

Resultate

aus den

an der königl. Sternwarte

veranstalteten

meteorologischen Untersuchungen,

nebst Andeutungen

über den Einfluss des Clima von München auf die Gesundheits-
Verhältnisse der Bewohner.

Von

Dr. J. Lamont.

Aus den Abhandlungen der k. bayer. Akademie d. W. II. Cl. VIII. Bd. I. Abth.

München 1857.

R e s u l t a t e
aus den
an der königl. Sternwarte
veranstalteten
meteorologischen Untersuchungen,
nebst Andeutungen
über den Einfluss des Clima von München auf die
Gesundheitsverhältnisse der Bewohner.

Von
Dr. J. Lamont.

Dass die Zustände und Aenderungen der Atmosphäre auf das körperliche Wohlsein mannigfaltigen Einfluss äussern, mithin die Meteorologie auch für die Ausübung der Medicin von hoher Bedeutung sein muss, wird wohl von Niemanden in Abrede gestellt werden *).

*) In der Rede, womit *Hemmer* in der feierlichen Sitzung der Mannheimer Academie am 21. Oct. 1780 die Gründung der *Societas palatina* ankündigte, werden die Beziehungen der Meteorologie zu der Erhaltung des menschlichen Lebens umständlich hervorgehoben, dessgleichen wird in der General-Instruction vom 28. Oct. 1803, wodurch den k. Gerichtsärzten in Bayern die Verpflichtung aufgelegt wird, meteorologische Beobachtungen aufzuzeichnen, die Herstellung einer medicinischen Statistik als Hauptzweck bezeichnet. Auch ohne Zusammenhang mit sonstigen wissenschaftlichen Zwecken haben einzelne Aerzte sich ausschliesslich mit der medicinischen Meteorologie beschäftigt. In der oben angeführten Rede von *Hemmer* werden die Bestrebungen des seiner Zeit berühmten Arztes *Malouin* als sehr verdienstlich erwähnt; mit gleicher Anerkennung verdient in neuerer Zeit *Dr. Häberl* in München genannt zu werden.

ches ist in dieser Beziehung im vorigen wie im gegenwärtigen Jahrhunderte angestrebt und ausgeführt worden; wenn man aber nach dem Erfolge der unternommenen Arbeiten sich umsieht, so dürfte es schwer sein, bestimmte und allgemein anerkannte Resultate, die man erlangt hätte, zu bezeichnen. So gering sind im Ganzen die gemachten Fortschritte, dass nicht einmal präcise Grundbegriffe über den Zusammenhang der Affectionen der Organe mit meteorologischen Zuständen zu allgemeiner Anerkennung und Geltung gelangt sind. Eine vage Auffassung von Ursachen und Wirkungen kann aber nie zu einer gründlichen Erweiterung unserer Kenntnisse führen.

Der erste Entwurf der gegenwärtigen Abhandlung wurde gemacht ohne alle Rücksicht auf die vorhergehenden Betrachtungen. Ich hatte bloß die Absicht, nachdem ich jetzt fast seit 30 Jahren von demselben Beobachtungspunkte aus den so oft wiederholten Kreislauf der atmosphärischen Zustände habe vorübergehen sehen, aus dem reichhaltigen Material der ununterbrochen fortgeführten Tagebücher einige der wichtigeren Bestimmungen hervorzuheben, zugleich aber auch einige principielle Fragen — namentlich die über die Bedeutung der Psychrometer-Beobachtungen und das Verhältniss der Feuchtigkeit zu der Luft — einer Discussion zu unterwerfen. Erst später entschloss ich mich — auf besondere Veranlassung — den anzuführenden Zahlenwerthen die hygienischen Beziehungen, die sie haben möchten, beizufügen, nicht mit der Absicht, etwas in der ärztlichen Praxis Anwendbares liefern zu wollen — was den Männern vom Fache vorbehalten bleiben muss —, sondern um diejenigen physikalischen Momente hervorzuheben, welche zu berücksichtigen sein dürften, wenn man eine rationelle Grundlage für die Untersuchung des Einflusses der Witterung auf den menschlichen Organismus gewinnen will. Sollte ich, wie es nicht unwahrscheinlich ist, in letzterer Beziehung minder glücklich gewesen sein, so hoffe ich, dass

diesem Umstande wenig Gewicht beigelegt werden wird, da das rein-Meteorologische immerhin die Hauptsache bildet.

Ich bemerke hier noch, dass, um die Uebersichtlichkeit und den Zusammenhang der entwickelten Lehrsätze nicht zu stören, es für zweckmässig gehalten wurde, die Zahl der Tabellen möglichst zu vermindern, was um so mehr zulässig schien, als in den „Annalen“ der Sternwarte nicht bloß die Beobachtungen selbst, sondern auch ausführliche Zusammenstellungen aller Mittelwerthe zu finden sein werden.

1.

Ich fange mit der Bestimmung der Verhältnisse des *Luftdruckes* an. Der mittlere Luftdruck in München beträgt 317^{'''}.37 *) oder 26^{''} 5^{'''}.37 Pariser Maass bei 0° R. Dieser Stand gilt für das Barometer der Sternwarte, welches 85 bayer. Fuss über dem mittlern Niveau der Isar an der Bogenhauser Brücke, und 40 bayer. Fuss über dem Pflaster der Frauenkirche steht.

Da in der Luft grosse Wellen, analog den Meereswellen, sich fortpflanzen, so ist der Druck der Luft einer steten Aenderung unterworfen, und erhebt sich, wenn ein Wellenberg herankommt**), langsam über

*) Jahresbericht der Münchner Sternwarte für 1852 S. 66.

**) Gewöhnlich stellt man sich vor, als seien die Variationen des Barometers durch Aenderungen der Dichtigkeit der Luft erzeugt, ohne dass die Oberfläche der Atmosphäre dabei sich über das gewöhnliche Niveau erhebt oder darunter herabsinkt. Ich werde bei einer andern Gelegenheit die Umstände anführen, welche mich veranlassen, von dieser Ansicht abzuweichen und anzunehmen, dass in Folge andauernder Strömungen der Luft die Höhe der Atmosphäre in einer Gegend zunehmen, in einer andern abnehmen kann, so dass die Oberfläche Erhöhungen und Vertiefungen erhält.

das Mittel, um später, wenn das Wellenthal nachfolgt, wieder unter das Mittel herabzusinken. In solcher Weise kann das Barometer bis 6^{''}.8 über und 11^{''}.2 unter den mittlern Stand kommen. Es ist bemerkenswerth, dass die extremen Abweichungen vom Mittel nach oben und unten ungleich sind: es folgt daraus, dass die Wellenberge länger aber weniger hoch, die Wellenthäler dagegen kürzer, aber von grösserer Tiefe sind. Die Erklärung bietet keine Schwierigkeit dar: die Wellenberge sind von beständiger und schöner Witterung, die Wellenthäler aber von Sturm und Niederschlägen gewöhnlich begleitet; jene sind als ein etwas starkes Hervortreten des normalen Zustandes und der normalen Kräfte, diese als gewaltsame und vorübergehende Störungen zu betrachten.

Der Luftdruck hat eine tägliche Periode, deren Betrag (im Maximum blos 0^{''}.38) und Gestalt durch die Tabelle bestimmt ist, welche ich im Jahresberichte der Münchner Sternwarte für 1852 S. 68—69 gegeben habe. Die Grösse der Bewegung*) ersieht man aus folgender Zusammenstellung:

Grösse der täglichen Barometer-Periode.

Januar	1.33
Februar	1.58
März	1.98
April	2.27
Mai	2.36
Juni	2.35
Juli	2.31
August	2.03
September	1.93

*) Als Grösse der Bewegung wird hier nach *Lloyd* der Flächeninhalt der täglichen Barometer-Curve betrachtet.

Grösse der täglichen Barometer-Periode.

October	2.14
November	1.51
December	1.51

Der Zusammenhang mit der Bewegung der Sonne stellt sich hier deutlich heraus: gleichwohl ist es bisher nicht gelungen, die tägliche Bewegung des Barometers vollständig zu erklären.

