

W6 - Dampfdruckkurve von Wasser

Julia Mariella Wiest

Gruppe A06

18.07.2025

Mit der Abgabe dieses Protokolls wird bestätigt, dass es kein Plagiat ist. Falls es dennoch eindeutig als Plagiat erkannt werden sollte, ist bekannt, dass das einen Punkt abzugreifen von 20 Punkten zur Folge, ohne Möglichkeit der Nachbearbeitung, hat. Diese Bewertung wird ausnahmslos zur Gesamtnote im Anfängerpraktikum beitragen.

1 Physikalische Grundlagen

Der nachstehende Versuch wurde mit dem Ziel durchgeführt, die Dampfdruckkurve beziehungsweise die molare Verdampfungswärme von Wasser zu bestimmen.

Die grundlegende Fragestellung für den nachfolgend durchgeführten Versuch ist, inwiefern der Phasenübergang eines Stoffes vom Druck und der Temperatur abhängig ist. Generell strebt jedes System danach, das thermodynamische Gleichgewicht zu erlangen. Dabei muss für ein unabgeschlossenes System bei der Entropieänderung, das heißt, dass thermodynamische Potential ist bei maximaler Entropie S im Gleichgewicht, die Umgebung mitberücksichtigt werden. Bei der näheren Betrachtung von isotherm-isobaren Prozessen, es gilt also entweder $T = \text{const}$ oder $p = \text{const}$, wird das Gibbs-Potential

$$G = U + pV - TS = 0$$

mit der inneren Energie U , dem Druck p , dem Volumen V , der Temperatur T und der Entropie S als wichtige Zustandsgröße herangezogen. Das Gibbs-Potential G wird auch als freie Enthalpie bezeichnet (Weber 2007, S. 273), (Universität Augsburg SoSe 2025).

Das System befindet sich dann im thermodynamischen Gleichgewicht, wenn die freie Enthalpie minimal wird. Das heißt, das System strebt bei vorliegendem Druck und der gegebenen Temperatur den Zustand mit dem minimalen Gibbs-Potential an:

$$\Delta G = \Delta(U + pV - TS) = 0$$

(Universität Augsburg SoSe 2025).

Die freie Enthalpie lässt sich dabei für jeden Aggregatzustand als eine Funktion, abhängig vom Druck und der Temperatur, darstellen. Wie in Abbildung 1.1 zu sehen, unterscheiden sich die Flächen der verschiedenen Phasen voneinander, in diesem Fall zwischen flüssig und gasförmig, sodass sich die beiden Flächen in der hier vorliegenden Dampfdruckkurve schneiden. Dieses Phasendiagramm kann gleichermaßen im Zweidimensionalen dargestellt werden. Im Phasendiagramm für Wasser in Abbildung 1.2 wird die mit ① bezeichnete Teilkurve als Sublimationskurve, die unter ② als Schmelzkurve und die unter ③ als Verdampfungskurve bezeichnet. Übertragen auf das dreidimensionale Modell schneiden sich also alle drei Kurven in einem Punkt: dem sogenannten Tripelpunkt. Dieser ist eindeutig, denn da das Gibbs-Potential G minimal werden soll, ist nur auf der Schnittkurve beziehungsweise im Schnittpunkt die Koexistenz zweier oder dreier Phasen im thermodynamischen Gleichgewicht möglich (Bannwarth, Kremer und Schulz 2019, S. 83), (Universität Augsburg SoSe 2025).

In einem System ist der Dampfdruck p_D von der Temperatur und von der Art der Flüssigkeit abhängig. Zunächst wird dafür betrachtet, welche Voraussetzungen eigentlich notwendig sind, um eine Flüssigkeit zu verdampfen. Einerseits muss Energie aufgewendet werden, um die Flüssigkeitsmoleküle aus ihrer gegenseitigen Anziehung herauszulösen. Andererseits besitzt Dampf ein größeres Volumen, weswegen zudem Energie für die Volumenausdehnung benötigt wird. Insgesamt wird die erforderliche Energie, welche zum Verdampfen einer bestimmten Flüssigkeitsmenge notwendig ist, als Verdampfungswärme r bezeichnet (Universität Augsburg SoSe 2025).

Der Gleichgewichtsdampfdruck, bei welchem eine Flüssigkeit siedet, sobald der Dampfdruck gleich dem äußeren Druck ist, ist von der Verdampfungswärme abhängig. Jener Zusammenhang zwischen dem Dampfdruck p_D und der Temperatur T lässt sich über die Clausius-Clapeyron-Gleichung ermitteln

$$\frac{dp_D}{dT} = \frac{r(T)}{(V_D - V_{Fl})T}$$

mit der temperaturabhängigen molaren Verdampfungswärme $r(T)$ und dem molaren Volumen des Dampfes beziehungsweise der Flüssigkeit V_D und V_{Fl} (Demtröder 2018, S. 317).

Mit der Annahme, dass im nachfolgenden Versuch der Dampfdruck $V_D \gg V_{Fl}$ deutlich größer ist als der Flüssigkeitsdruck und dass die Temperaturabhängigkeit der molaren Verdampfungswärme $r(T) = r$ als konstant angenommen werden kann, beziehungsweise wird der Dampf zudem als ideales Gas betrachtet, vereinfacht sich die Clausius-Clapeyron-Gleichung zu

$$\frac{dp_D}{dT} = \frac{r}{R V_D T} \xrightarrow{\text{ideale}} \frac{dp_D}{dT} = \frac{r}{R T^2}.$$

Durch das Integrieren dieses Ausdrucks lässt sich schließlich der Dampfdruck

$$p_D = p_D^0 \exp \left[-\frac{r}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right].$$

bestimmen (Universität Augsburg SoSe 2025).

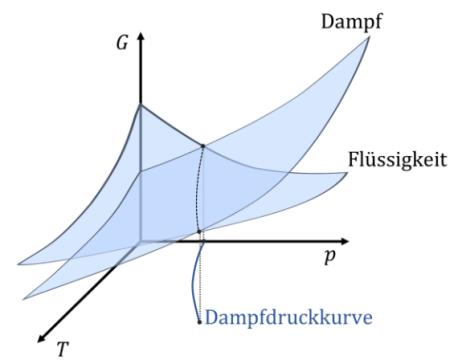


Abb. 1.1: Freie Enthalpie G des flüssigen und gasförmigen Zustandes eines Stoffes und deren Schnittkurve in der p - T -Ebene (Universität Augsburg SoSe 2025).

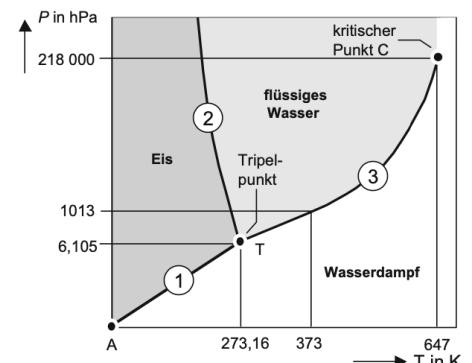


Abb. 1.2: Phasendiagramm des Wassers (Bannwarth, Kremer und Schulz 2019, S. 84).

2 Dampfdruckkurve von Wasser

2.1 Versuchsaufbau- und durchführung

Bestimmung des Umgebungsdrucks mit dem Quecksilberbarometer

Der folgende Abschnitt zum Quecksilberbarometer und zur Ermittlung des Dampfdrucks sind bis auf die gemessenen Werte aus dem vorangehenden Protokoll zum Versuch W3 - Kondensationswärme von Wasser vom 07.05.2025 entnommen.

Bevor der eigentliche Versuch beginnen kann, wird mithilfe eines Quecksilberbarometers der Luftdruck des Versuchsstandortes bestimmt.

