge dieser verschiedenen Variablen. Dabei wurde die Variable der vom Menschen empfundenen Temperatur, d. h. des Gefühls, durch Abstimmung (mit Vergleichsräumen) ermittelt. Wie daraus zu entnehmen ist, verhält sich der Mensch bei 39° C Körpertemperatur ähnlich wie ein Feucht-kugelthermometer, denn die effektiven (und empfundenen) Hauttemperaturen stimmen hier überein mit den Feucht-kugeltemperaturen. Sie laufen bei veränderlicher Luftfeuchtigkeit mit diesen parallel. Bei dieser Lufttemperatur schwitzt die Körperoberfläche, und gibt wie eine Feucht-kugel Wärme durch Verdunstung ab, entsprechend dem Dampfdruck in der Luft.

Bei niedrigen Temperaturen sinkt dagegen auch die Feuchtigkeitsabgabe des Körpers, die Oberfläche wird immer trockener, sie kann keine Wärme durch Verdunstung abgeben und wird sich bei veränderlicher Luftfeuchtigkeit nicht mehr wie das Feucht-kugelthermometer verhalten, sondern immer mehr wie das Trockenkugelthermometer. Die Linien der empfundenen Körpertemperatur nähern sich daher mit sinkender Raumtemperatur immer mehr der Parallelität mit den Trockenkugeltemperaturen.

Aus den Tafeln des «A. S. H. V. E.-Guide» ist ferner ersichtlich, dass die wirksamen Körpertemperaturen bei 8°C Lufttemperatur parallel zu den Trockentemperaturen verlaufen, somit bei verschiedenen relativen Feuchtigkeiten konstant sind.

In der Tat sagt denn auch Rybka: »Bemerkenswert ist, dass für ruhende Luft, normale Bekleidung und Ruhe der Anwesenden (also die Bedingungen, die unserer Tafel zugrunde liegen), die Linie der Lufttemperatur (Trockenkugeltemperatur) mit der Linie der wirksamen Temperaturen etwa bei 8° C zusammenfällt, sodass hieraus gefolgert werden kann, dass eine beliebige Aenderung der Luftfeuchtigkeit von völliger Trockenheit bis zur Sättigung keine Änderung des Behaglichkeitsgefühls bei dieser

¹⁾ Siehe auch Karl R. Rybka: «Amerikanische Heizungs- und Lüftungs-Praxis». Verlag J. Springer. Seite 135 ff.

Abb. 2. Psychronometrische Behaglichkeitstafel; $m = F(t_{Tr}, t_k)$

Lufttemperatur hervorruft.» Daraus wird nun die ebenfalls bemerkenswerte Folgerung abgeleitet, dass sich offenbar der Körper bei dieser Temperatur in Hinsicht auf Feuchtigkeitsproduktion vollkommen indifferent verhält und nichts abgibt.

Tragen wir in der psychrometrischen Behaglichkeitstafel, Abb. 2, die Trockenkugelablesung als Abszisse rechtwinklig zur Feuchtkugelablesung als Ordinate auf und zeichnen in dieses Koordinatensystem die vom Menschen empfundenen wirksamen Körpertemperaturen (die für das Behaglichkeitsgefühl massgebend sind) als Funktionen der relativen Luftfeuchtigkeit ein, so müssen sich die Linien gleicher empfundener Körpertemperaturen bei höheren Lufttemperaturen den Linien der Feuchtkugel-Ablesung und bei tieferen Lufttemperaturen den Linien der Trockenkugelablesung annähern.