Der Luftdruck kann keinen Einfluss haben auf die Organe, welche für die Luft permeabel sind; dagegen werden impermeable Organe bei grösserem Luftdrucke auf ein kleineres Volumen gebracht, und bei kleinerem Luftdrucke ausgedehnt; dabei hängt die Grösse der Volumänderung von der Elasticität der Organe ab. Eine fernere Wirkung der Aenderung des Luftdruckes besteht darin, dass Körpertheile, die aneinander anliegen, und zwischen welche die Luft keinen Zutritt hat, fester zusammenhalten, wenn der Luftdruck sich vermehrt. In letztere Kategorie gehören die Gelenke. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass die eben bezeichneten Einwirkungen der Luft auf die Functionen der Organe wenig Einfluss haben, was durch die Wahrnehmung bestätigt wird, dass in einer Gegend, wo Punkte mit grösserem und kleinerem Luftdrucke ganz nahe aneinander vorkommen — z. B. Weilheim und Hohenpeissenberg — dieselben Personen unter dem grösseren, wie unter dem kleineren Drucke sich gleich behaglich fühlen. Schon aus diesem Grunde dürfte der Luftdruck bei Untersuchung der Salubritäts-Verhältnisse wenig Beachtung verdienen. Dazu ist aber noch zu berücksichtigen, dass die Aenderungen des Luftdruckes nie local sind, sondern fast gleichzeitig über den grössten Theil des Continents sich ausbreiten, dass ferner der mittlere Luftdruck blos von der Höhe des Ortes über dem Meere abhängt, also allen Orten von gleicher Höhe gemeinschaftlich ist. Hieraus folgt, dass der Luftdruck niemals als ein charakteristisches Merkmal oder als eine Eigenthümlichkeit des örtlichen Clima betrachtet werden kann.

2.

Von weit grösserer Wichtigkeit und ausgedehnteren Beziehungen ist die *Temperatur der Luft*. Kälte bewirkt Zusammenziehung, Schwerflüssigkeit, Starrwerden; Wärme bringt Dehnung, Erweiterung, Leichtflüssigkeit hervor. Der Erfolg dieser Wirkungen auf den Organismus ist sehr complicirt, und besteht bisweilen in einer erhöhten, bisweilen in einer deprimirten Thätigkeit, letzteres insbesondere bei sehr hohen und bei sehr tiefen Temperaturgraden.

Die örtliche Lage Münchens nördlich von der Alpenkette — auf einer freien Ebene — sehr hoch über der Meeresfläche bringt eine bedeutende Depression der Temperatur hervor: so kommt es, dass die mittlere Temperatur *) blos

$$+ 5^{\circ}.85$$

beträgt. Keine grössere Stadt im mittlern Europa hat so geringe Wärme.

Im Mittel haben wir den letzten Frost am 27. April und den ersten Frost am 18. October. Vor dem 10. Mai ist man indessen nicht sicher, ob nicht ein Frost noch eintritt, und am 13. September können schon wieder die Fröste beginnen.

Die grösste Kälte, die seit 32 Jahren in München beobachtet wurde, trat ein am 2. Februar 1830, und betrug

$$- 24^{\circ}.1.$$

*) Diese Temperatur gilt für die Umgegend der Stadt, und ist aus den Beobachtungen der k. Sternwarte in Verbindung mit jenen von Hohenpeissenberg abgeleitet. In der Stadt ist die Temperatur höher. Ich habe in einem Aufsätze über die Temperatur-Verhältnisse in Bayern (Annalen der Münchener Sternwarte Bd. III. S. CLXI) die Ursachen, wodurch eine Erhöhung der Temperatur in Städten bewirkt wird, näher erörtert und gezeigt, dass die Erhöhung für München im Mittel $1^{\circ}.45$ R. beträgt.

Die grösste Wärme desselben Zeitraumes fiel auf den 7. Juli 1845,
und betrug

$$+ 26^{\circ}.8.$$

Die Temperatur schwankt demnach zwischen zwei Extremen, die
nicht weniger als

$$50^{\circ}.9$$

von einander abstehen.

Die jährlichen Extreme sind übrigens zwischen ziemlich weiten
Grenzen eingeschlossen, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Jahr	Temperatur		
	höchste	niedrigste	Unterschied
1825 . .	+ 23.2 ^o . .	— 12.2 ^o . .	35.4
1826 . .	23.6 . .	— 14.2 . .	37.8
1827 . .	24.8 . .	— 20.9 . .	45.7
1828 . .	24.6 . .	— 14.0 . .	38.6
1829 . .	23.2 . .	— 15.2 . .	38.4
1830 . .	24.5 . .	— 24.1 . .	48.6
1831 . .	21.9 . .	— 21.2 . .	43.1
1832 . .	24.6 . .	— 11.2 . .	35.8
1833 . .	22.4 . .	— 14.2 . .	36.6
1834 . .	24.9 . .	— 14.4 . .	39.3
1835 . .	22.3 . .	— 14.4 . .	36.7
1836 . .	22.8 . .	— 16.0 . .	38.8
1837 . .	22.8 . .	— 11.3 . .	34.1
1838 . .	19.5 . .	— 13.2 . .	32.7
1839 . .	24.7 . .	— 14.7 . .	39.4
1840 . .	21.4 . .	— 12.1 . .	33.5
1841 . .	24.8 . .	— 15.0 . .	39.8
1842 . .	24.9 . .	— 15.0 . .	39.9

Temperatur			
Jahr	höchste	niedrigste	Unterschied
1843 . .	+ 22.5	— 9.5	32.0
1844 . .	22.1	— 14.6	36.7
1845 . .	26.8	— 20.0	46.8
1846 . .	23.9	— 14.5	38.4
1847 . .	24.5	— 15.2	39.7
1848 . .	23.6	— 14.4	38.0
1849 . .	23.4	— 16.1	39.5
1850 . .	23.9	— 16.0	39.9
1851 . .	23.0	— 13.0	36.0
1852 . .	24.0	— 11.8	35.8
1853 . .	25.5	— 14.3	39.8
1854 . .	23.9	— 18.4	42.3
1855 . .	23.8	— 17.6	41.4
1856 . .	24.6	— 13.6	38.2

Man kann hiernach sagen, dass die Wärme im Verlaufe des Sommers im Mittel bis $+ 23^{\circ}.7$ steigt, und die Kälte im Winter bis $— 15^{\circ}.2$ herabgeht, somit eine jährliche Schwankung von

$38^{\circ}.9$

vorkommt. Zu gleicher Zeit ersieht man, dass die grösste Sommerwärme — durch die regelmässige Wirkung der Sonne hervorgerufen — nie weit vom Mittel abweicht, dagegen die grösste Winterkälte — von dem zufälligen Eintreffen kalter Luftströme und anderen begünstigenden Umständen erzeugt — sehr verschieden ist.

Aber auch, wenn man kürzere Perioden wählt, findet sich die Schwankung der Temperatur sehr bedeutend. Betrachtet man die Extreme der einzelnen Monate, so entfernen sie sich im Sommer, wie im

Winter ungefähr um den gleichen Betrag, und geben eine monatliche Schwankung von

17^o.9;

wobei indessen zu erinnern ist, dass die Abweichungen der einzelnen Jahre sehr beträchtlich sind.

Es ist wohl zu vermuthen, dass eine so grosse Veränderlichkeit der Temperatur einen Einfluss auf die Gesundheitsverhältnisse ausüben wird: man darf sich jedoch dabei nicht etwa der Täuschung hingeben, als sei diese Veränderlichkeit dem Münchner Klima eigen. Folgende Zusammenstellung der monatlichen Schwankungen *) liefert hievon den genügendsten Beweis:

	mittlere monatliche Schwankung
Hohenpeissenberg	16.2 ^o
Würzburg	17.1
München	17.9

In der That verbreiten sich die Schwankungen der Lufttemperatur über ganz Bayern so gleichmässig, dass ein Ort vom andern sich wenig unterscheidet; und wenn die Ansicht von Vielen gehegt wurde, dass man blos ein Thermometer in die Luft hinauszuhängen brauche, um die klimatische Wärme zu bestimmen und so ein Mittel zur Erklärung der Krankheitsverhältnisse zu gewinnen, so muss diese Ansicht als ganz unhaltbar bezeichnet werden **).