Dies hat den Grund, dass die Siedetemperatur von Wasser umso niedriger ist, je geringer der vorherrschende Umgebungsluftdruck ist. Siedet Wasser, so bilden sich Dampfblasen. Damit muss allerdings der Druck in der Wasserdampfblase selbst in etwa genauso groß sein wie der äußere Luftdruck. Wenn nun der Umgebungsluftdruck fällt, so bilden sich die Siedblasen auch bereits bei einem niedrigeren Dampfdruck aus. Insgesamt ist also die mittlere kinetische Energie der Moleküle und damit auch die Temperatur zum Sieden geringer. Dieses Phänomen wird beispielsweise beim Verwenden eines Schnellkochtopfes ausgenutzt (Joachim Herz Stiftung 2024).

Hierfür wird das Quecksilberbarometer nach LAMBRECHT (Abbildung 2.1), welches ein Gefäßbarometer mit einstellbarem Maßstab ist, verwendet (MessCom GmbH 2024). Zuerst wird die Spitze des Maßstabes, wie in Abbildung 2.2 zu sehen, auf das Quecksilberniveau im unteren Gefäß eingestellt, um so den geltenden Nullpunkt zu definieren. Dafür wird an der unteren Rändelmutter so lange gedreht, bis die Spitze exakt auf der Oberfläche aufsteht, sodass sich das spitze Ende des Maßstabes so spiegelt, dass ein „X“ entsteht.

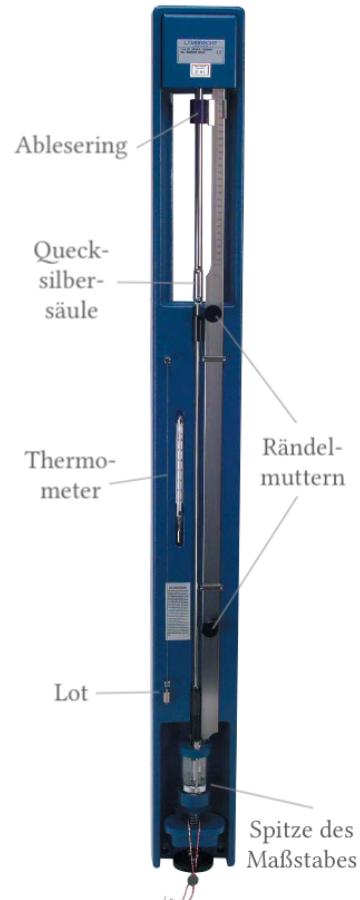


Abb. 2.1: Aufbau des Quecksilberbarometers (MessCom GmbH 2024).

Anschließend wird die Raumtemperatur an dem am Barometer angebrachten Thermometer abgelesen. Damit brauchbare Werte am Barometer abgelesen werden können, muss dieses „im Wasser“ ausgerichtet werden. Hierfür ist ein Fadenlot am Barometer angebracht. Somit kann das Quecksilberbarometer durch Schieben beziehungsweise sanftes Klopfen nach links oder rechts an der Wandbefestigung ausgerichtet werden, sodass das Lot, welches durch eine kleine Öffnung gefädelt verläuft, in jenem Ring keinerlei Berührpunkte aufweist. Da die Wand, an welcher das Barometer befestigt ist, nach hinten etwas abschüssig verläuft, lässt sich das Fadenlot nicht exakt mittig ausrichten, da der Faden durch die Schieflage leicht hinten an der Wandseite aufliegt (MessCom GmbH 2024).

Nun wird mithilfe der oberen Rändelmutter der Ablesering so eingestellt, dass der untere Rand des Rings mit der oberen Kuppe der Quecksilbersäule übereinstimmt. Dabei ist es besonders wichtig, dass sich die Kuppe beim Einstellen direkt auf Augenhöhe befindet. An der direkt am Barometer angebrachten Skala kann nun der Luftdruck abgelesen werden, wobei die Zehntel des Wertes am Nonius abgelesen werden können, indem der erste Strich, welcher mit der Hauptskala übereinstimmt, den Feinwert hinter dem Komma abbildet. Dasselbe Vorgehen wird nun für den unteren Teil der Kuppe wiederholt. Jene Kuppe entsteht deswegen, weil Glas von Quecksilber nicht benetzt wird und sich dadurch ein sogenannter konvexer Meniskus ausbildet (MessCom GmbH 2024). Zur endgültigen Feststellung der Siedetemperatur von Wasser müssen anschließend noch einige Korrekturen vorgenommen werden. Diese Berechnungen erfolgen nachfolgend in Teilkapitel 2.2.

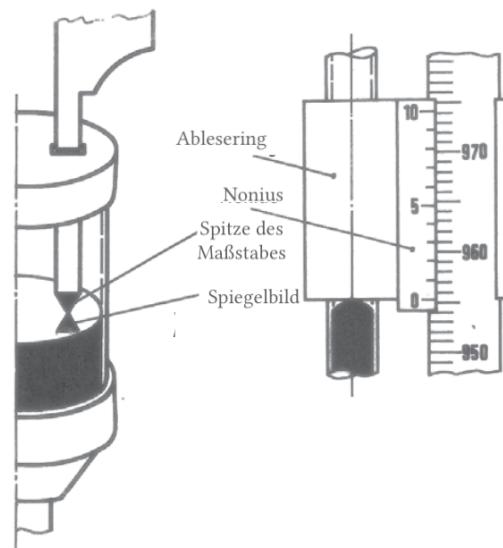


Abb. 2.2: Aufbau des Quecksilberbarometers (MessCom GmbH 2024).

Bestimmung der Dampfdruckkurve von Wasser

Zu Beginn des Versuches waren alle Ventile geöffnet, das heißt, im System herrscht zunächst Umgebungsdruck. Nun werden alle Ventile geschlossen beziehungsweise das T-Ventil, wie in Abbildung 2.3 zu sehen, so eingestellt, dass der Anschluss zur Wasserstrahlpumpe geöffnet ist. Durch das Aufdrehen des Wasserhahnes, welcher über einen Schlauch mit dem Versuchssystem am T-Ventil verbunden ist, wird die Wasserstrahlpumpe in Betrieb genommen und die Anlage wird evakuiert. Der Druck im System wird über die Wasserstrahlpumpe so lange verringert, bis die Quecksilbersäule aus dem Quecksilberreservoir im Glasrohr bis zum oberen Ende der angebrachten Skala angestiegen ist. Erst nach dem Schließen des T-Ventils wird die Wasserstrahlpumpe abgestellt. Dabei ist der Hebel des T-Ventils so eingestellt, dass die Öffnung zur Wasserstrahlpumpe geschlossen, das darüberliegende Glasrohr, welches eine Öffnung zum Einlassen von Luft über ein weiteres Ventil besitzt, jedoch geöffnet bleibt.

Für die Messungen wird nun der Heizmantel über das Gestell nach oben justiert, bis der mit Wasser und Siedesteinchen gefüllte Glaskolben nahtlos anliegt. Im Glaskolben steckt in einer dafür vorgesehenen, abgedichteten Öffnung ein Digitalthermometer. Nach dem Einschalten des Heizmantels wird nun abgewartet, bis das Wasser im Glaskolben siedet. Der Beginn des Siedens wurde daran festgestellt, dass das Wasser aufsteigende Bläschen bildet. Zu diesem Zeitpunkt wurde anhand der Skala die Höhe der Quecksilbersäule im Steigrohr und die zugehörige Temperatur am Thermometer abgelesen.

