

Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit WDD

Da die Gebrauchssituation der Leder nicht eindeutig zu definieren ist, entstand eine Vielzahl von Bestimmungsmethoden, die nicht aufeinander abgestimmt sind. Daraus ergibt sich einmal, dass bisher mit den einzelnen Verfahren erhaltene Resultate nur mit den Messwerten, die mit der gleichen Versuchsanordnung erhalten wurden, vergleichbar sind. Die weiterhin daraus abzuleitende Forderung ist, dass eine Abstimmung auf eine einzige Bestimmungsmethode erfolgt. Das Grundprinzip dieser Messungen beruht darauf, dass auf beiden Seiten eines Lederprobekörpers unterschiedliche und für sich konstante relative Luftfeuchtigkeiten erzeugt werden, die Temperatur aber auf beiden Seiten gleich ist. Alle Messgeräte selbst leiten sich letztlich von dem Wilson-Prüfgerät ab, d. h. die zu untersuchende Lederprobe verschließt als Membrane ein Messgefäß, das entweder Trockenmittel oder Wasser enthält. Nach festgelegten Zeitabschnitten wird die Massezunahme der das Trockenmittel enthaltenden Systeme oder aber die Masseabnahme des das Wasser enthaltenden Gefäßes bestimmt. Die Probekörper werden entsprechend ihrem späteren Gebrauchseinsatz entweder mit der Lederoberfläche zur höheren relativen Luftfeuchtigkeit (z.B. Schuhfutterleder) eingespannt oder mit der Lederunterseite (z. B. bei Schuhoberleder).

Die Betrachtung der Vorgänge, die bei einem Stofftransport ablaufen, erfolgen im allgemeinen in drei Schritten:

1. die Diffusion aus dem Bereich I durch eine Grenzschicht zur Probe;
2. die Diffusion durch die Probe;
3. die Diffusion weg von der Probe durch eine Grenzschicht in den Bereich II (Abb. 59).

Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach Herfeld

Die über lange Zeit angewandte Herfeld-Methode zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit erfolgte ohne jede Bewegung der das Leder umgebenden Luftschichten nach der folgenden Vorschrift (der früheren DIN 53333/1948 ersetzt durch DIN EN ISO 14268):

Probenahme:

Aus dem nach DIN 53303 T1 (ersetzt durch DIN EN ISO 14268) entnommenen Probestück werden kreisrunde Probekörper von 55 mm bis 60 mm Ø entnommen.

Durchführung der Prüfung:

Zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit wird ein Glasgefäß von etwa 45 mm Höhe und etwa 60 mm Durchmesser verwendet, auf das ein metallischer Schraubverschluss mit einer freien kreisrunden Öffnung von 1000 mm² Prüffläche aufschraubbar ist (Abb. 60). Das Glasgefäß wird mit 50 cm³ Wasser gefüllt, auf den verbreiterten plangeschliffenen Rand zunächst ein Gummidichtungsring aufgelegt, der besserer Abdichtung dient, und dann das Probestück mit der Narbenseite nach innen aufgelegt und mit dem metallischen Verschlussdeckel fest aufgeschraubt.