*) Jahrbuch der k. Sternwarte bei München für 1839 S. 246.

**) Ueberhaupt herrschen rücksichtlich der Beziehungen und Wirkungen der Lufttemperatur selbst unter den Meteorologen theilweise unrichtige Ansichten. In Bayern gibt es rauhe und milde Gegenden: Gegenden, wo die Vegetation zurückbleibt und wo sie voran ist. Diess schreibt man

Nur ein eigenthümliches Verhältniss kommt in München bei der Temperatur vor, welches, wenn die nöthige Vorsicht nicht beobachtet wird, leicht eine Störung der Gesundheit herbeiführen kann, nämlich die Schnelligkeit des Uebergangs von der Wärme zur Kälte *).

Folgende Tabelle, aus einer 15jährigen Periode abgeleitet, stellt für die einzelnen Monate die grösste Wärme-Abnahme dar, die im Mittel zwischen 2 Uhr Nachmittags und 9 Uhr Abends eintreten pflegt:

grösste Temperatur-Differenz
zwischen 2^h Nachmittg. und 9^h Abd.
(Mittel aus 15 Jahren)

Januar	5.8
Februar	6.9
März	7.8
April	8.1

der Lufttemperatur zu, aber völlig mit Unrecht. In dem Jahresberichte der Münchner Sternwarte für 1852 (Abschnitt: „Meteorologische Mittheilungen von einzelnen Stationen in Bayern“ S. 87) findet man mehrere Temperaturbestimmungen, die hierüber eine Entscheidung geben; unter andern wird gezeigt, dass die Temperatur in Schönberg im bayerischen Walde kaum um ein paar Zehntelgrade geringer ist als in München, während am erstern Orte die Vegetation fast um drei Wochen zurück ist. Die Ausgleichung der atmosphärischen Temperatur auf der ganzen Oberfläche Bayerns ist bei der grossen Beweglichkeit der Luft sehr begreiflich. Nicht sowohl die Lufttemperatur als vielmehr die Temperatur des Bodens und die weiter unten zu berührenden Verhältnisse der Feuchtigkeit und des Windes müssen bei Erklärung der Vegetation zu Grunde gelegt werden (vergl. Jahresbericht für 1854 S. 18).

*) Der Uebergang von tiefer zu hoher Temperatur ist noch grösser und rascher als von hoher zu tiefer Temperatur, übt aber kaum einen erheblichen Einfluss auf die Gesundheit aus, wesshalb es überflüssig schien, hier Rücksicht darauf zu nehmen.

grösste Temperatur-Differenz
zwischen 2^h Nachmittg. und 9^h Abd.
(Mittel aus 15 Jahren)

Mai	8.4 ^o
Juni	9.1
Juli	9.1
August	8.3
September	8.0
October	8.4
November	7.0
December	5.8

Diese plötzlichen Temperaturänderungen sind, wie die Tabelle zeigt, fast um das Doppelte grösser im Sommer als im Winter. Im Winter ist es die Aufheiterung des Himmels und der Umschlag des Windes nach Osten, im Frühjahre und Herbste der im nahen Gebirge fallende Schnee, im Sommer Gewitter, Regen und Hagel, wodurch eine so schnelle Abkühlung in der Regel herbeigeführt wird.

Ich vermuthe, dass auch der aufsteigende Luftstrom, welcher den Umtausch der unteren (wärmeren) und oberen (kälteren) Schichten der Atmosphäre bewirkt, ungleichen Erfolg in verschiedenen Localitäten hat, und dass insbesondere an hochgelegenen und tiefgelegenen Punkten dessfalls ein Unterschied bestehen wird. Da bisher die Beobachtung über Stärke und Dauer des aufsteigenden Stroms nichts festgesetzt hat*), so lässt sich für jetzt nicht entscheiden, in wie ferne hievon die Temperatur in München abhängt.

*) Es gibt nur eine unmittelbare Wirkung der verticalen Luftbewegung, die beobachtet werden kann, nämlich das Emporsteigen oder das Fallen des Rauches.

Die tägliche Bewegung der Temperatur — die allmähliche Zunahme von Sonnenaufgang bis 2 Uhr Nachmittags und die allmähliche Abnahme gegen Abend und während der Nacht — habe ich im Jahresberichte der Münchner Sternwarte für 1852 S. 68—69 durch eine Tabelle gegeben. Eine Eigenthümlichkeit, wodurch sich die Temperaturbewegung in München von andern Orten unterscheidet, lässt sich nicht bezeichnen. Die Grösse der täglichen Bewegung *) in den verschiedenen Monaten wird durch folgende Zahlen dargestellt:

Grösse der täglichen Temperatur-Periode.

Januar	16.67
Februar	28.73
März	38.62
April	53.70
Mai	56.28
Juni	56.34
Juli	53.66
August	52.55
September	53.11
October	35.79
November	23.78
December	15.23

Ein flüchtiger Blick lehrt schon, dass, wenn gleich die Sonne die einzige Wärmequelle ist, dennoch von dem Stande der Sonne allein die Grösse der täglichen Temperatur-Periode nicht abhängt. Die in den verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Trübung des Himmels ist es ohne Zweifel, wodurch die Wirkung der Sonne hauptsächlich modificirt wird.

*) Ich habe hier nach *Lloyd* (wie oben bei der Barometerperiode) den Flächeninhalt der Temperatur-Curve für die Grösse der täglichen Bewegung genommen.

3.

An die Untersuchung des Luftdruckes und der Temperatur reiht sich der gewöhnlichen Ordnung zufolge die Untersuchung des in der *Luft schwebenden Wassergehaltes* an. Kein Gegenstand in der Meteorologie bietet im gegenwärtigen Augenblicke so viel Schwierigkeit dar, als die genaue Bestimmung der Bedingungen, unter welchen der Wasserdampf in der Atmosphäre sich aufhält, und wenn ich nicht irre, so sind wir an einem Punkte angelangt, wo der Umsturz oder wenigstens die Umgestaltung einer lange aufrecht erhaltenen Theorie kaum mehr vermieden werden kann.

Der bisher angenommenen Lehre zufolge findet an jeder freien Wasseroberfläche eine Dampfbildung *) statt. Der Dampf als elastische Flüssigkeit verbreitet sich vermöge seiner Expansion im Raume

*) Es ist in neuerer Zeit ziemlich allgemein eingeführt, das in Gas verwandelte Wasser als Wasserdampf, und das in feine Kügelchen oder Bläschen zertheilte Wasser als Wasserdunst zu bezeichnen. Auf diesen Unterschied ist in gegenwärtiger Abhandlung durchgängig Rücksicht genommen.

Die Frage, ob der Wasserdunst aus Kügelchen oder Bläschen bestehe, ist noch unentschieden. Ich meinestheils halte es für wahrscheinlich, dass beide Formen vorkommen. Hiemit möchte der Umstand zusammenhängen, dass der Dunst auf die Durchsichtigkeit der Luft einen so verschiedenen Einfluss ausübt. In München zeigt sich diess insbesondere bei Betrachtung des südbayerischen Gebirges. Einmal erscheint dasselbe nahe, klar und scharf begrenzt, einmal trüb, entfernt und rauchig. Ersteres Verhältniss tritt ein, wenn die Luft sehr viel Feuchtigkeit hat und Regenwetter herankommt, letzteres wenn wenig Feuchtigkeit vorhanden ist und andauernd schönes Wetter zu erwarten steht. Ich vermuthe, dass in letzterem Falle das Wasser als Bläschen, in ersterem dagegen als Kügelchen in der Luft schwebt.

und bildet eine eigene Atmosphäre, welche unabhängig von der Luftatmosphäre und neben dieser einen Druck auf das Barometer ausübt, dessen Betrag in unseren Gegenden bis auf 7 Pariser Linien steigen kann.