Wird die horizontale Linie der wirksamen Körpertemperaturen bei 39°C geschnitten mit der Vertikalen bei $+8^{\circ}\text{C}$, so erhalten wir den Drehpunkt, durch den alle Verlängerungen der Linien konstanter empfundener Körpertemperaturen gehen müssen. Voraussetzung ist, dass sich die Feuchtigkeitsabgabe des menschlichen Körpers bei ruhender Luft und konstanter relativer Feuchtigkeit zwischen 8°C und 39°C linear verhält. Bei einem Vergleich der so konstruierten psychrometrischen Tafel mit der empirisch ermittelten Tafel des A. S. H. V. E.-Guide ist, wenn man bedenkt, dass bei der empirisch ermittelten Tafel verschiedene Imponderabilien mitgespielt haben dürften, das Resultat einwandfrei. Die Konstruktion gilt jedoch nur für den Fall von annähernd ruhender Luft, d. h. bis rd. $0,15\text{ m/sec}$. Doch treten bei veränderten Bedingungen keine prinzipiell neuen Verhältnisse auf.

Um von der so gefundenen Konstruktion zu einer für die Rechnung brauchbaren Formel zu gelangen, liefert die mathematische Interpretation folgenden Ausdruck für die menschliche Hauttemperatur (gefühlt wirksame Temperatur), die mit m bezeichnet wird:

$$m = \frac{(a \cdot t_{Fe}) - (b \cdot t_{Tr})}{(t_{Fe} - t_{Tr}) + (a - b)}$$

darin bedeuten: m = die wirksame Hauttemperatur in $^{\circ}\text{C}$

t_{Tr} = Trockenkugelthermometerablesung

t_{Fe} = Feuchtkugelthermometerablesung

$a = 8^{\circ}\text{C}$, eine Konstante.

$b = 39^{\circ}\text{C}$, eine Konstante.

bei einer Windgeschwindigkeit von höchstens $0,15\text{ m/sec}$.

Wenn in einem Luftraum mittels Thermometer die Feucht- und Trockenkugeltemperaturen abgelesen werden, kann also die sich einstellende menschliche Hauttemperatur (die wirksame Temperatur) sogleich bestimmt werden. Ist diese so gefundene Temperatur im *behaglichen* Bereich von 19 bis 24°C bei ruhender Luft oder einer Windgeschwindigkeit unter $0,15\text{ m/sec}$, so können die Luftbedingungen als erträglich angesehen werden. In der Psychrometertafel und in der psychrometrischen Behaglichkeitstafel kann der Konstrukteur seine Luftkonditionen auch zum Voraus auf ihre Zuträglichkeit hin untersuchen. Ist z. B. die Raumtemperatur so hoch, dass das natürliche thermodynamische

Gleichgewicht gestört wird, so beginnt der Körper Feuchtigkeit abzuscheiden, um vermehrte Wärme abgeben zu können. Ist die relative Feuchtigkeit der Luft so tief, dass genügend verdampfen kann, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, so wird dieser Luftzustand als behaglich empfunden. Wenn jedoch die relative Feuchtigkeit zu hoch ist, beginnt der Körper zu schwitzen, der Luftzustand ist unbehaglich. Durch vermehrten Zug kann eine genügende Wärmeabgabe doch erreicht werden. Jetzt wird ein Luftzug als behaglich empfunden. Diese Verhältnisse dürften im Sommer für Papiersäle, Spinnereien und Theatersäle etc. zu treffen. Ist die relative Feuchtigkeit schon sehr hoch, dass der benötigte Luftzug so stark sein müsste, dass er unangenehm empfunden und den technologischen Prozess beeinträchtigen würde, so hätte man sich für eine Kühlung der Luft zu entschließen.

Eindrücke von den Auto-Ausstellungen in Paris und London, Oktober 1937

Von Dipl. Ing. M. A. C. TROESCH, Zürich

Es werden so viele technische Artikel über Automobile geschrieben, dass hier versucht werden soll, die neuesten Erzeugnisse der Automobilindustrie mit Rücksicht auf die Forderungen des Verbrauchers zu analysieren. Dabei werden immerhin die durch diese Forderungen bedingten technischen Grundlagen erklärt.