Abb. 59: Konzentrationsverlauf bei stationärem Massenstrom

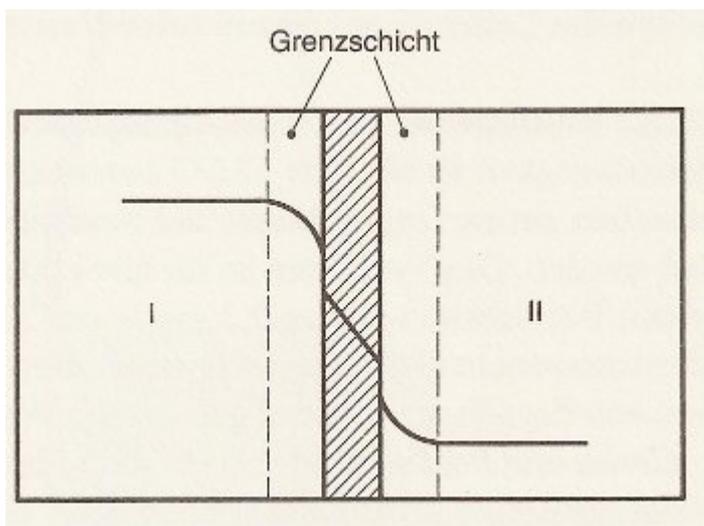
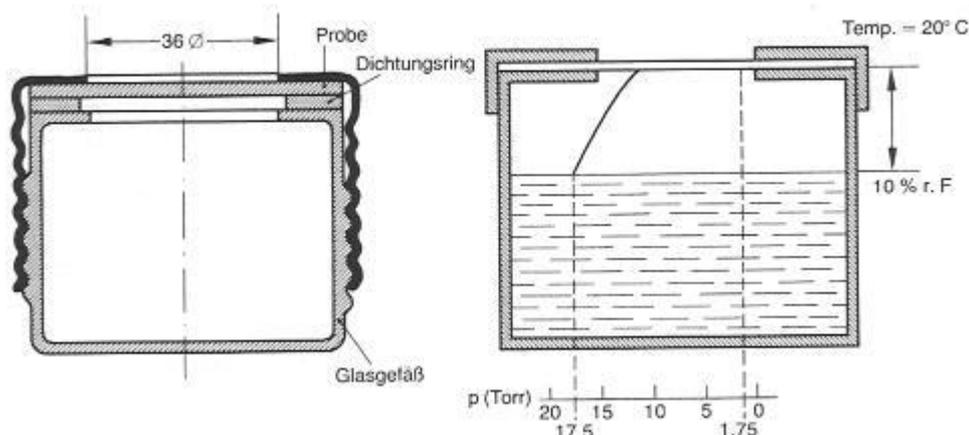


Abb. 60 und 61:

Abb. 60: Gerät zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit nach Herfeld und Abb. 61: Wasserdampfpartialdruckverlauf im Prüfgerät nach Herfeld.



Das verschlossene Prüfsystem wird auf der analytischen Waage genau gewogen, dann in einen Exsikator eingestellt, der mit Silikagel gefüllt ist und somit völlig trockene Luft enthält, und bei einer Temperatur von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ stehen gelassen. In Abständen von genau 24 Stunden wird das Gewicht des Gesamtsystems über einen Zeitraum von zwei Tagen bestimmt und aus der mittleren Gewichtsabnahme in 24 Stunden die Wasserdampfdurchlässigkeitszahl errechnet. Die Wasserdampfdurchlässigkeitszahl sagt aus, wie viel mg Wasserdampf unter den festgelegten Versuchsbedingungen innerhalb von 24 Stunden durch 1000 mm² Fläche der zu untersuchenden Lederprobe hindurchgehen.

Dabei trat im Innern des Gefäßes ein Abfall des Wasserdampfpartialdruckes auf, und auf der außen liegenden Oberfläche war ein sofortiger Abtransport des Wasserdampfes nicht gegeben (Abb. 61). Die Bestimmung des Wasserdampfes erfolgt daher heute im wesentlichen nach der Mitton-Methode, bei der durch die Bewegung des Messgefäßes auf beiden Seiten des Lederprobekörpers keine Verringerung des Wasserdampfpartialdruckes auftritt.

Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit:

Die Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit ist als DIN 53333 (ersetzt durch DIN EN ISO 14268) beschrieben. Zwischen der DIN-Methode und der IUP 15 bestehen einige Unterschiede, die anschließend an die Durchführungsbeschreibung behandelt werden. Das Verfahren ist für alle Leder anwendbar, die Wasserdampfdurchlässigkeiten in den Bereichen zwischen $0,3 \text{ mg} \times \text{cm}^{-2} \times \text{h}^{-1}$ bis $20 \text{ mg} \times \text{cm}^{-2} \times \text{h}^{-1}$ haben. Durch eine Gewichtszunahme des Gesamtsystems wird der durch den Probekörper hindurch gedrungene und von dem Trockenmittel gebundene Wasserdampf bestimmt.

Geräte und Prüfhilfsmittel:

Es werden Flaschen mit Schraubverschlüssen verwendet, die aus wasserdampfdurchlässigem Kunststoff hergestellt sind (Abb. 62). Die kreisförmige Öffnung mit etwa 30 mm Innendurchmesser muss plangeschliffene Ränder senkrecht zur Achse durch die Flasche haben. Die Schraubdeckel aus dem gleichen Kunststoff sind ebenfalls mit kreisförmigen Öffnungen mit einem Durchmesser von etwa 30 mm versehen, wobei zwischen beiden Öffnungen (Flasche und Deckel) der Unterschied im Durchmesser nicht größer als 0,5 mm sein darf. Die Kunststoffflaschen können auf die ausreichende Wasserdampfdurchlässigkeit geprüft werden. Dazu wird die Flasche nach der Eingabe des Trocknungsmittels und dem Abschluss der Öffnung mit einer Metallplatte 24 Stunden unter Prüfbedingungen eingesetzt und dann das Gewicht erneut bestimmt. Die Massenzunahme darf nicht mehr als $0,1 \text{ mg} \times \text{cm}^{-2} \times \text{h}^{-1}$ betragen.