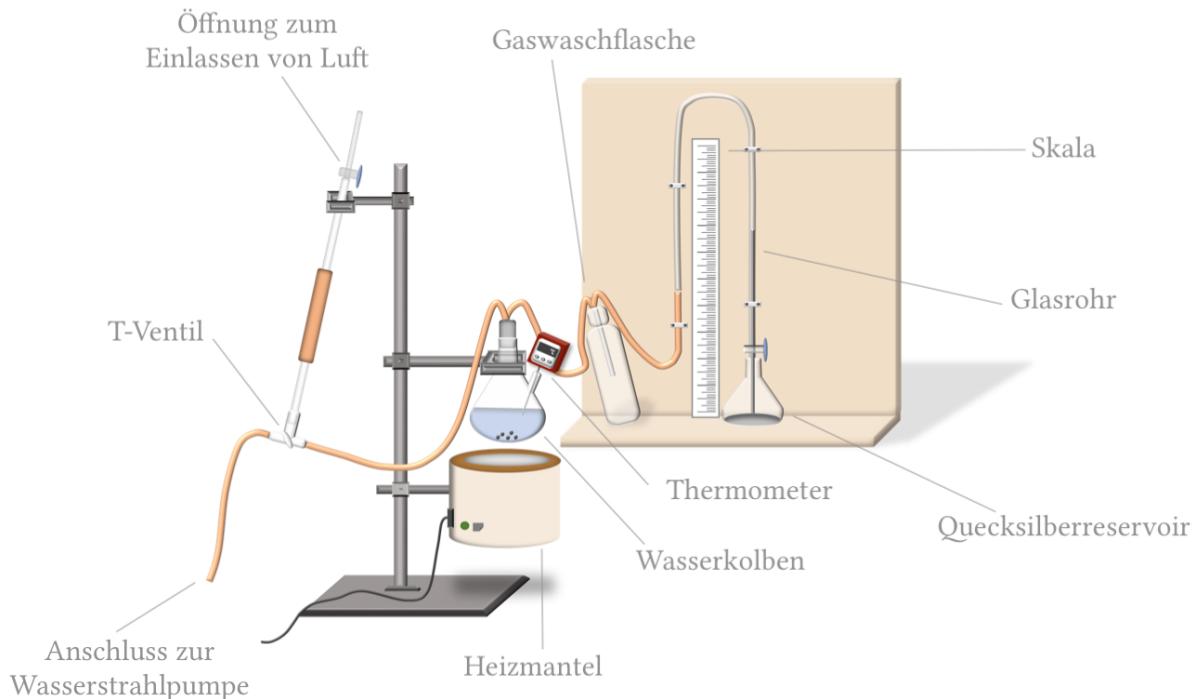


Abb. 2.3: Darstellung des Versuchsaufbaus (Universität Augsburg SoSe 2025).

Die nächste Messung erfolgt nun für einen geringfügig größeren Druckwert im System. Dafür wird die Öffnung zum Einlassen von Luft mit dem Daumen abgedichtet. Mit dem Daumen auf der Öffnung wird nun das obere Ventil geöffnet und sofort wieder verschlossen. Durch das Abnehmen des Daumens wird die Luft von außen in das System gelassen. Dies wird dadurch ersichtlich, dass die Quecksilbersäule an Höhe verliert. Dieser Vorgang wurde teilweise nochmals wiederholt, da sich die Quecksilbersäule am Anfang nach einem einmaligen Druckausgleich kaum bewegt hat. Würde das Ventil ohne das Auflegen des Daumens geöffnet, würde sofort die Luft aus der Umgebung einströmen und das System würde seinen vakuumähnlichen Anfangszustand verlieren und der Versuch müsste von vorne gestartet werden. Durch den neuen vorherrschenden höheren Druck im System hört das Wasser augenblicklich auf zu sieden. Nachdem der Heizmantel das Wasser nun erneut so lange erhitzt hat bis dieses wieder zu sieden beginnt, wird abermals die Quecksilbersäulenheight und die zugehörige Temperatur notiert. Dieses Vorgehen wird insgesamt für 25 Messwerte wiederholt.

In Abbildung 2.3 ist zwischen dem Wasserkolben und dem Glasrohr, welches die Quecksilbersäule enthält, eine Gaswaschflasche zwischengeschaltet. Diese wird benötigt, um ein Vermischen

der Quecksilbersäule im Glasrohr mit dem verdampfenden Wasser aus dem Glaskolben zu verhindern, da der aufsteigende Wasserdampf zu Verunreinigungen im Quecksilber führen würde.

Nachdem alle Messwerte aufgenommen wurden, wird der Heizmantel abgeschaltet und über den Schraubmechanismus abgesenkt, sodass der Wasserkolben im Freien gut abkühlen kann. Durch das Öffnen aller Ventile des Systems wird der restliche verbleibende Unterdruck aus den Rohren abgelassen. Damit der vom Wasserdampf benetzte Versuchsaufbau trocken kann, werden alle Ventile geöffnet zurückgelassen.

2.2 Auswertung der Messergebnisse

Auf Grundlage der im vorherigen Kapitel beschriebenen Versuchsdurchführung werden die damit erlangten Messergebnisse nun ausgewertet.

Bestimmung des Umgebungsdrucks

Die abgelesene Länge der Quecksilbersäule am Quecksilberbarometer nach LAMBERT ist von verschiedenen Einflüssen abhängig, sodass im Folgenden noch einige Korrekturen des abgelesenen Wertes vorgenommen werden müssen, um den endgültigen Umgebungsdruck bestimmen zu können.

Kapillardepressionskorrektur K_K

Da Quecksilber, wie schon beschrieben, aufgrund seiner Eigenschaften im Glasrohr eine Kuppel bildet, muss eine sogenannte Kapillardepressionskorrektur vorgenommen werden. Beim Messen der Kuppenspitze ergab sich der Wert $p_{\text{top}} = 960,2 \text{ m bar}$, wobei der Fuß der Kuppe bei $p_{\text{bottom}} = 959,0 \text{ m bar}$ lag. Somit ergibt sich insgesamt eine Kuppenhöhe von

$$960,2 \text{ m bar} - 959,0 \text{ m bar} = 1,2 \text{ m bar}.$$

Zur Korrektur des Wertes wird Tabelle 3.5 *Korrektion der Barometerstände* infolge der Kapillardepression ein Revisionswert von

$$K_K = (0,68 \pm 0,002) \text{ m bar}.$$

bestimmt.

Temperaturkorrektur K_T

„Die Länge der Quecksilbersäule ist abhängig von der Dichte des Quecksilbers und damit von dessen Temperatur“ weswegen der Barometerstand einheitlich auf eine Bezugstemperatur von 0 °C umgerechnet werden muss (MessCom GmbH 2024). Die gemessene Raumtemperatur betrug $T = 25,0 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$. In Tabelle 3.2 Umrechnung der bei der Temperatur t abgelesenen Barometerstände b_i auf die Bezugstemperatur 0 °C entspricht dies einem Wert von 4,30 m bar. Allerdings liegt der gemessene Kuppenwert im Schnitt zwischen 959 m bar und 961 m bar, sodass der Korrekturwert auf

$$K_T = (6,30 \pm 0,01) \text{ m bar}$$

angepasst wurde.

Schwerekorrektur K_{g_φ} und K_{g_h}

„Die Länge der Quecksilbersäule ist ferner abhängig von der Schwerkraftbeschleunigung, die sich mit der geographischen Breite und der Höhe über dem Meeresspiegel ändert“ (MessCom GmbH 2024). Die Stadt Augsburg liegt auf einer Höhenlage von 500 m über Normalnull, 10° 52' östlicher Länge und 48° 21' nördlicher Breite.