Hiernach müsste die Beobachtung des Barometers und des Psychrometers, gleichzeitig angestellt, uns in den Stand setzen, den Druck der trockenen Luft und den Druck des Wasserdampfes zu scheiden, und allgemein wurde von den Meteorologen die Erwartung gehegt, dass man durch diese Scheidung zu einfachen Gesetzen gelangen würde. Nicht blos ist indessen diese Erwartung nicht in Erfüllung gegangen, sondern der Druck der trockenen Atmosphäre, der ganz sicher eine regelmässige tägliche Periode hat, zeigt, nach obigen Grundsätzen berechnet, Abnormitäten, für welche sich keine Erklärung geben lässt.

Aber auch in der Constitution der Dampfathmosphäre selbst liegen Schwierigkeiten. *Kämtz* hat sich mit der Abnahme des Dampfdruckes in der Höhe beschäftigt, und Abweichungen von dem durch das Gleichgewicht bedingten Verhältnisse erkannt. Er gibt in dieser Beziehung eine Erklärung, welche auf dem Grunde beruht, dass die Luft der Ausbreitung des Dampfes einen Widerstand entgegensetze, mithin diese Ausbreitung Zeit in Anspruch nehme.

Ueber den Betrag der zur Ausbreitung erforderlichen Zeit hat er nichts festgesetzt: es ist aber einleuchtend, dass die Folgerungen, zu welchen die Theorie führt, durch Annahme einer mässigen Geschwindigkeit der Ausbreitung schon sehr wesentlich beschränkt, und durch Annahme einer geringen Geschwindigkeit gänzlich unhaltbar gemacht würden.

Broun und *Jelinek**) haben den Umstand besonders hervorgehoben,

*) Bedenken gegen das Psychrometer findet man in mehreren Bänden der

dass an verschiedenen nahe gelegenen Punkten des Raumes der Dunstdruck sehr verschieden gefunden wird, während das Barometer nicht die mindeste Verschiedenheit zeigt. *Broun* hat seine Beobachtungen an mehreren Stellen um das magnetische Observatorium in *Makerstoun*, *Jelinek* in einem Zimmer der Prager Sternwarte und vor dem Fenster desselben gemacht, wobei Unterschiede in der Grösse des Dunstdruckes, die bis auf 1''³ steigen, vorgekommen sind. Ich habe selbst unter ähnlichen Verhältnissen Versuche angestellt, und noch weit grössere Unterschiede gefunden.

Broun begnügt sich damit, die Methode der Messung des Dunstdruckes als „unrichtig“ zu bezeichnen; *Jelinek* scheint mit *Kämtz* anzunehmen, dass eine nicht augenblickliche Verbreitung des Dampfes zur Erklärung genüge.

Espy hat ebenfalls *) die Theorie einer im Gleichgewichte befind-

„magnetical and meteorological Observations made at *Makerstoun*“; am entschiedensten hat sich *Broun* darüber ausgedrückt in seinem „Report to Sir Th. Brisbane“. S. 9.

Jelinek hat seine Ansichten und Versuche dargestellt in seiner Abhandlung „über den täglichen Gang der vorzüglichsten meteorologischen Elemente aus den Beobachtungen der Prager Sternwarte abgeleitet.“ S. 66. (Wiener Denkschriften II. Bd.)

*) Third Report on Meteorology (1851) S. 20. *Espy* beschäftigt sich mit der Bildung der Wolken und verwandten Erscheinungen: er führt seine Untersuchungen mit grossem Scharfsinn durch, und schliesst aus dem Widerstreite zwischen der Theorie und den beobachteten Thatsachen, dass erstere mangelhaft sein müsse. Seine Versuche stellte er an mit Glasröhren, die an einem Ende zugeschmolzen und mit Wasser etwa bis zur Hälfte angefüllt waren, und in verschiedene Temperaturen gebracht wurden.

Schon im Jahre 1849 habe ich (Annalen der k. Sternwarte bei München Bd. III. S. CLXXV) eine Beobachtung über die Verdampfung der

lichen Dampfatmosphäre zur Erklärung der Erscheinungen ungenügend gefunden, und wurde dadurch veranlasst, Versuche über die Verdunstung des Wassers unter verschiedenen Umständen anzustellen. Aus diesen Versuchen schloss er, dass der Wasserdampf in trockener Luft ausserordentlich langsam sich verbreite, wenn überhaupt eine active Verbreitung, d. h. eine Verbreitung durch eigene Expansion, stattfinde, und dass das Wasser, woraus unsere Wolken gebildet werden, nicht durch elastische Expansion, sondern blos durch den aufsteigenden Luftstrom in die höheren Regionen gelange. Durch diesen Ausspruch wäre die Grundlage der jetzt geltenden Theorie vollständig geläugnet.

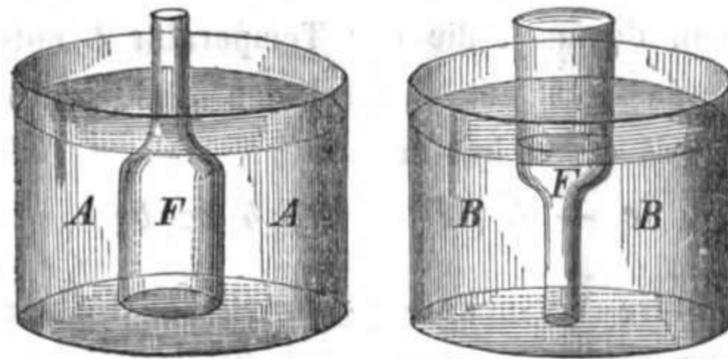
4.

Dass die Grundversuche, auf welchen die gegenwärtig geltende Theorie des atmosphärischen Dampfes aufgebaut worden ist, als richtig angenommen werden müssen, unterliegt wohl keinem Zweifel; eine andere Frage ist es, ob nicht dieselben Versuche einer verschiedenen Auslegung fähig wären, und ob sie nicht, verschieden ausgelegt, zu anderen Folgerungen rücksichtlich der Constitution der Atmosphäre führen würden. Um dessfalls weitere Anhaltspunkte zu gewinnen, wollen wir zuerst die unter gewissen Umständen eintretende *Verdrängung der Luft durch Wasserdampf* betrachten.

Man stelle nebeneinander zwei Gefässe *A* und *B*, wovon das erstere warmes Wasser (Temperatur *t*), das letztere kaltes Wasser (Tem-

Salzsoole in Gradirhäusern als Beweis gegen die gewöhnliche Theorie angeführt: meine Ansicht ging dahin, dass Dampf und Dunst von einander gewissermassen unabhängig seien, und der Dunstgehalt der Luft durch das Psychrometer nicht angegeben werde. Dieselbe Ansicht habe ich in dem „Jahresberichte der Münchner Sternwarte“ für 1854 (S. 19) weiter entwickelt.

peratur t') enthält. Man nehme ein kleines Glasfläschchen F mit langem Halse, fülle es mit Wasser aus dem Gefässe B , und bestimme das Gewicht desselben G . Wird dann das Wasser bis auf ein paar Tropfen ausgeleert, und das Fläschchen einige Minuten in das Gefäss A gestellt, so bilden sich in dem Fläschchen Wasserdämpfe, und die darin enthaltene Luft verdünnt sich durch Expansion. Hierauf nimmt man das Fläschchen, indem man die Oeffnung zuhält, schnell heraus und taucht es mit dem Halse abwärts in das Gefäss B , so wird es in Folge der



Zusammenziehung der Luft und der Condensation der Dämpfe theilweise mit Wasser sich füllen. Das Fläschchen wird nun mit dem darin enthaltenen Wasser gewogen; das Gewicht sei G' . Bezeichnet man ferner das Gewicht des Fläschchens selbst mit g , den Barometerstand mit b , die der Temperatur t' entsprechende Elasticität des Wasserdampfes mit e' , und nimmt man die in dem Fläschchen bei dem Barometerstand b enthaltene Luftmenge als Einheit an, so erhält man die Luftmenge L , welche in dem Fläschchen zugleich mit dem Wasserdampfe vorhanden war, während es in dem Gefässe A stand, auf Temperatur t' und Barometerstand b reducirt, durch die Gleichung

$$L = 1 - \frac{G' - g}{G - g} \cdot \frac{b - e'}{b}$$

Wird eine Reihe von Versuchen in obiger Weise bei verschiedenen Temperaturen angestellt, und nach der eben angegebenen Formel die in dem Fläschchen vorhandene Luft berechnet, so findet man, dass wie die Temperatur des Gefässes A mithin auch die Elasticität des Dampfes

in dem Fläschchen steigt, die Luftmenge immer mehr vermindert wird, bis die Elasticität des Dampfes dem Barometerstande gleich kommt. In diesem Falle ist gar keine Luft mehr in dem Fläschchen vorhanden, Wenn also in einem Luftraume mit constantem Drucke Dampf gebildet wird, so verdrängt dieser einen Theil der Luft. Die Quantität der verdrängten Luft lässt sich theoretisch bestimmen durch die Bedingung, dass die Elasticität des Dampfes und die Elasticität der übrig bleibenden Luft zusammen dem Barometerstande b gleich seyn müssen.