Die Apparatur selbst besteht aus einem Flaschenhalter in Form einer Scheibe, die durch einen Elektromotor mit $(75 \pm 5) \text{ U/min}$ gedreht wird. Die Flaschen werden auf der Scheibe so montiert, dass ihre Achsen parallel mit der Scheibenachse laufen und zwar im Abstand von 67 mm zur Scheibenachse. Das Gerät muss weiterhin mit einem Ventilator versehen sein, der gegenüber der Öffnung der Flaschen montiert ist. Der Ventilator hat drei flache Blätter, deren Ebenen um 120 Grad gegeneinander geneigt sind. Die Ebenen der Blätter gehen durch die verlängerte Achse der Scheibe. Die Blätter messen etwa $90 \text{ mm} \times 75 \text{ mm}$, und die den Flaschen am nächsten stehende 90mm lange Seite jedes Blattes soll an den Flaschenhälsen im Abstand von höchstens 15 mm vorbeigehen. Der Ventilator wird von einem Motor mit $(1400 \pm 100) \text{ U/min}$ angetrieben.

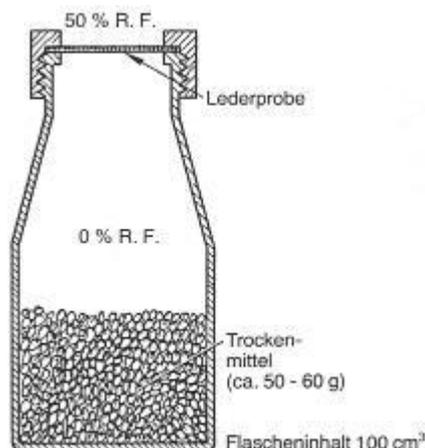
Prüfhilfsmittel:

Kieselgel in Perlenform (Trockenperlen/blau) muss vor der Verwendung mindestens 16 Stunden in einem Wärmeschrank nach DIN 50011 T 1 mit Luftumwälzung bei $(125 \pm 5) \text{ °C}$ getrocknet und in einem dicht schließenden Gefäß (geschlossene Flasche, Exsikator) mindestens sechs Stunden im Klimaraum bei $(23 \pm 2) \text{ °C}$ abgekühlt werden. Kieselgel in kristalliner Form muss vorher mit einem Analysensieb nach DIN 4188 T1 mit einer Maschenweite von 2 mm gesiebt werden, um zu kleine Teilchen und Staub zu entfernen. Dem Material in Perlenform ist aber allgemein der Vorzug zu geben.

Durchführung der Prüfung:

Es werden aus den entnommenen Probestücken mindestens drei kreisförmige Probekörper mit dem Außendurchmesser der Prüfflaschen (= 34 mm) ausgeschnitten und klimatisiert. Die Prüfung erfolgt in dem Klima nach DIN 50014-23/50-1.

Abb. 62: Prüfgerät mit Trockenmitteln und eingespanntem Probekörper nach DIN 53333 zur Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit



Wird das Klima der Klasse 2, das Luftfeuchtigkeitsintervalle von $\pm 6\%$ relativer Feuchte zulässt, angewandt (wie in der DIN 53333 angegeben), dann ist mit größeren Schwankungen in den Ergebnissen zu rechnen, die zu einer Verfälschung führen könnten.

Es werden grundsätzlich unveränderte (unverletzte) Probekörper geprüft. Bei stärker zugerichteten Ledern, speziell während der Schuhherstellung zusätzlich gefinischen Oberledern, kann die Wasserdampfdurchlässigkeit stark vermindert worden sein. Da aber nach einer gewissen Tragezeit durch die Knickungen des Leders die Wasserdampfdurchlässigkeit wieder ansteigen wird, können derartige Leder (speziell wenn sie aus Schuhen entnommen worden sind) vor der Prüfung 20 000 Faltungen unterworfen werden. Dies ist aber im Prüfbericht gesondert anzugeben. Eine mechanische Verletzung der Lederoberfläche (wie das leichte Abbuffen nach IUP 15) ist hier nicht zulässig.