Für die Normalschwerenkorrektur K_{g_φ} ergibt sich für die geographische Breite 48° 21' aus Tabelle 3.3 der Korrekturwert

$$K_{g_\varphi} = (-0,39 \pm 0,005) \text{ m bar.}$$

Für die Höhenkorrektur K_{g_h} ergibt sich für die geographische Länge 10° 52' und der Höhenlage 500 m über NN mit Tabelle 3.4 der Korrekturwert

$$K_{g_h} = (0,09 \pm 0,0001) \text{ m bar.}$$

Umgebungsdruck

Somit ergibt sich der Umgebungsdruck nach allen Korrekturen durch

$$\begin{aligned} p_{\text{korr}} &= p_{\text{bottom}} - K_T - K_{g_h} + K_{g_\varphi} + K_K \\ &= (959,0 - 4,30 - 0,09 + 0,39 + 0,68) \text{ m bar} = 955,68 \text{ m bar} = 955,68 \text{ hPa}. \end{aligned}$$

Der Fehlerterm summiert sich analog auf zu

$$\Delta p_{\text{korr}} = 0,01 + 0,0001 + 0,005 + 0,002 = 0,0171 \text{ m bar} = 0,0171 \text{ hPa}.$$

Bestimmung des Dampfdrucks p_D

Zur Bestimmung des Dampfdrucks p_D müssen zunächst die aufgenommenen Werte der Höhe der Quecksilbersäule in mm aus Tabelle 3.1 in die Einheit Pascal umgerechnet werden. Dies geschieht über die Formel

$$p_{\text{Quecksilber}} = h \cdot \rho_{\text{Quecksilber}} \cdot g,$$

mit der Dichte für Quecksilber von $\rho_{\text{Quecksilber}} = 13\,593 \text{ kg/m}^3$ (Meschede 2010, S. 106) und der Erdbeschleunigung $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (Meschede 2010, S. 21), um den vorherrschenden Druck im System zu erhalten. Die daraus resultierenden Drücke in hPa müssen anschließend mit dem zuvor bestimmten Wert für den Raumdruck $p_{\text{korrigiert}} = (955,68 \pm 0,0171) \text{ hPa}$ korrigiert werden. Die in Tabelle 3.1 aufgetragenen korrigierten Werte für den Dampfdruck sind im Anhang 3 zu finden.

Die insgesamt resultierende Dampfdruckkurve von Wasser ist in Abbildung 2.4 zu sehen. Dort wurden die Wertepaare des Dampfdrucks p_D und die zugehörigen Temperatur T gegeneinander aufgetragen wurden. Die experimentell bestimmte Dampfdruckkurve ist in Dunkelblau abgebildet. Die nahezu übereinstimmende Dampfdruckkurve in Orange wurde mithilfe von ausgewählten Literaturwerten erstellt. Sowohl die benötigten Messergebnisse als auch die Referenzwerte (o.V. 2025) sind in Tabelle 2.1 zu finden.

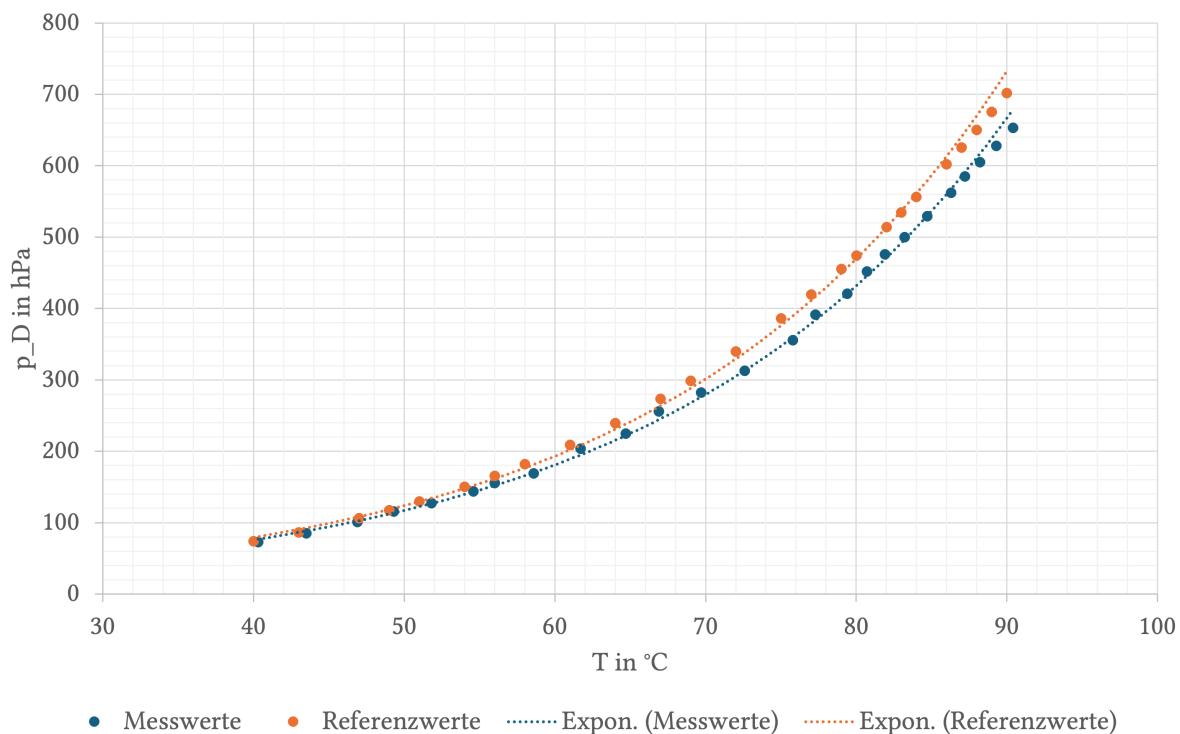


Abb. 2.4: Auftragung des Dampfdrucks p_D in Abhängigkeit der Temperatur T .

Ein Vergleich mit den Referenzwerten aus der Literatur in Orange mit den experimentell bestimmten Werten in Blau ergibt, dass vor allem bei Unterdruck die Siedetemperaturen nahezu übereinstimmen. Höhere Abweichungen von circa 50 hPa ergeben sich erst im hinteren Vierel

der Messwerte bei höheren Siedetemperaturen T . Sowohl die Mess- als auch die Referenzwerte lassen sich über einen exponentiellen Zusammenhang beschreiben. Dies entspricht auch den Erwartungen. Insgesamt sind die gemessenen Werte anhand der Literaturwerte als gut zu beurteilen. Auf Gründe für die vorherrschenden Abweichungen wird am Ende des Kapitels in der Fehlerdiskussion eingegangen.

Messwerte		Referenzwerte	
T_n in °C	p_D in hPa	T_n in °C	p_D in hPa
40,3	72,92	40	73,85
43,5	84,92	43	86,51
46,9	100,92	47	106,27
49,3	115,59	49	117,52
51,8	127,59	51	129,78
54,6	143,59	54	150,22
56,0	155,60	56	165,33
58,6	168,93	58	181,71
61,7	203,60	61	208,88
64,7	224,94	64	239,43
66,9	255,61	67	273,68
69,7	282,28	69	298,76
72,6	312,95	72	340,00
75,8	355,62	75	385,95
77,3	391,62	77	419,41
79,4	420,96	79	455,27
80,7	451,63	80	474,14
81,9	475,63	82	513,87
83,2	499,63	83	534,76
84,7	528,97	84	556,35
86,3	562,31	86	601,73
87,2	584,97	87	625,56
88,2	604,98	88	650,17
89,3	627,65	89	675,58
90,4	652,98	90	701,82

Tabelle 2.1: Mess- und Referenzwerte der Dampfdruckkurve.

Auftragung der Dampfdruckwerte über deren Temperaturabhängigkeit

Die Clausius-Clapeyron Gleichung

$$p_D = p_D^0 \exp \left[-\frac{r}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$$

gibt den Zusammenhang zwischen dem Dampfdruck p_D und der Temperatur T wieder, wobei die Annahme getroffen wurde, dass es sich bei dem Dampf um ein näherungsweise ideales Gas handelt.

Im obigen Teilkapitel konnte graphisch bestätigt werden, dass zwischen dem Dampfdruck p_D und der Temperatur ein exponentieller Zusammenhang vorliegt. Deswegen erscheint es sinnvoll, die obige Clausius-Clapeyron-Gleichung für die weitere Auswertung zu logarithmieren:

$$\ln(p_D) = \ln(p_D^0) \left[-\frac{r}{R T} + \frac{r}{T_0} \right].$$

Dabei lässt sich der Vorfaktor $m = -\frac{r}{R}$ bei der graphischen Auftragung von $\ln\left(\frac{p_D}{\text{hPa}}\right)$ gegen $\frac{1}{T}$ in $\frac{1}{\text{K}}$ in Abbildung 2.5 als Steigung der resultierenden Geraden interpretieren. Dafür wurden die in Tabelle 3.1 vorliegenden Messwerte in °C in die Einheit K umgerechnet, indem der Wert 273,15 addiert wurde (Demtröder 2018, S. 267). Mit Hilfe von Excel wurde eine Ausgleichsgerade mit der Steigung

$$m = -5008,50 \frac{\ln(\text{hPa})}{\text{K}}$$

erzeugt.