Bezeichnet man demnach die der Temperatur t entsprechende Elasticität des Wasserdampfes mit e , und den Ausdehnungs-Coefficienten der Luft für 1° R mit α , so hat man

$$e + L (1 + \alpha t) b = b.$$

Ich habe mehrere Versuche dieser Art bei höheren sowohl als bei tieferen Temperaturen angestellt, halte es aber für unnöthig, die Resultate hier anzuführen, weil sie blos das eben erwähnte und bereits bekannte Gesetz bestätigen *).

Die hier nachgewiesene Thatsache steht in enger Beziehung zu der Untersuchung über das Verhältniss des in der Atmosphäre befindlichen Wasserdampfes. Wird sie mit den oben erwähnten Beobachtungen von *Broun* und *Jelinek* zusammengehalten, so liegt der Beweis vor uns:

- 1) dass Luftmassen mit sehr verschiedenem Dampfgehalte mit einander im Gleichgewichte bleiben können, ohne dass die specifisch

*) Seit mehr als 20 Jahren wird dieses Mittel angewendet, um die Luft aus den Blechbüchsen, in welchen Lebensmittel conservirt werden, zu entfernen. Meine Absicht bei den Versuchen, die ich anstellte, ging vorzüglich dahin, zu entdecken, ob nicht die Ausströmung des Dampfes zum Theile die Entfernung der Luft bewirke. Ich nahm daher verschiedene Fläschchen mit mehr oder weniger weiter Oeffnung, fand aber bei allen denselben Erfolg.

schwerere, auch wenn sie die oberste Stelle einnimmt, in die specifisch leichtere eindringt, was auf eine gewisse Cohäsion der Massen schliessen lässt;

- 2) dass da, wo der Dampf entsteht, die Luft theilweise verdrängt wird, und nur eine bestimmte Quantität zurückbleibt.

Der Umstand, dass bei jeder Temperatur eine bestimmte Quantität Luft im Dampfe vorhanden ist, deutet darauf hin, dass der Dampf eine gesetzmässige Anordnung um die Luftmolecule annehme. Dieser Bedingung wird am besten genügt durch die Voraussetzung, dass jedes Luftmolecul eine Dampfatosphäre erhalte. Um ferner die Fortpflanzung des Dampfes in der Atmosphäre zu erklären, würde es — mit Rücksicht auf Beobachtung und Analogie — am angemessensten sein, anzunehmen, dass der Dampf von einem Molecul zunächst nur an die anstossenden übergehe, und die Quantität des übergehenden Dampfes dem Feuchtigkeits-Unterschiede der beiden Molecule proportional ist.

Denkt man sich den Dampf nach der bisher entwickelten Vorstellung mit den Luftmoleculen als Accidenz — etwa in gleicher Weise, wie die Wärme — verbunden, so bringt er einen zweifachen Erfolg zu Stande: er vermehrt das Gewicht und vergrössert das Volumen. Das Gewicht einer feuchten Luftmasse ist gleich

dem Gewichte der Luft $+$ dem Gewichte des darin enthaltenen Wassers.

Der in der Atmosphäre vorhandene Dampf hat demnach eine Erhöhung des Barometerstandes zur Folge.

Was die Vergrösserung des Volumens betrifft, so ist die nähere Bestimmung wegen des grossen Einflusses der Temperatur sehr verwickelt, und kann hier umgangen werden, weil die Ausdehnung der

Atmosphäre überhaupt keinen Gegenstand meteorologischer Beobachtung bilden kann.

Bei Untersuchung des Druckes, den das in der Atmosphäre enthaltene Wasser auf das Barometer ausübt, hat man sich bisher blos mit dem elastischen Dampfe beschäftigt. Es kommt aber auch Wasser in anderem Aggregatzustande in der Luft vor, nämlich als feine Dunstkügelchen oder Dunstbläschen, welche schwebend erhalten werden vermöge einer Eigenthümlichkeit der Luft, welche weiter unten erklärt werden soll. Ob auch der Dunst auf das Barometer einen Einfluss habe, ist meines Wissens bisher nicht in Betracht gezogen worden. Die Sache ist aber von grosser Wichtigkeit.

Die Frage, um welche es hier sich handelt, kann man durch folgenden analogen Fall sich vollkommen klar machen. Man bringe ganz fein zertheilte Kreide in ein mit Wasser gefülltes Gefäss und rühre das Wasser um, so dass eine gleichmässige Mischung entsteht, so bleiben bekanntlich die Kreidetheilchen, obwohl sie ein weit grösseres specifisches Gewicht haben, als das Wasser, lange Zeit im Wasser schwebend, und fallen erst nach mehreren Tagen zu Boden. Handelt es sich nun hier um den Druck, den die mit Kreide vermischte Flüssigkeit auf den Boden des Gefässes ausübt, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sowohl die Kreide als das Wasser auf den Boden drücken. Dasselbe wird demnach rücksichtlich des in der Luft befindlichen Wasserdunstes gelten, so dass wenn in einer Luftmasse eine gewisse Quantität Wasserdunst schwebt, das Gewicht gleich ist

dem Gewichte der Luft + dem Gewichte des darin enthaltenen Wassers.

Dieses Resultat mit dem oben Gesagten zusammengehalten zeigt, dass es, in so ferne blos der Einfluss auf den Barometerstand betrachtet wird, ganz gleichgültig ist, ob die Feuchtigkeit in Dampf- oder in Dunstform in der Luft sich befindet.

5.

Fassen wir die im Vorhergehenden dargelegten Ergebnisse zusammen, so geht daraus hervor, dass die theoretischen Ansichten, welche man bisher über das Verhalten des in der Luft vorhandenen Wassers gehabt hat, durch folgende Lehrsätze ersetzt werden müssen:

- 1) Eine für sich bestehende Wasserdampf-Atmosphäre ist nicht vorhanden.
- 2) Das Wasser kommt in der Atmosphäre in zweierlei Formen vor: als elastischer Dampf und als Dunst; beide erhöhen den Barometerstand um denselben Betrag, wenn sie aus einer gleich grossen Wassermenge erzeugt sind; eine merkliche Vermehrung des Volumens bringt blos der Dampf (in Folge der Expansion) hervor.
- 3) Die Expansivkraft des Wasserdampfes würde nur eine sehr langsame Verbreitung desselben bewirken: die eigentliche Verbreitung des Dampfes, wie des Dunstes, geschieht durch die beständige Strömung der Luft.
- 4) Jeder Theil der Atmosphäre hat einen gewissen Wassergehalt: die Atmosphäre besteht demnach aus Luftmassen von verschiedenem Feuchtigkeitsgrade, mithin auch von verschiedener spezifischer Schwere, bei welchen Gleichgewicht und Bewegung nach den Gesetzen sich richten werden, die für elastische Flüssigkeiten von veränderlicher spezifischer Schwere gelten *).