Die Hauptforderungen, die an ein modernes Automobil gestellt werden, sind überall die selben, blos die Reihenfolge ihrer Wichtigkeit ändert je nach dem Verbrauchslande, bezw. dem Temperament seiner Bewohner, sowie nach den topographischen Verhältnissen. Für schweizerische Verhältnisse möchte ich nachstehende Wichtigkeitsfolge annehmen: 1. Fahrleistungen, 2. Wirtschaftlichkeit, 3. Komfort, 4. Aussehen und 5. Fahrsicherheit.

In England kommt trotz grosser safety-first- (Sicherheit vor allem) Bestrebungen der Komfort zuerst. Der Engländer möchte im Auto möglichst wie zu Hause seinen arm-chair-comfort haben, seine Lehnsesselbequemlichkeit; hernach erst kommt die Wirtschaftlichkeit; aber schon an dritter Stelle die Fahrsicherheit, darauf die Fahrleistungen und zuletzt das Aussehen. Auf dem Kontinent, besonders in Frankreich, Italien und Deutschland herrschen ungefähr gleiche Ansichten wie bei uns. Diese drei Länder sehen in «guter Fahrleistung», wegen ihren Autostrassen und vielen Ebenen und Geraden, vor allem die Spitzengeschwindigkeit, während wir unser Augenmerk mehr auf gute Bergsteigungsfähigkeit und Wendigkeit richten müssen. Und meines Erachtens wäre da auch sofort beste Fahrsicherheit zu fordern — ich habe in meiner Unfallpraxis schon zu viel Zerstörung gesehen, um dieses nicht als Grundbedingung zu fordern — safety first!

Fahrleistungen und Wirtschaftlichkeit stehen einander oft gegenüber; grosse Kunst der Konstrukteure ist es, ein Fahrzeug mit grossen Fahrleistungen auch wirtschaftlich zu gestalten. Aehnlich verhält es sich mit dem Komfort und der Fahrsicherheit. Lange Zeit kannte man einerseits nur weich gefederte Schaukeln mit zweifelhafter Strassenlage bei hohem Tempo oder auf schlechten Strassen, und harte Sportwagen, die erst bei Stundengeschwindigkeiten von über 60 km einigermassen angenehmes Fahren gewährten. Heute sind diese krassen Gegensätze meist durch Kompromisslösungen stark verwischt und in vielen Fällen haben wir fortschrittliche Konstruktionen, die durch Anwendung von Einzelradfederungen amerikanische Weichheit mit sportlicher Stabilität und Fahrsicherheit vereinen. Oft werden die vier wichtigsten Forderungen: Fahrleistungen, Wirtschaftlichkeit, Komfort und Fahrsicherheit unter dem Sammelbegriff «Fahreigenschaften» zusammengefasst. Bevor zur Zergliederung dieser Haupt-eigenschaften geschriften wird, sei kurz erwähnt, dass der Pariser-salon jährlich fast soviel an Wichtigkeit verliert, wie die Ausstellung von London gewinnt. In Paris nehmen die nationalen Produkte und vor allem die ausländischen stark ab — in London sind beide in jährlicher Zunahme begriffen. London ist schon fast so international wie unser Genfer-Salon.

Fahrleistungen. Alles ist relativ, denn auch ein kleiner Wagen kann grosse Fahrleistungen haben, besonders wenn man gleichzeitig noch die Wirtschaftlichkeit betrachtet — und umgekehrt. Die Engländer waren höchst erstaunt über ihre Feststellung, dass die Auto-Union-Rennwagen auf der äusserst schweren Donington Grand-Prix-Strecke bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 128 km/h einen Brennstoffverbrauch von «nur» $56,2\text{ l}/100\text{ km}$ aufwiesen. Und nun werden sie noch mehr gestaunt haben, als der gleiche Wagen mit raffinierter Stromlinienkarosserie versehen, die Spitzengeschwindigkeit von 406 km/h erreichte, und das mit rund 600 PS , während der englische Weltrekordwagen von Campbell mit seinen 2500 PS auf nur 484 km/h , und Eyston mit 5000 PS auf 502 km/h kam.