Zur Fehlerbetrachtung werden zwei Grenzgeraden in Grün und Lila in die Grafik eingzeichnet, sodass nahezu alle Punkte innerhalb der beiden Geraden liegen, um möglichst alle Ausreißer in der Fehlerrechnung mit zu berücksichtigen. Die Steigungen der beiden Grenzgeraden ergeben sich über

$$\begin{aligned} \text{Steigung } m_{\text{lila}} &= \frac{y}{x} = \frac{6,4 - 4,4}{0,00320 - 0,00274} = 4347,83 \frac{\ln(\text{hPa})}{\text{K}}, \\ \text{Steigung } m_{\text{grün}} &= \frac{y}{x} = \frac{6,5 - 4,2}{0,00318 - 0,00277} = 5609,76 \frac{\ln(\text{hPa})}{\text{K}}. \end{aligned}$$

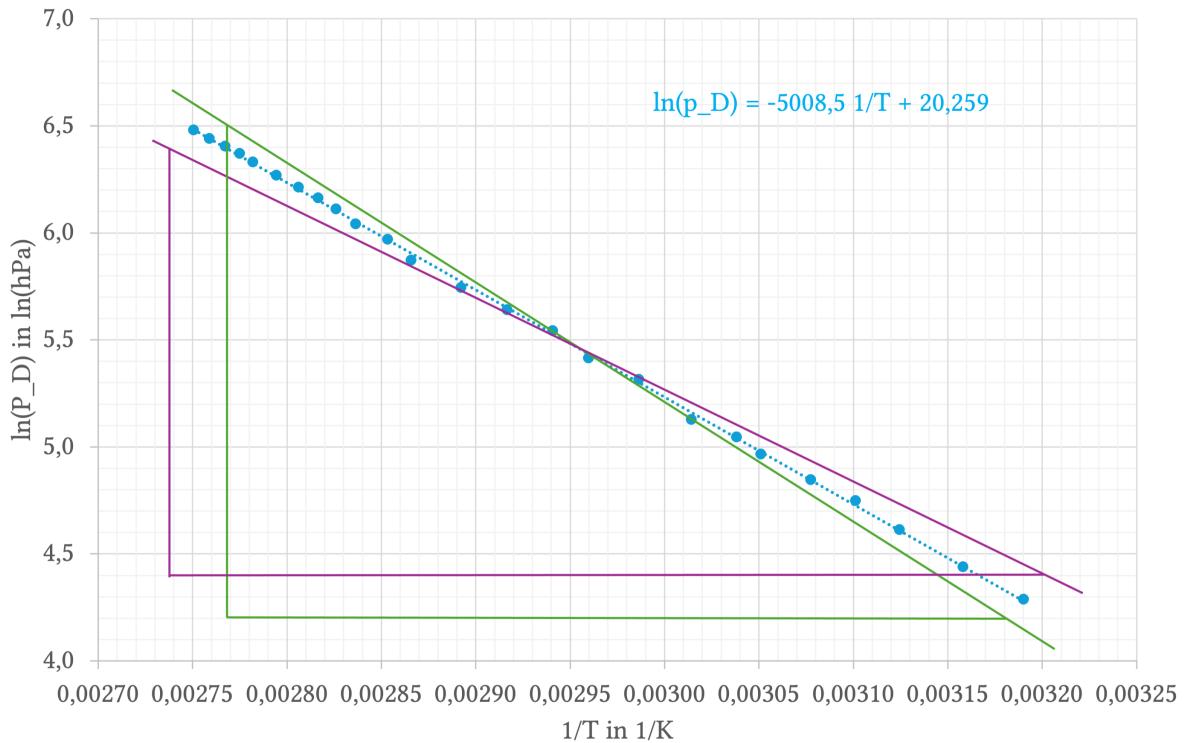


Abb. 2.5: Auftragung der logarithmierten Dampfdruckwerte $\ln\left(\frac{p_D}{\text{hPa}}\right)$ gegen die Temperatur $\frac{1}{T}$ in $\frac{1}{\text{K}}$.

Beide Steigungen der Grenzgeraden lassen sich zu einem Gesamtfehler von

$$\Delta m = \Delta R\lambda = \frac{m_{\text{grün}} - m_{\text{lila}}}{2}$$

zusammenfassen, womit sich ein Fehler von

$$\Delta m = \frac{5609,76 - 4347,83}{2} = 630,97 \frac{\ln(\text{hPa})}{\text{K}}$$

ergibt.

Insgesamt ergibt sich so eine Steigung der linearen Approximation der Temperaturabhängigkeit des Dampfdrucks von

$$m = (-5008,50 \pm 630,97) \frac{\ln(\text{hPa})}{\text{K}}.$$

Molare Verdampfungswärme von Wasser

Mithilfe der im obigen Teilkapitel ermittelten Steigung des linearen Zusammenhangs in Abbildung 2.5 kann nun die molare Verdampfungswärme von Wasser bestimmt werden.

Das Umstellen der Steigungsgleichung

$$m = -\frac{r}{R} \Rightarrow r = -mR$$

und dem Einsetzen der bekannten Steigung $m = -5008,50 \frac{\ln(\text{hPa})}{\text{K}}$ und der allgemeinen Gaskonstante $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (Meschede 2010, S. 261) ergibt eine molare Verdampfungswärme von

$$r = 41\,620,64 \text{ J mol}^{-1} = 41,62 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

Zur Fehlerbetrachtung wird der Großfehler

$$\Delta r = \left| \frac{\partial r}{\partial m} \right| \cdot \Delta m = \Delta m \cdot R$$

mit $\Delta m = 630,97 \frac{\ln(\text{hPa})}{\text{K}}$ herangezogen, sodass sich für den Fehler ein Wert von

$$\Delta r = 5243,36 \text{ J mol}^{-1} = 5,24 \text{ kJ mol}^{-1}$$

ergibt.

Insgesamt konnte also eine molare Verdampfungswärme von Wasser

$$r = (41,62 \pm 5,24) \text{ kJ mol}^{-1}$$

experimentell bestimmt werden.

Ein Vergleich mit einem Literaturwert

$$r_{\text{Literatur}} = 40,657 \text{ kJ mol}^{-1}$$

(Weber 2007, S. 307) ergibt, dass der berechnete Wert im Bereich des Fehlerwerts beziehungsweise generell sehr nah am Referenzwert liegt. Dies zeigt, dass die bereits im ersten Teilkapitel als gut beurteilten Messwerte anhand der Referenzwerte auch im Vergleich mit einem weiteren Literaturwert als zufriedenstellend aufgefasst werden können.