Der Innendurchmesser der Flaschen ist mit einem Messschieber auf 0,1 mm in zwei zueinander senkrecht stehenden Richtungen zu messen. Für den Vorlauf des Probekörpers wird eine Flasche etwa zur Hälfte mit Kieselgelperlen gefüllt und der Probekörper so auf die Öffnung aufgelegt, dass die Wegrichtung des durchdringenden Wasserdampfes der der Praxis entspricht (Oberleder mit der Gebrauchsoberfläche nach innen, Schuhfutterleder mit der Gebrauchsoberfläche nach außen usw.). Der Probekörper wird mit dem Schraubverschluss festgeklemmt. Dazu kann zusätzlich ein Gummiring von etwa 1 mm Dicke und von etwa 30 bis 40 Shore-Härte A eingelegt werden. Die Vorlaufzeit mit der ersten Flasche beträgt nach dem Einspannen und dem Einschalten des Gerätes 16 bis 24 Stunden. Danach wird die Flasche ausgespannt, der Probekörper herausgenommen und sofort auf eine zweite, frisch vorbereitete Flasche gegeben, die ebenfalls mit getrockneten Kieselgelperlen etwa zur Hälfte gefüllt ist, wobei der Schraubverschluss fest angezogen wird. Diese zweite Flasche wird danach so schnell wie möglich im Klimaraum auf 0,5 mg genau gewogen. Der Zeitpunkt der Wägung wird notiert, die Flasche in das Gerät eingespannt und der Motor eingeschaltet. Nach der vorher festgelegten Prüfzeit (bevorzugt acht Stunden) wird die Flasche ausgespannt und sofort gewogen. Die Gewichtszunahme zwischen den beiden Wägungen wird festgestellt. Die Wasserdampfdurchlässigkeit errechnet sich danach wie folgt:

Formel Wasserdampfdurchlässigkeit WDD:

$$WDD = \frac{7639 \cdot \text{Gewichtszunahme in mg}}{\text{Innendurchmesser in mm}^2 \cdot \text{Zeit zwischen den beiden Wägungen in min}}$$

Die Angabe erfolgt in $\text{mg} \times \text{cm}^{-2} \times \text{h}^{-1}$. Der Faktor 7639 berücksichtigt die Umrechnungen von Minuten in Stunden und von mm in cm und enthält auch $\pi/4$.

Anmerkung:

Die durch die Gleichung gegebene Wasserdampfdurchlässigkeit ist die Durchlässigkeit für einen Unterschied der relativen Feuchtigkeit von 50 % zwischen den beiden Lederoberflächen bei 23 °C.

Bei konstanter Temperatur wächst für die meisten Leder die Durchlässigkeit ungefähr im gleichen Verhältnis wie die Differenz der relativen Feuchtigkeiten. Bei konstanter relativer Feuchtigkeitsdifferenz nimmt die Durchlässigkeit mit der Temperatur im gleichen Verhältnis wie der Sättigungsdruck des Wassers zu.

Die DIN 53333 enthält gegenüber der IUP 15 zwei Änderungen:

1. Es werden keine Silikagel-Kristalle mehr eingesetzt, da auch nach dem in der IUP 15 vorgeschriebenen Absieben des Silikagels durch die ständige Bewegung während der Prüfung Abrieb entsteht, der sich als Staub auf der der Innenseite des Gefäßes zugekehrten Lederoberfläche niederschlägt. Es wird daher vorgeschrieben, dass Silikagel in Perlenform verwendet wird. Der von K. Schmidt vorgeschlagene Einsatz des Molekularsiebs sollte geprüft werden, da bei dem bisherigen Trockenmittel der Wasserdampfdruck im allgemeinen nicht gleich null ist und während der Messung bis auf 0,9 Torr zunehmen kann, was einer relativen Luftfeuchtigkeit von 5 % entspräche. Bei Verwendung von Molekularsieb bleibt der Wasserdampfdruck für einen weiten Bereich der Wasseraufnahme konstant.
2. Die in der IUP 15 angegebene Möglichkeit des Aufrauens der Proben ist in der DIN 53333 bei zugerichteten Ledern durch eine 20 000fache Dauerfaltung ersetzt worden. Das Aufrauen führt nach vorgenommenen Untersuchungen zu einer zu starken Beeinflussung der Wasserdampfwerte, die damit nicht mehr ausreichend rekonstruierbar sind. Die vorgesehenen 20 000 Faltungen beziehen sich vor allen Dingen auf die Prüfung von Schuhoberledern, da der durch die Faltung im Prüfgerät erhaltene Zustand des Leders und seiner Zurichtung auch nach relativ kurzer Tragezeit am Schuh vorliegen dürfte. Eine sehr starke Zunahme der Wasserdampfdurchlässigkeit der gefalteten Probe gegenüber der Untersuchung des Leders im klimatisierten Originalzustand signalisiert aber auch, dass die Zurichtung stärker aufgelockert wurde. Damit ist es indirekt möglich, die inneren Veränderungen einer Zurichtung auch dann zu prüfen, wenn äußerlich nach 20 000 Dauerfaltungen noch keine Veränderung zu sehen ist.