*) Der Stand des Gleichgewichtes im strengen Sinne ist bei der Atmosphäre eigentlich nie vorhanden: immer findet eine theilweise Bewegung statt. Bei dieser Bewegung erleidet die Anwendung der Gesetze elastischer

Die Temperatur der Luft ist bekanntlich an einzelnen Orten sehr verschieden: betrachtet man aber die ganze Erdoberfläche, so ist es höchst wahrscheinlich, dass eine völlige Ausgleichung stattfindet, so dass die mittlere Temperatur der Erdoberfläche sich stets gleich bleibt. Dasselbe kann von der Feuchtigkeit vorausgesetzt werden.

Betrachten wir einen grössern Theil der Atmosphäre, etwa denjenigen Theil, welcher Mittel-Europa bedeckt, so wird die gesammte darin enthaltene Wassermenge etwas kleiner sein im Winter, als im Sommer, aber der Uebergang geht jedenfalls sehr langsam vor sich, so dass er von einem Tage zum andern kaum merklich sein wird. Es folgt hieraus, dass da der Zustand der auf einem ausgedehnten Landstriche ruhenden Atmosphäre den Barometerstand jedes einzelnen Ortes bedingt, der Einfluss des in der Luft schwebenden Wassers auf das Barometer von einem Tage zum andern sich kaum merklich ändern wird, während die locale Feuchtigkeit, welche das Psychrometer anzeigt, grossen Aenderungen unterliegen kann. Demnach besteht zwischen dem Barometer- und dem Psychrometerstande eines Ortes kein unmittelbarer Zusammenhang, und der Druck der trockenen Luft wird nicht erhalten, wenn man vom Barometerstande den durch das Psychrometer angegebenen Dunstdruck abzieht.

Dass ein Zusammenhang des Barometerstandes mit dem localen Dunstdruck nicht vorhanden ist, lässt sich durch die Beobachtung auf folgende Weise ganz entscheidend darthun. Aus den einzelnen Monaten hebe man die Tage heraus, wo der Dunstdruck einen sehr grossen, dann die Tage, wo er einen sehr geringen Betrag gehabt hat, und schreibe die beobachteten Barometerstände daneben. Man berechne alsdann die arithmetischen Mittel, so erhält man den Barometerstand, der

Flüssigkeiten einige Beschränkung dadurch, dass man den Theilchen eine gewisse Cohäsion, also den Massen eine gewisse Zähigkeit beilegen muss.

einem grossen, und den Barometerstand, der einem geringen Dunst-
druck entspricht. Ist die Anzahl der Beobachtungen gross genug, um
alle zufälligen Einflüsse zu eliminiren, so wird, wenn der locale Dunst-
druck keinen Einfluss hat, bei grossem wie bei geringem Dunstdrucke
derselbe Barometerstand herauskommen; hat dagegen der locale Dunst-
druck den gewöhnlich angenommenen Einfluss, so werden die Barometer-
stände erst nach Abzug des Dunstdruckes gleich werden. Um darüber
eine Entscheidung zu geben, habe ich eine Zusammenstellung der hiesi-
gen Beobachtungen des Jahres 1855 veranstaltet, wobei jedoch nur die
Stunden 10 Uhr Morgens und 4 Uhr Abends, und die 5 Monate Mai
bis September (wo grössere Variationen des Dunstdruckes sich zeigen,
berücksichtigt wurden. Das Ergebniss ist, wie folgt:

1855	10 Uhr Morgens.				4 Uhr Abends.			
	grosser Dunstdruck.		geringer Dunstdruck.		grosser Dunstdruck.		gering. Dunstdruck.	
	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>
Mai	4.12	316.26	2.33	316.33	4.37	315.70	2.40	315.28
Juni	5.68	17.70	3.44	18.29	5.53	17.27	3.44	18.10
Juli	5.95	17.60	3.99	17.09	5.93	16.88	3.95	17.11
August	6.35	18.55	4.32	18.65	6.34	18.01	4.09	19.11
Sept.	5.16	18.63	3.05	19.90	4.55	17.38	2.80	20.22

Bei der geringen Anzahl von Beobachtungen, die jeder Monat
liefert, stand zu erwarten, dass die zufälligen Einflüsse nur zum gering-
sten Theil eliminirt, mithin die Resultate beträchtlich auseinander gehen
würden. Um einigermassen brauchbare Resultate zu erzielen, muss man
die fünf Monate vereinigen; alsdann erhält man:

	10 Uhr Morgens.				4 Uhr Abends.			
	grosser Dunstdruck.		geringer Dunstdruck.		grosser Dunstdruck.		gering. Dunstdruck.	
	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>
1855	5 ^{'''} .49	317 ^{'''} .83	3 ^{'''} .48	318 ^{'''} .16	5 ^{'''} .48	317 ^{'''} .12	3 ^{'''} .45	318 ^{'''} .07

Vereinigt man die beiden Stunden, so ergibt sich:

Dunstdruck 5^{'''}.48 3^{'''}.46
 correspondirender Barometerstand 317.47 318.11.

Wird nach der gewöhnlichen Theorie die trockene Atmosphäre als ganz unabhängig von der Dunstatmosphäre angenommen, so erhält man für erstere nach Abzug des Dunstdruckes folgende zwei Werthe:

311^{'''}.99
 314.65,

die gleich sein sollten, aber um nicht weniger als

2^{'''}.66

von einander abweichen. Nach meiner Theorie dagegen soll derselbe mittlere Barometerstand bei grossem, wie bei geringem Dunstdrucke gefunden werden. In der That weichen die obigen beiden Werthe um

0^{'''}.64

von einander ab, eine Grösse, die um so weniger zu beachten ist, als hier der Mehrbetrag auf Seite des geringern Dunstdruckes fällt, d. h. der grössere Barometerstand dem geringern Dunstdrucke entspricht.

Da übrigens ein Jahr nicht hinreichend schien, um einen so wich-

tigen Satz zu erweisen, so sind die früheren Jahre rückwärts bis 1848 in gleicher Weise zusammengestellt worden: die Ergebnisse enthält die folgende Tabelle:

Jahr.	10 Uhr Morgens.				4 Uhr Abends.			
	grosser Dunstdruck.		geringer Dunstdruck.		grosser Dunstdruck.		gering. Dunstdruck.	
	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>	<i>Psychr.</i>	<i>Barom.</i>
1854	5.41	317.96	3.20	318.31	5.25	317.29	3.18	317.77
1853	5.42	17.42	3.59	17.37	5.61	17.03	3.60	17.13
1852	5.28	17.36	3.41	17.17	5.28	16.69	3.23	16.68
1851	5.75	17.77	3.67	18.62	5.49	17.26	3.51	18.79
1850	5.56	17.40	3.65	17.77	5.54	16.86	3.53	18.32
1849	5.96	17.73	3.98	18.15	5.83	17.72	3.76	18.02
1848	5.81	17.47	3.70	18.73	5.75	16.71	3.83	19.72

Man sieht, dass jedes einzelne Jahr zu demselben Resultate führt, und den von mir aufgestellten Lehrsatz bestätigt. Vereinigt man die sämtlichen, aus dem achtjährigen Zeitraume 1848—1855 herausgehobenen Beobachtungen zu einem einzigen Mittelwerthe, so ergibt sich:

Dunstdruck 5.55 . . . 3.52,
 correspondirender Barometerstand 317.35 . . . 317.95.

Auch hier ist der Barometerstand, welcher dem geringen Dunstdrucke entspricht, noch um 0".60 höher, was ich dem Umstande zuschreibe, dass der geringere Dunstdruck häufiger bei Ostwind stattfindet; jedenfalls aber betrachte ich den Satz als erwiesen: „dass der locale Dunstdruck mit dem Barometerstand nicht in unmittelbarem Zusammenhange steht“.

Die Ergebnisse, zu welchen die vorhergehende Discussion geführt hat, nöthigen uns, den Ablesungen des Psychrometers eine ganz andere Bedeutung beizulegen, als man ihnen bisher beigelegt hat.