Fehlerdiskussion

Trotz der erzielten guten Ergebnisse waren in den graphischen Auswertungen einige Abweichungen zu beobachten. Mögliche systematische Fehlerquellen während des Versuches sind beispielsweise:

- Die Quecksilbersäule begann bei einer Steighöhe von 600 mm und niedriger stärker zu schwanken. Über jener Steighöhe wurde von einer Schwankung von circa ± 2 mm ausgegangen, jedoch steigerte sich die Schwankung unter jenem Wert teilweise bis auf ± 8 mm. Dies erschwerte das Ablesen der Höhe der Quecksilbersäule erheblich.
- Dadurch, dass die Quecksilbersäule schwankte, war zudem das simultane Ablesen der Temperatur am Thermometer und der Höhe der Quecksilbersäule erschwert. Somit könnte es ein, dass manche Wertepaare aufgrund dieser Verzögerung nicht exakt zueinanderpassen.
- Der Siedezeitpunkt des Wassers resultiert aus einer subjektiven Beurteilung. Laut Versuchsanleitung sollten die Wertepaare dann abgelesen werden, wenn erste Bläschen im Wasserkolben aufsteigen. Jedoch blieben aus den vorherigen Siedevorgängen manchmal leichte Luftblasen zurück, sodass die Beurteilung von leichter Bläschenbildung schwieriger war. Zudem dauerte durch die bereits erwähnte Schwankung der Quecksilbersäule das Ablesen der Höhe länger, sodass das Wasser teilweise bereits stark geblubbert hat.
- Das Thermometer selbst weist eine gewisse Trägheit bei der Temperaturmessung auf, sodass die Anzeige des Thermometers und die tatsächliche Temperatur im Kolben möglicherweise um wenige Sekunden versetzt ausgegeben worden ist.
- Der Wasserkolben selbst ist ein kleines Gefäß, sodass wenig Raum für das aufschäumende siedende Wasser verbleibt. Diese Voraussetzungen sind für das zu erhitzende Wasser prädestiniert, um einen sogenannten Siederverzug hervorzurufen. Dies ist eine Bezeichnung dafür, dass das Wasser schlagartig übersiedet. Dabei bildet sich innerhalb kurzer Zeit ein große Gasblase aus, welche dann explosionsartig aus der Flüssigkeitsoberfläche entweicht und das siedende Wasser mit nach oben reißt. Deswegen musste beispielsweise der erste Messvorgang abgebrochen und wiederholt werden, da es sonst zu zu großen Verfälschungen der Messergebnisse gekommen wäre (Plank 1953, S. 106).
- Zuletzt ist die verwendete Versuchsapparatur selbst nicht vollständig isoliert. Aufgrund des Alters des Systems waren die Schläuche bereits sehr porös, weswegen es an den Schnittstellen und Ventilen beziehungsweise an den Schlauchabschnitten zu geringen Druckabweichungen kommen kann.

Literatur

- Bannwarth, Horst, Bruno Kremer und Andreas Schulz (2019). *Basiswissen Physik, Chemie Und Biochemie*. 4. Aufl. Berlin: Springer Spektrum.
- Demtröder, Wolfgang (2018). *Experimentalphysik* 1. 8. Aufl. Kaiserslautern: Springer Spektrum.
- Joachim Herz Stiftung (2024). *Dampfdruck*. URL: <https://www.leifiphysik.de/waermelehre/innere-energie-waermekapazitaet/ausblick/dampfdruck> (besucht am 09. 12. 2024).
- Meschede, Dieter (2010). *Gerthsen Physik*. 24. Aufl. Heidelberg: Springer.
- MessCom GmbH (2024). *Betriebsanleitung Quecksilberbarometer Nach LAMBRECHT (604)*. URL: https://messcom.de/MESSCOM/MDO/pdfs/005_Druck/Quecksilber-Barometer%20604%20Bedienanl.pdf (besucht am 09. 12. 2024).
- o.V. (21. Juli 2025). *Wasser-Dampfdruck-Tabelle*. Internetchemie Wissensdatenbank. URL: <https://www.internetchemie.info/chemie-lexikon/daten/w/wasser-dampfdruck.php>.
- Plank, Rudolf (1953). *Handbuch Der Kältetechnik*. Bd. 2. Karlsruhe: Springer.
- Universität Augsburg (SoSe 2025). *Versuchsanleitung W6 - Dampfdruckkurve von Wasser*.
- Weber, Reinhart (2007). *Klassische Physik*. 1. Aufl. Bd. Teil I. Wiesbaden: B.G. Teubner.

3 Anhang

Messergebnisse und Auswertung

n	T_n in °C	T_n in K	$\frac{1}{T}$ in $\frac{1}{K}$	$h_{\text{Quecksilber}}$ in mm	$p_{\text{Quecksilber}}$ in hPa	p_D in hPa	$\ln(p_D)$ in ln(hPa)
1	40,3	313,45	0,0032	662	882,76	72,92	4,2894
2	43,5	316,65	0,0032	653	870,76	84,92	4,4417
3	46,9	320,05	0,0031	641	854,76	100,92	4,6144
4	49,3	322,45	0,0031	630	840,09	115,59	4,7501
5	51,8	324,95	0,0031	621	828,09	127,59	4,8488
6	54,6	327,75	0,0031	609	812,09	143,59	4,9670
7	56,0	329,15	0,0030	600	800,08	155,60	5,0473
8	58,6	331,75	0,0030	590	786,75	168,93	5,1295
9	61,7	334,85	0,0030	564	752,08	203,60	5,3162
10	64,7	337,85	0,0030	548	730,74	224,94	5,4158
11	66,9	340,05	0,0029	525	700,07	255,61	5,5436
12	69,7	342,85	0,0029	505	673,40	282,28	5,6429
13	72,6	345,75	0,0029	482	642,73	312,95	5,7460
14	75,8	348,95	0,0029	450	600,06	355,62	5,8739
15	77,3	350,45	0,0029	423	564,06	391,62	5,9703
16	79,4	352,55	0,0028	401	534,72	420,96	6,0425
17	80,7	353,85	0,0028	378	504,05	451,63	6,1129
18	81,9	355,05	0,0028	360	480,05	475,63	6,1646
19	83,2	356,35	0,0028	342	456,05	499,63	6,2139
20	84,7	357,85	0,0028	320	426,71	528,97	6,2709
21	86,3	359,45	0,0028	295	393,37	562,31	6,3320
22	87,2	360,35	0,0028	278	370,71	584,97	6,3716
23	88,2	361,35	0,0028	263	350,70	604,98	6,4052
24	89,3	362,45	0,0028	246	328,03	627,65	6,4420
25	90,4	363,55	0,0028	227	302,70	652,98	6,4815

Tabelle 3.1: Messwerte und Auswertung.

Korrektionstabellen 1-3
für Normal-Quecksilber-Barometer
zu Bedienungsanleitung 03096.00

Tab. 1

Umrechnung der bei der Temperatur t ($^{\circ}\text{C}$) abgelesenen Barometerstände b_t
 (mm QS oder mb) auf die Bezugstemperatur 0 ($^{\circ}\text{C}$)

t ($^{\circ}\text{C}$)	Abgelesener Barometerstand b_t in mm QS oder mb									
	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800
0	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18
1	0,24	0,25	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31
2	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45
3	0,45	0,47	0,48	0,50	0,51	0,53	0,54	0,56	0,57	0,59
4	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,70	0,72
5	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,79	0,82	0,84	0,86
6	0,77	0,80	0,82	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97	1,00
7	0,88	0,91	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05	1,08	1,10	1,13
8	0,98	1,01	1,05	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20	1,24	1,27
9	1,09	1,12	1,16	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33	1,37	1,40
10	1,19	1,23	1,27	1,31	1,35	1,39	1,43	1,46	1,50	1,54
11	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47	1,51	1,55	1,59	1,64	1,68
12	1,41	1,45	1,50	1,54	1,59	1,63	1,68	1,72	1,77	1,81
13	1,51	1,56	1,61	1,66	1,71	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95
14	1,62	1,67	1,72	1,77	1,83	1,88	1,93	1,98	2,03	2,09
15	1,72	1,78	1,83	1,89	1,94	2,00	2,06	2,11	2,17	2,22
16	1,83	1,89	1,95	2,00	2,06	2,12	2,18	2,24	2,30	2,36
17	1,93	2,00	2,06	2,12	2,18	2,24	2,31	2,37	2,43	2,49
18	2,04	2,10	2,17	2,24	2,30	2,37	2,43	2,50	2,56	2,63
19	2,14	2,21	2,28	2,35	2,42	2,49	2,56	2,63	2,70	2,77
20	2,25	2,32	2,39	2,47	2,54	2,61	2,68	2,76	2,83	2,90
21	2,35	2,43	2,51	2,58	2,66	2,73	2,81	2,89	2,96	3,04
22	2,46	2,54	2,62	2,70	2,78	2,86	2,93	3,01	3,09	3,17
23	2,56	2,65	2,73	2,81	2,90	2,98	3,06	3,14	3,23	3,31
24	2,67	2,76	2,84	2,93	3,01	3,10	3,19	3,27	3,36	3,44
25	2,77	2,86	2,95	3,04	3,13	3,22	3,31	3,40	3,49	3,58
26	2,88	2,97	3,07	3,16	3,25	3,34	3,44	3,53	3,62	3,72
27	2,98	3,08	3,18	3,27	3,37	3,47	3,56	3,66	3,75	3,85
28	3,09	3,19	3,29	3,39	3,49	3,59	3,69	3,79	3,89	3,99
29	3,19	3,30	3,40	3,50	3,61	3,71	3,81	3,92	4,02	4,12
30	3,29	3,40	3,51	3,61	3,72	3,82	3,93	4,04	4,14	4,25