K. Schmidt, der auch den Wasserdampfpartialdruck - Verlauf in dem Mitton-Prüfgerät untersucht hat (Abb. 63), hat auch eine Umrechnungsformel zum Vergleich der Mitton-Herfeld-WDD-Werte aufgestellt und eine gute Übereinstimmung zwischen den experimentellen und theoretisch abgeleiteten Werten erhalten. In der weiteren Bearbeitung der möglichst praxisnahen Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit sind auch Versuche gemacht worden, das Temperaturgefälle von der Innenseite des Schuhs zur Schuhoberfläche in die Methoden einzubeziehen. Aus dem von K. Schmidt angegebenen Temperaturprofil für den SATRA-PA-Test und dem Umstand, dass der Transport des aus der Wasseroberfläche verdampfenden Wassers durch Konvektion erfolgt, ergibt sich in der Nähe der Probe im Innenraum bei etwa 22,5 °C ein Partialdruck des Wasserdampfes von angenähert dem Sättigungsdampfdruck, entsprechend 32 °C (Abb. 64). Somit tritt auf der Länge der Luftsäule und an der Innenseite der Probe Kondensation auf.

Diese Kondensation, die sich durch unverhältnismäßig große Absorptionswerte beim SATRA-PA-Test zeigt, wird auch von W. Fischer beschrieben. Die Kondensation auf der dem Wasser im Innern des Prüfgefäßes zugewandten Seite des Leders konnte von W. Fischer durch den Einbau eines über einen Magnetrührer bewegten Propellers im Wasser- und im Luftraum darüber verhindert werden.

Abb. 63: Wasserdampfpartialdruckverlauf

Wasserdampfpartialdruckverlauf bei Mitton für $i = 5 \text{ mg/cm}^2 \times \text{h}$

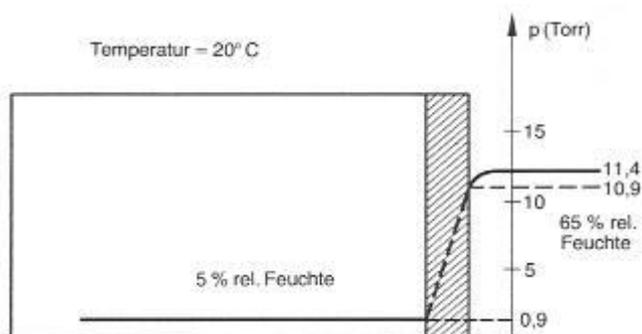
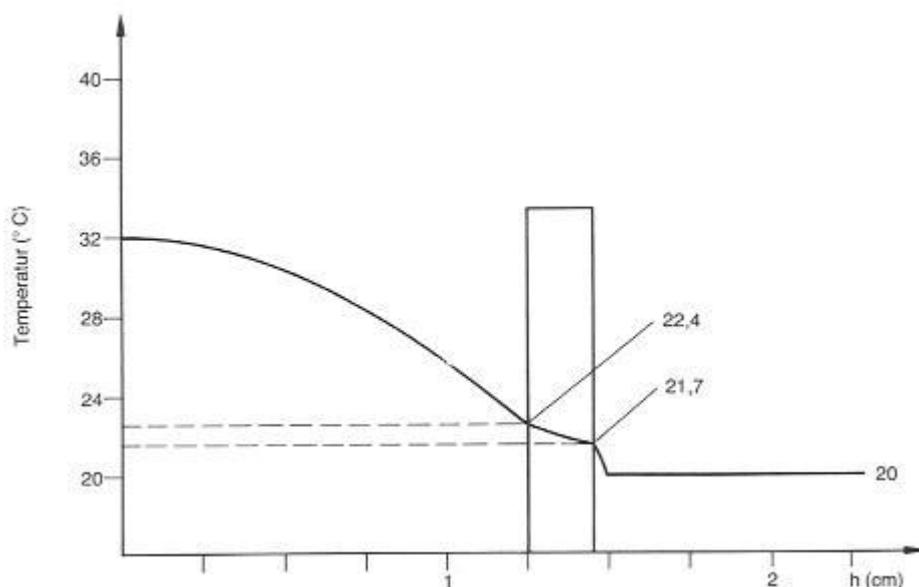