Stellen wir uns für's Erste vor, es sei kein Wasserdunst in der Luft vorhanden, so wird die Dampfbildung an der Psychrometerkugel um so schneller vor sich gehen, je weiter die Luft vom Sättigungszustande entfernt ist; wir erhalten also eine Bestimmung der vorhandenen Dampfmenge. Stellen wir uns weiter vor, es sei auch Dunst in der Luft verbreitet, so wird dieser, falls die Luft nicht gesättiget ist, einen geringen *), falls sie gesättiget ist, gar keinen Einfluss auf das Psychrometer haben. Das Psychrometer dient also nicht zur Messung des in der Luft vorhandenen Wassergehaltes im Allgemeinen. Ich will übrigens für jetzt die Untersuchung in dieser Richtung nicht weiter fortsetzen, sondern mit gänzlicher Weglassung der psychrometrischen Aufzeichnungen einige Bestimmungen rücksichtlich der *sichtbar in der Luft schwebenden Dünste* anführen.

Obwohl das Wasser 770mal specifisch schwerer ist, als die Luft, so wird doch eine sehr beträchtliche Menge desselben in der Luft schwe-

*) Der Dunst muss, wenn die Luft nicht gesättiget ist, in Dampf übergehen, jedoch langsam, theils weil die Luft der Dampfbildung Widerstand leistet, theils weil Wärme erfordert wird, und die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist. Die auf diese Weise vor sich gehende Dampfbildung wird der Verdampfung an der Psychrometerkugel hinderlich sein.

Das Hygrometer verhält sich bezüglich des Wasserdunstes ganz anders als das Psychrometer, zeigt aber auch nur unter gewissen (aus den obigen Grundsätzen leicht abzuleitenden) Beschränkungen den Wassergehalt der Luft an.

bend erhalten. Der Grund hievon liegt in der Eigenthümlichkeit der Luft, dass sie sich an jeden Körper, klein oder gross, mit starker Adhäsion anschliesst, und gleichsam eine Hülle bildet, welche den Körper bei seiner Bewegung begleitet *). Jedes Stäubchen in der Atmosphäre, jedes Dunstkügelchen ist mit einer solchen Lufthülle umgeben, und kann nicht gegen die Erdoberfläche herabfallen, ohne die Lufthülle mit sich fortzuführen. Die Bewegung hängt nun ab von dem Verhältnisse der Schwere der Lufthülle zu der Schwere der eingeschlossenen Substanz. Regentropfen sind schwer im Verhältniss der sie umgebenden Hülle, und fallen schnell zur Erde; die ganz feinen Tropfen, welche sich beim Nebelreissen bilden, werden schon durch ihre Lufthüllen beträchtlich aufgehalten, und kommen nur sehr langsam herab: die Kügelchen, welche den eigentlichen Dunst bilden, fallen ebenfalls herab, aber so äusserst langsam, dass sie in einem ganzen Tage nur eine mässige Strecke zurückzulegen im Stande sind; dieser Bewegung tritt indessen immer von Zeit zu Zeit die nach oben gerichtete Luftströmung entgegen, so dass sie im Ganzen mehr aufwärts als abwärts geführt werden. Auf solche Weise wird der Wasserdunst, und zwar in weit grösserer Menge, als man sich gewöhnlich vorstellt, in der Luft erhalten. Nicht blos da, wo man Wolken und Nebel sieht, ist Dunst vorhanden. Die Abend- und Morgenröthe, dessgleichen das weissliche Aussehen des Himmels, welches gegen den Horizont in grössere Trübung übergehend, nicht selten sich zeigt, rühren nicht etwa vom unsichtbaren elastischen Dampfe her: sie werden durch den Dunst erzeugt und beweisen das stete Vorhandensein und die grosse Menge desselben.

Der Dunst entsteht bei fallender Temperatur aus dem elastischen Wasserdampf durch Condensation unter den in der Physik näher be-

*) Einen umständlichen Nachweis hierüber habe ich in dem Jahresberichte der k. Sternwarte für 1852 S. 73 geliefert.

zeichneten Bedingungen. Da in den höhern Regionen eine stete Verminderung der Temperatur eintritt, so wird immer in einer gewissen Höhe die Condensation der aufsteigenden Dämpfe erfolgen. Aber auch unmittelbar nach der Bildung der Dämpfe kann eine Condensation zu Stande kommen, wenn die Luft kälter ist als das Wasser, aus welchem der Dampf emporsteigt, wie diess beim Sieden des Wassers der Fall ist.

Man stellt sich ziemlich allgemein vor, dass aller in der Luft befindliche Dunst aus verdampftem Wasser entstanden sei; jedoch halte ich diese Ansicht nicht für hinreichend begründet. Bringt man Wasser zum Sieden, so nimmt die Luft da, wo sie das Wasser berührt, die Temperatur des Wassers an, und es sollte also unmittelbar an der Wasseroberfläche eine Condensation nicht erfolgen. Man überzeugt sich aber sehr leicht durch den Versuch, dass dennoch hier Dunst entsteht. Ich glaube hiernach annehmen zu dürfen, dass gleichzeitig mit dem Dampfe bei allen Temperaturen auch Dunst in die Luft übergehe. Dieser Dunst wird von dem aus Dampf gebildeten sich dadurch unterscheiden, dass von allen im Wasser aufgelösten Stoffen eine verhältnissmässige Menge darin enthalten sein wird*).

Der Dunst ist unsichtbar, so lange er in geringer Menge in der

*) Es gibt viele Thatsachen, die hiemit in Zusammenhang stehen. Die ungesunde Luft, die an Sümpfen sich zeigt, erhält ihre für die Gesundheit nachtheilige Eigenschaft nur dadurch, dass sie den aus den Sümpfen entstehenden Wasserdunst mit sich führt, und der Dunst die im Wasser vorkommenden Substanzen enthält. In den *Landes* zwischen *Bordeaux* und *Bayonne* gibt es Gegenden, wo kein gutes Trinkwasser zu finden ist. Wer ein Glas Wasser trinkt, wie es geschöpft wird, bekommt das Fieber. Die gleichen Fiebererscheinungen treten aber auch hervor, wenn man bei grösserer Hitze die Luft einathmet an Stellen, wo Wasser angesammelt ist. Offenbar gelangt in letzterem Falle dasselbe Wasser als Dunst durch die Respiration in den Organismus.

Luft schwebt. Befindet sich eine grössere Menge davon in demselben Raume angesammelt, so wird er sichtbar als Wolken in der Höhe, als Nebel in der Tiefe.

Da keine grossen Wasserflächen in und um München sich befinden, so fehlt die Hauptbedingung eines feuchten Klima, und es ist einerseits nicht anzunehmen, dass die Menge des unsichtbar in der Luft schwebenden Dunstes besonders gross sein werde, so wie andererseits die Beobachtung lehrt, dass der Nebel seltener ist, als in den meisten anderen Localitäten *).

Den Nebel sieht man bisweilen an feuchten Localitäten in und um München sich bilden, jedoch kann mit Bestimmtheit behauptet werden,

*) Man könnte glauben, dass der schnelle Lauf der Isar den Uebergang des Wassers in die Luft begünstige. Einer solchen Annahme steht einigermassen die Beobachtung entgegen, dass unter Umständen, wo der Nebel sich bildet, verhältnissmässig wenig davon aus der Isar emporsteigt.

Rücksichtlich der Nebelbildung dürfte es zweckmässig sein, hier zu bemerken, dass er auf dreifache Weise entstehen kann. Bei weitem der grösste Theil des Nebels besteht aus Dampf, der unmittelbar bei der Verdampfung condensirt wird. Zur Bildung desselben wird erfordert, dass die Luft kälter sei als das Wasser, aus welchem der Dampf sich entwickelt. Nicht blos Wasserflächen, sondern auch Moose und die Feuchtigkeit, die an der Bodenoberfläche, insbesondere auf Wiesen und in Wäldern vorhanden ist, liefern das Material dazu.

Als eine zweite Entstehungsweise des Nebels haben wir die allmähliche Abkühlung der untern Luftschichten und die Condensation des darin enthaltenen Dampfes zu betrachten. Entschieden kommt aber nur ein kleiner Theil des Nebels auf solche Weise zu Stande.