Die in der Tabelle angegebenen Korrektionswerte K_t (in mm QS oder mb)
 sind vom Barometerstand abzuziehen

Tab. 1

Umrechnung der bei der Temperatur t ($^{\circ}\text{C}$) abgelesenen Barometerstände b_t (mm QS oder mb) auf die Bezugstemperatur 0 ($^{\circ}\text{C}$)

t ($^{\circ}\text{C}$)	Abgelesener Barometerstand b_t in mm QS oder mb											
	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	1020	1040	1060
0	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23
1	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41	0,41
2	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58	0,60
3	0,62	0,63	0,64	0,66	0,67	0,69	0,70	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78
4	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,90	0,92	0,94	0,96
5	0,90	0,92	0,94	0,97	0,99	1,01	1,03	1,05	1,07	1,10	1,12	1,14
6	1,05	1,07	1,10	1,12	1,14	1,17	1,19	1,22	1,24	1,27	1,29	1,32
7	1,19	1,22	1,25	1,27	1,30	1,33	1,36	1,39	1,41	1,44	1,47	1,50
8	1,33	1,36	1,40	1,43	1,46	1,49	1,52	1,55	1,59	1,62	1,65	1,68
9	1,47	1,51	1,55	1,58	1,62	1,65	1,69	1,72	1,76	1,79	1,83	1,86
10	1,62	1,66	1,70	1,73	1,77	1,81	1,85	1,89	1,93	1,96	2,00	2,04
11	1,76	1,80	1,85	1,89	1,93	1,97	2,01	2,05	2,10	2,14	2,18	2,22
12	1,90	1,95	1,99	2,04	2,09	2,13	2,18	2,22	2,27	2,31	2,36	2,40
13	2,05	2,10	2,14	2,19	2,24	2,29	2,34	2,39	2,44	2,49	2,53	2,58
14	2,19	2,24	2,29	2,35	2,40	2,45	2,50	2,56	2,61	2,66	2,71	2,76
15	2,33	2,39	2,44	2,50	2,56	2,61	2,67	2,72	2,78	2,83	2,89	2,94
16	2,48	2,53	2,59	2,65	2,71	2,77	2,83	2,89	2,95	3,01	3,07	3,12
17	2,62	2,68	2,74	2,81	2,87	2,93	2,99	3,05	3,12	3,18	3,24	3,30
18	2,76	2,83	2,89	2,96	3,02	3,09	3,16	3,22	3,29	3,35	3,42	3,48
19	2,90	2,97	3,04	3,11	3,18	3,25	3,32	3,39	3,46	3,53	3,60	3,66
20	3,05	3,12	3,19	3,26	3,34	3,41	3,48	3,55	3,63	3,70	3,77	3,84
21	3,19	3,27	3,34	3,42	3,49	3,57	3,64	3,72	3,80	3,87	3,95	4,02
22	3,33	3,41	3,49	3,57	3,65	3,73	3,81	3,89	3,97	4,05	4,12	4,20
23	3,47	3,56	3,64	3,72	3,80	3,89	3,97	4,05	4,14	4,22	4,30	4,38
24	3,62	3,70	3,79	3,87	3,96	4,05	4,13	4,22	4,31	4,39	4,48	4,56
25	3,76	3,85	3,94	4,03	4,12	4,21	4,30	4,39	4,47	4,56	4,65	4,74
26	3,90	3,99	4,09	4,18	4,27	4,37	4,46	4,55	4,64	4,74	4,83	4,92
27	4,04	4,14	4,24	4,33	4,43	4,52	4,62	4,72	4,81	4,91	5,01	5,10
28	4,19	4,29	4,39	4,48	4,58	4,68	4,78	4,88	4,98	5,08	5,18	5,28
29	4,33	4,43	4,53	4,64	4,74	4,84	4,95	5,05	5,15	5,26	5,36	5,46
30	4,46	4,57	4,67	4,78	4,89	4,99	5,10	5,21	5,31	5,42	5,52	5,63

Die in der Tabelle angegebenen Korrektionswerte K_t (in mm QS oder mb) sind vom Barometerstand abzuziehen

Abb. 3.2: Korrektionstabellen für Normal-Quecksilber-Barometer zu Bedingungsanleitung 03096.00 Seite 7.

Tab. 2a

Umrechnung der ermittelten Barometerstände b_0 (mm QS oder mb)
a) wegen der geographischen Breite φ ($^{\circ}$) auf Normalschwere $g_n = 9,80665 \text{ (m/s}^2\text{)}$

φ ($^{\circ}$)	Barometerstand b_0 in mm QS oder mb										
	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	840
0	-1,67	-1,72	-1,77	-1,83	-1,88	-1,93	-1,99	-2,04	-2,10	-2,15	-2,26
5	-1,64	-1,69	-1,75	-1,80	-1,85	-1,91	-1,96	-2,01	-2,06	-2,12	-2,22
10	-1,57	-1,62	-1,67	-1,72	-1,77	-1,82	-1,87	-1,92	-1,97	-2,02	-2,12
15	-1,45	-1,49	-1,54	-1,59	-1,63	-1,68	-1,73	-1,77	-1,82	-1,87	-1,96
20	-1,28	-1,32	-1,37	-1,41	-1,45	-1,49	-1,53	-1,57	-1,61	-1,66	-1,74
25	-1,08	-1,12	-1,15	-1,19	-1,22	-1,26	-1,29	-1,33	-1,36	-1,40	-1,47
30	-0,85	-0,88	-0,90	-0,93	-0,96	-0,99	-1,01	-1,04	-1,07	-1,10	-1,15
35	-0,59	-0,61	+0,63	-0,65	-0,67	-0,69	-0,70	-0,72	-0,74	-0,76	-0,80
40	-0,31	-0,33	-0,34	-0,35	-0,36	-0,37	-0,38	-0,39	-0,40	-0,41	-0,43
45	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
50	+0,25	+0,26	+0,27	+0,28	+0,29	+0,29	+0,30	+0,31	+0,32	+0,33	+0,34
55	+0,53	+0,55	+0,56	+0,58	+0,60	+0,61	+0,63	+0,65	+0,66	+0,68	+0,72
60	+0,79	+0,81	+0,84	+0,86	+0,89	+0,91	+0,94	+0,96	+0,99	+1,02	+1,07
65	+1,02	+1,05	+1,09	+1,12	+1,15	+1,18	+1,22	+1,25	+1,28	+1,32	+1,38
70	+1,23	+1,26	+1,30	+1,34	+1,38	+1,42	+1,46	+1,50	+1,54	+1,58	+1,65
75	+1,39	+1,43	+1,47	+1,52	+1,56	+1,61	+1,65	+1,70	+1,74	+1,79	+1,88
80	+1,51	+1,55	+1,60	+1,65	+1,70	+1,75	+1,80	+1,85	+1,89	+1,94	+2,04
85	+1,58	+1,63	+1,68	+1,73	+1,78	+1,83	+1,88	+1,94	+1,99	+2,04	+2,14
90	+1,60	+1,66	+1,71	+1,76	+1,81	+1,86	+1,91	+1,97	+2,02	+2,07	+2,17