Abb. 64: Temperaturprofil beim PA-Test



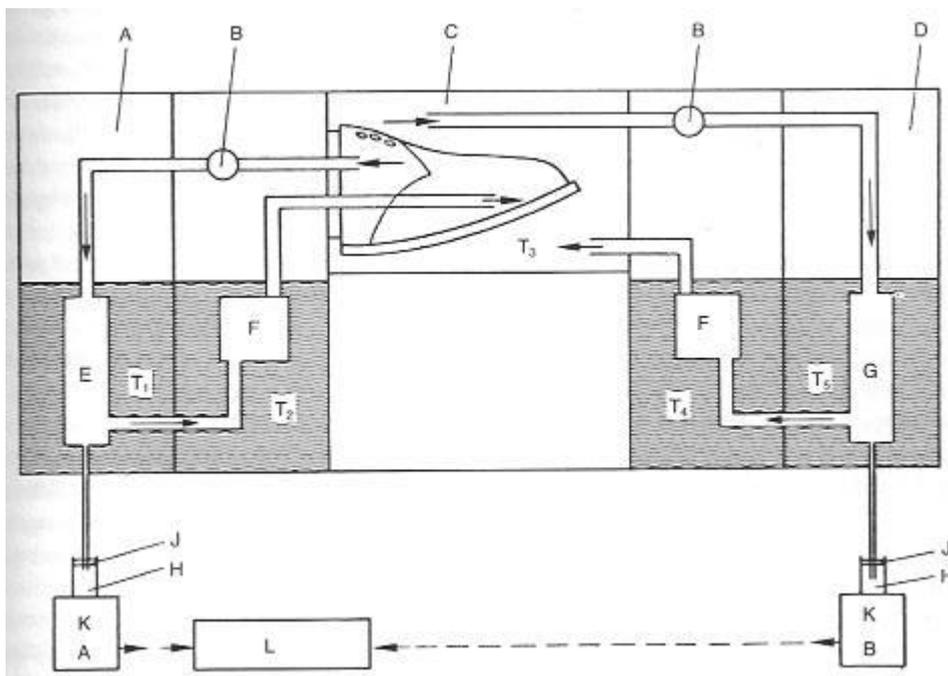
Die Kondensationszone des Temperaturgefälles von 32 °C (innen) zu 20 °C (außen) wurde damit aber nur in das Leder selbst gelegt. Der Hinweis, dass in der Praxis auch Kondensationen im Schuhoberleder auftreten, war der Beobachtung zu entnehmen, dass nicht wasserfeste Grundierungen unter PU-Lacken zu einem plötzlichen Ablösen der Lackschicht nach dem Tragen des Schuhs geführt hatten, obwohl das Leder nicht durch äußere Einwirkungen eigentlich nass geworden war. Im Normalfall ist aber bei dem Tragen der Schuhe noch die durch die Lederknickung auftretende Pumpbewegung mit in die Betrachtungen einzubeziehen, die nur bei einigen komplizierten Versuchsanordnungen berücksichtigt worden ist.

J.S.A. Langerwerf und J.A.J Luitjen haben ein Gerät zur Messung der WDA, sowie der WDD in und aus einem Schuh (Vorderteil) entwickelt (Abb. 65). Im Innern des Schuhs wurde bei einer Temperatur von 35 °C und einer Verdampfer Temperatur von 30 °C ein relativ hoher Dampfdruck erzeugt. Die an den Schuh abgegebene Wassermenge wird durch eine Schreibwaage ständig registriert. Die durch den Schuh in Dampf Form durchgetretene Wassermenge wird zunächst im Messraum (20 °C) frei und kondensiert dann in einem Kondensatorgefäß. Diese Wassermenge wird ebenfalls sofort registriert. Schwierigkeiten ergaben sich auch bei diesem Versuch durch das Temperaturgefälle, das eine

Kondensation schon im Innern des Schuhs bzw. Leders auslöste. Bei weiteren Versuchen wurde die Außentemperatur daher auf 31 °C angehoben.

Wie auch bei der Wasserdampfaufnahme stellt sich hier die Frage, wie der Wasserdampf im Leder transportiert wird, d. h. welcher Mechanismus zugrunde liegt. Obwohl sehr unterschiedliche Auffassungen vorhanden sind, dürften im wesentlichen aber zwei Vorgänge ablaufen, und zwar ein Transport über die Kapillaren und ein weiterer über Sorptionsvorgänge am hydrophilen Kollagen selbst.

Abb. 65: Modifizierter TNO-Komforttester (schematische Darstellung)



A = Verdampferraum

B = Gebläse

C = Messraum

D = Kondensationsraum

E = Verdampfer

F = Wärmeaustauscher

G = Kondensator

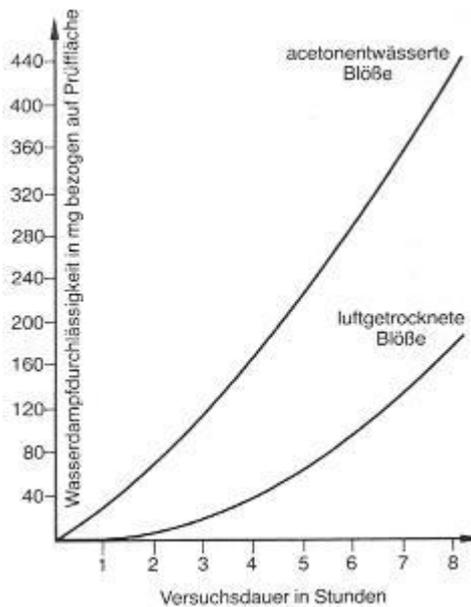
H = Wasserbehälter

I = Ölschicht

K = Waage

L = Registriergerät

Abb. 66: Geschwindigkeit der Wasserdampfdurchlässigkeit von Acetonblößen und luftgetrockneter Blöße



Dies geht auch aus der Abb. 66 hervor, die zeigt, dass der Wasserdampftransport, der über einen Absorptions-Desorptions-Mechanismus verläuft, durch eine am Leder vorhandene verstärkte Kapillarität (Acetonblöße) verstärkt wird, da hier die hydrophilen Gruppen bis in das Innere der Haut oder des Leders besser erreicht werden können, so dass auch der Anteil der Wasserdampfdurchlässigkeit über den Platzwechsel im Kollagen erhöht wird. Eine Beziehung zwischen der Luftdurchlässigkeit (nur über Kapillarzweischenräume im Leder verlaufend) und der Wasserdampfdurchlässigkeit besteht nicht.

Wie und ob die WDD bei der Lederherstellung beeinflusst werden kann, hat schon Wilson untersucht, wobei er zeigen konnte, dass Fettstoffe, die die Fasern und die Faserzwischenräume verstopfen, ebenso die WDD verringern, wie vor allen Dingen Appreturen, die auf die Oberfläche des Leders aufgebracht wurden. Auch aus weiteren Untersuchungen geht hervor, dass die WDD zwar geringfügig durch die Lederherstellungsarbeiten zu beeinflussen ist, die eindeutige Hauptrolle spielen aber die Zurichtungen als mögliche Wasserdampfbarrieren. Am verarbeiteten Leder ist der Klebstoff zu nennen, der ebenfalls, z. B. im Schuh zwischen Futterleder und Oberleder eine völlige Sperrschicht für den Wasserdampf aufbauen kann. Es wäre daher bei der Untersuchung fertiger Schuhe wichtig, die Kombination Oberleder und Futterleder in der Weise, wie sie miteinander verarbeitet wurden, auf ihr Wasserdampfverhalten zu prüfen.

Die Frage nach dem tatsächlichen Abtransport des Schweißes in Dampfform vom menschlichen Fuß erfordert zuerst die Angabe der pro cm^2 und Stunde von der Fußoberfläche abgegebenen Schweißmenge. Für die Ruhesituation ist mit 3 bis $10 \text{ mg/cm}^2 \times \text{h}$ zurechnen und mit über $30 \text{ mg/cm}^2 \times \text{h}$ für leichte bis mittlere körperliche Betätigung.