φ ($^{\circ}$)	Barometerstand b_0 in mm QS oder mb										
	860	880	900	920	940	960	980	1000	1020	1040	1060
0	-2,31	-2,36	-2,42	-2,47	-2,53	-2,58	-2,63	-2,69	-2,74	-2,79	-2,85
5	-2,28	-2,33	-2,38	-2,44	-2,49	-2,54	-2,59	-2,65	-2,70	-2,75	-2,81
10	-2,15	-2,22	-2,26	-2,33	-2,38	-2,43	-2,48	-2,53	-2,58	-2,63	-2,68
15	-2,01	-2,05	-2,10	-2,15	-2,20	-2,24	-2,29	-2,33	-2,38	-2,43	-2,47
20	-1,78	-1,82	-1,86	-1,90	-1,95	-1,99	-2,03	-2,07	-2,10	-2,15	-2,19
25	-1,50	-1,54	-1,57	-1,61	-1,64	-1,68	-1,71	-1,75	-1,78	-1,81	-1,85
30	-1,18	-1,20	-1,23	-1,26	-1,29	-1,31	-1,34	-1,37	-1,40	-1,42	-1,45
35	-0,82	-0,84	-0,86	-0,88	-0,89	-0,91	-0,93	-0,95	-0,97	-0,99	-1,01
40	-0,44	-0,45	-0,46	-0,47	-0,48	-0,49	-0,50	-0,51	-0,52	-0,53	-0,54
45	-0,04	-0,04	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05
50	-0,35	-0,36	+0,37	+0,38	+0,38	+0,39	+0,40	+0,41	+0,42	+0,42	+0,43
55	+0,73	+0,75	+0,77	+0,78	+0,78	+0,80	+0,82	+0,83	+0,85	+0,87	+0,90
60	+1,09	+1,12	+1,14	+1,17	+1,19	+1,22	+1,24	+1,27	+1,29	+1,32	+1,35
65	+1,42	+1,45	+1,48	+1,51	+1,55	+1,58	+1,61	+1,65	+1,68	+1,71	+1,74
70	+1,69	+1,73	+1,77	+1,81	+1,85	+1,89	+1,93	+1,97	+2,01	+2,05	+2,09
75	+1,92	+1,97	+2,01	+2,06	+2,10	+2,14	+2,19	+2,23	+2,28	+2,32	+2,37
80	+2,09	+2,14	+2,19	+2,23	+2,28	+2,33	+2,38	+2,43	+2,48	+2,52	+2,57
85	+2,19	+2,24	+2,29	+2,34	+2,39	+2,44	+2,50	+2,55	+2,60	+2,65	+2,70
90	+2,22	+2,28	+2,33	+2,38	+2,43	+2,48	+2,54	+2,59	+2,64	+2,69	+2,74

Die in der Tabelle angegebenen Korrektionswerte $K_{g\varphi}$ (in mm QS oder mb) sind im Bereich der Breitengrade von 0 bis $\approx 45^{\circ}33'$ vom Barometerstand abzuziehen, im Bereich der Breitengrade von $\approx 45^{\circ}33'$ bis 90° zum Barometerstand zuzuzählen.

Tab. 2 b

**Umrechnung der ermittelten Barometerstände b_0 (mm QS oder mb) auf Normal-
schwere $g_n = 9,80665 \text{ (m/s}^2\text{)}$**
b) wegen der Höhe H (m) über dem Meeresspiegel

H (m)	Barometerstand b_0 , in mm QS oder mb									
	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050
100	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
200	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
300	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06
400	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
500	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10
600	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12
700	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,14
800	0,09	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,16
900	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18
1000	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,20
1100	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,23
1200	0,14	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,25
1300	0,15	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27
1400	0,16	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,27	0,29
1500	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,31
1600	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33
1700	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35
1800	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35	0,37
1900	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39
2000	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,41
2500	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,41	0,44	0,46	0,49	0,51
3000	0,35	0,38	0,41	0,44	-0,47	0,50	0,53	0,56	0,59	0,61
3500	0,41	0,44	0,48	0,51	0,55	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72
4000	0,47	0,51	0,55	0,59	0,62	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82

Die in der Tabelle angegebenen Korrektionswerte K_{gH} (in mm QS oder mb)
sind vom Barometerstand abzuziehen.

Tab. 3

**Korrektion der Barometerstände (mm QS oder mb)
infolge der Kapillardepression.**

	Kuppenhöhe (für 8 mm Rohr- ϕ) in mm oder mb										
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
K_k (mm QS)	0,24	0,29	0,35	0,41	0,46	0,51	0,56	0,60	0,64	0,68	0,71
K_k (mb)	0,24	0,30	0,36	0,41	0,47	0,52	0,57	0,63	0,68	0,73	0,77

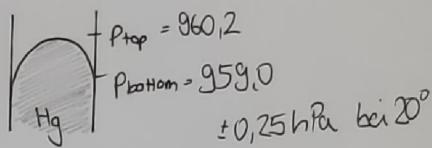
	Kuppenhöhe (für 8 mm Rohr- ϕ) in mm oder mb									
	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
K_k (mm QS)	0,74	0,77	0,80	0,82						
K_k (mb)	0,81	0,85	0,89	0,93	0,96	0,99	1,02	1,05	1,07	1,09

Die in der Tabelle angegebenen Korrektionswerte K_k (in mm QS oder mb) sind zum Barometerstand zuzuzählen.

Versuch 1

Gruppe A06
18.07.2025

Raumtemperatur $T = 25,0^\circ\text{C}$
Augsburg Höhenlage 500 m
 $10^\circ 52'$ östliche Lage
 $48^\circ 21'$ nördliche Breite



Temperaturkorrektur K_T

$$T = 25,0^\circ\text{C} \quad b_t \approx 960 \Rightarrow 4,30 \text{ aus Tabelle}$$

$$b_t, \text{gem.} = 959 - 960 \xrightarrow{\text{Korrektur}} (4,30 \pm 0,01) \text{ mbar}$$

Normalschwerekorrektur K_{g_f}

$$\text{geogr. Breite } 48^\circ 21' \quad b_t \approx 960 \Rightarrow -0,39$$

$$b_t, \text{gem.} = 959 - 960 \xrightarrow{\text{Korrektur}} (-0,39 \pm 0,005) \text{ mbar}$$

Höhenkorrektur K_{gh}

$$\text{geogr. Höhe } 10^\circ 52' \quad b_t \approx 950 \Rightarrow (0,09 \pm 0,0001) \text{ mbar}$$

Kapillardepressionskorrektur K_K

$$\text{Kuppenhöhe } 960,2 - 959,0 = 1,2 \Rightarrow (0,68 \pm 0,002) \text{ mbar}$$

Versuch 2

n	$T_n \text{ in } ^\circ\text{C}$	$p_h \text{ in mm}$	
1	40,3	662	\rightarrow Quecksilbersäule schwankt
2	43,5	653	\rightarrow Kuppenwert abgelesen
3	46,9	641	$\Delta T = \pm 0,1^\circ\text{C}$
4	49,3	630	$\Delta p = \pm 2 \text{ mm}$
5	51,8	621	
6	54,6	609	
7	56,0	600	
8	58,6	590	ab hier deutlich höhere
9	61,7	564	Schwankungen
10	64,7	548	
11	66,9	525	$\Delta p = \pm 8 \text{ mm}$
12	69,7	505	
13	72,6	482	
14	75,8	450	
15	77,3	423	
16	79,4	401	
17	80,7	378	
18	81,9	360	
19	83,2	342	
20	84,7	320	
21	86,3	295	
22	87,2	278	
23	88,2	263	
24	89,3	246	
25	90,4	227	

18.7.25/R/OF