K. Schmidt hat aus dem Innern des Schuhs bei 34°C und einer angenähert 100 %igen relativen Luftfeuchtigkeit und einem entsprechenden Wasserdampfpartialdruck von 40 Torr einen Abfall des Dampfpartialdruckes von 30 Torr angenommen. Dabei wurde außen am Schuh bei 20°C und 50 %

relativer Luftfeuchtigkeit entsprechend 9 Torr Wasserdampfpartialdruck vorausgesetzt. Da in der Mitton-Methode ein Abfall von 10 Torr gefunden wurde, folgt, dass im getragenen Schuh dreimal soviel Feuchtigkeit abgeführt werden kann als der Mitton-Wert angibt. Ein weiterer Teil des Wasserdampfes aus dem Schuh entfällt auf die Wasserdampfaufnahme, die aber je nach dem Trocknungszustand, in dem sich der Schuh bei erneuter Benutzung durch den Träger befindet, sehr unterschiedlich sein kann. Schließlich wird auch ein Anteil des Schweißes direkt von den den Fuß umgebenden Ledern (Brandsohle und Futterleder) aufgesaugt, worüber Untersuchungen mit der Wasseraufnahme nach Freundlich möglich sind.

Viele Versuche, die sich mit der Bestimmung der Gesamtmenge des durch ein Leder abtransportierbaren Wasserdampfes befasst haben, führten zu der Forderung nach einer Wasserdampfzahl. Dazu liegen auch weitere Vorschläge für eine Wasserdampfaufnahmezahl (WDAZ) vor. Sie gibt die unter den gewählten Versuchsbedingungen im Laufe von acht Stunden vom Leder absorbierten Menge an Wasserdampf in mg an. Dabei ist zu unterscheiden zwischen WDAZ offen und WDAZ geschlossen, je nachdem, ob das Gefäß bei der Prüfung der Wasserdampfaufnahme durch eine Aluminium- oder Gummischeibe abgeschlossen war oder nicht. Der zuerst genannten Wasserdampfzahl entspricht danach die Feuchtigkeitsverlustzahl (FVZ), die die innerhalb einer vorgegebenen Zeit (hier acht Stunden) aus dem Messgefäß verschwundene Gesamtfeuchtigkeit in mg angibt. Weiterhin wurde auch eine Wasserdampfdurchlässigkeitszahl (WDDZ) vorgeschlagen mit der jeweiligen Zeitangabe in Stunden, so z.B. $WDDZ_8$, die den Wert in mg für acht Stunden angibt. Für die Beurteilung eines Leders werden aber immer beide Bestimmungen, d. h. die der WDA und der WDD erforderlich sein, um zu erkennen, welche Möglichkeiten das Leder jeweils bietet. Für die DIN 4843 (Sicherheitsschuhe) ist eine Wasserdampfzahl (WDZ) definiert worden. Sie setzt sich aus der Wasserdampfdurchlässigkeit (WDD), die in $mg \times cm^{-2} \times h^{-1}$ angegeben wird und der Wasserdampfaufnahme (WDA) zusammen.

Da der Wert der letzteren Bestimmung auf acht Stunden bezogen wird (ein Arbeitstag) ergibt sich die folgende Berechnungsformel: $WDZ = 8 \times WDD + WDA$.

Kategorien:

[Alle-Seiten](#), [Gesamt](#), [Lederpruefung](#)

Quellenangabe:

[Quellenangabe zum Inhalt](#)

Zitierpflicht und Verwendung / kommerzielle Nutzung

Bei der Verwendung von Inhalten aus [Lederpedia.de](#) besteht eine Zitierpflicht gemäß Lizenz [CC](#)

Attribution-Share Alike 4.0 International. Informationen dazu finden Sie hier [Zitierpflicht bei Verwendung von Inhalten aus Lederpedia.de](#). Für die kommerzielle Nutzung von Inhalten aus [Lederpedia.de](#) muss zuvor eine schriftliche Zustimmung ([Anfrage via Kontaktformular](#)) zwingend erfolgen.

[www.Lederpedia.de](https://www.lederpedia.de) - Lederpedia - Lederwiki - Lederlexikon

Eine freie Enzyklopädie und Informationsseite über Leder, Ledertechnik, Lederbegriffe, Lederpflege, Lederreinigung, Lederverarbeitung, Lederherstellung und Ledertechnologie

From: <https://www.lederpedia.de/> - Lederpedia - Lederwiki - Lederlexikon

Permanent link: https://www.lederpedia.de/lederpruefung_lederbeurteilung/bestimmung_der_wasserdampfdurchlaessigkeit_wdd

Last update: **2022/09/20 16:48**