Setzen wir endlich, wie ich oben angenommen habe, voraus, dass zugleich mit dem Dampfe auch Dunst aus dem Wasser sich entwickelt so wird dieser ebenfalls zur Nebelbildung beitragen, und hiemit wäre eine dritte Entstehungsweise bezeichnet.

dass nur ein kleiner Theil des in München beobachteten Nebels auf solche Weise entstanden ist. Der Nebel kommt nach München von auswärts, und zwar haben wir folgende Vorgänge zu unterscheiden.

Im Frühjahr erscheint der Nebel nach Mitternacht als eine dichte Wand in Osten und Nordosten, wird gegen Sonnenaufgang durch den um diese Zeit entstehenden Ost- oder Nordost-Wind nach München gebracht, erhebt sich zwischen 9 und 10 Uhr Morgens in einzelnen Massen in die Höhe, und bewegt sich mit grosser Schnelligkeit mit dem Luftzug nach Westen, um nach kurzem Zeitraume wieder als Gewitter- und Regenwolken zurückzukommen.

Im Sommer wird dieser Vorgang seltener, im Spätherbst sehr häufig beobachtet, jedoch mit der Modification, dass Gewitter dadurch nicht mehr zu Stande kommen.

Im Winter erscheint der Nebel gegen Abend an der oben bezeichneten Stelle, und breitet sich zwischen Sonnenuntergang und 10 Uhr Abends über München aus.

Im Winter bemerkt man aber auch bisweilen gegen Abend in Westen oder Nordwest eine Nebelwand, die nach Sonnenuntergang sich ausbreitet und München einhüllt.

Folgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Beobachtung über die Häufigkeit der Nebel in München dar: sie umfasst den vierzehnjährigen Zeitraum von 1843 bis 1856, und gibt an, wie oft in diesen 14 Jahren der Nebel (in mehr oder minder intensivem Grade) Morgens, wie oft er Mittags und wie oft er Abends beobachtet worden ist.

	N e b e l		
	Morgens	Mittags	Abends
Januar	115 . . .	54 . . .	74
Februar	76 . . .	23 . . .	27
März	58 . . .	5 . . .	6
April	34 . . .	— . . .	1
Mai	20 . . .	— . . .	1
Juni	9 . . .	— . . .	1
Juli	13 . . .	— . . .	—
August	23 . . .	1 . . .	2
September	81 . . .	5 . . .	6
October	116 . . .	26 . . .	36
November	140 . . .	44 . . .	56
December	123 . . .	69 . . .	82

Die Abhängigkeit der Nebelbildung von der Depression der Temperatur stellt sich hier auf das Entschiedenste heraus, sowohl die tägliche als die jährliche Periode äussert sich in den obigen Zahlen.

Man sieht zugleich, dass vom April bis gegen Ende September die Sonnenwärme zu Mittag immer gross genug ist, um den Nebel aufzulösen.

Im ganzen Jahre kann man im Mittel rechnen:

58 mal Nebel Morgens,
 16 „ „ Mittags,
 21 „ „ Abends.

Es würde von grossem Interesse sein, genau die Striche bezeichnen zu können, wo der Nebel östlich und westlich von München entsteht, und wie die Bildung desselben zu Stande kommt. Bisher ist nichts Sicheres darüber ermittelt worden, jedoch halte ich es für wahrscheinlich, dass der Nebel in Osten theils aus dem schmalen sumpfigen

Striche, der zwischen Perlach und Ismaning liegt, theils aus den weiter östlich befindlichen Wäldern und dem Innthale emporsteigt.

Der Einfluss des in der Luft schwebenden Wassergehaltes auf die Functionen des menschlichen Organismus verdient um so mehr Beachtung, da hier die Localität eine Hauptbedingung ist, und die Feuchtigkeit der Luft einen Factor des örtlichen Klima bildet.

Da die Feuchtigkeit nicht blos mit dem menschlichen Körper in äusserliche Berührung kommt, sondern auch durch die Respiration zu den innern Organen gelangt, so wäre es vor allem wichtig, zu ermitteln, ob mit dem Wasser Substanzen, die schädlich auf den Organismus wirken könnten, in die Luft übergehen. Solche Substanzen kommen sonst nur in stagnirendem Wasser vor. Die einzige Localität in der Gegend von München, wo stagnirendes Wasser sich befindet, und von wo aus der Dunst durch gewöhnliche Luftströme nach München gelangen kann, ist der eben vorhin erwähnte sumpfige Landstrich zwischen Perlach und Ismaning. Es ist übrigens nicht wahrscheinlich, dass hier schädliche Ausdünstungen entstehen, da sonst ihr Einfluss in den nahe liegenden Dörfern in erhöhtem Maasstabe sich kundgegeben haben müsste.

Hauptsächlich bei extremen Temperaturen der Luft macht sich die darin enthaltene Feuchtigkeit für das Gefühl bemerklich. Feuchtigkeit, von einer höheren Temperatur begleitet, erschwert die Respiration und bringt eine ängstliche Empfindung hervor; das ist es, was gewöhnlich „Schwüle“ genannt wird. Feuchtigkeit bei tieferer Temperatur schlägt sich an den entblössten Theilen der Haut, so wie an der Kleidung nieder, worauf eine theilweise Verdunstung, besonders bei stärkerem Luftzuge erfolgt. Dadurch wird eine empfindliche, die Thätigkeit der Organe in hohem Grade hemmende Kälte erzeugt. Diesen Luftzustand bezeichnet man als „nasskalt“. Aber auch ohne hohe oder tiefe

Temperatur übt die in der Luft vorhandene Feuchtigkeit auf die menschliche Haut einen Einfluss aus, der um so mehr hervortritt, je weniger die Haut abgehärtet ist. Besonders empfindlich ist die Haut derjenigen, die an rheumatischen Affectionen leiden. Auch an einzelnen Theilen des Körpers kann die Haut einen höhern Grad von Empfindlichkeit erlangen, namentlich ist diess der Fall bei den Narben von Arm- und Beinbrüchen und sonstigen Wunden oder Verletzungen. Dem Einfluss der Feuchtigkeit ist es zuzuschreiben, dass Personen, welche solche Narben haben, das Herannahen von Gewittern, Regen und Schnee fühlen; in solchen Fällen nämlich schwebt eine grosse Menge Dünste in der Luft.

So wie die Luft bei grossem Wassergehalte dem Körper Feuchtigkeit zuführt, so entzieht sie bei geringem Wassergehalte, insbesondere durch die Respiration, einen Theil der im Körper vorhandenen Feuchtigkeit. Letzterer Vorgang mag wohl von eben so grossem Einflusse sein, wie der erstere. Den geringsten Wassergehalt führen die Ostwinde mit sich.

Was im Vorhergehenden über Schwüle, Nasskälte und den Einfluss der Feuchtigkeit dargelegt worden ist, zeigt, wie sehr diese atmosphärischen Zustände Beachtung verdienen. Soll aber nun angegeben werden, wie das Münchener Klima in Beziehung auf dieselben sich verhalte, so lässt sich auch gar nichts darüber aussprechen. Welche Temperatur- und Feuchtigkeitsgrade werden zur Schwüle, zur Nasskälte, zur Einwirkung der Feuchtigkeit auf die Haut erfordert? Ist es der Wasserdunst allein oder gleichzeitig auch der elastische Dampf, der in Betracht gezogen werden muss? Darüber herrscht noch völlige Ungewissheit, und so lange hierüber nichts Näheres festgesetzt wird, so kann man mit Recht sagen, dass die sorgfältigsten meteorologischen Aufzeichnungen gerade über die wichtigsten medicinischen Witterungs-Einflüsse keine Auskunft ertheilen.

7.

Das wichtigste Element bei Bestimmung des Klima ist der *Wind*, der nicht bloß die atmosphärischen Aenderungen im Grossen vermittelt, sondern auch in den meisten Vorgängen der Witterung Verlauf und Wirkung bedingt.

Zunächst muss unterschieden werden zwischen den Bewegungen der Luft auf der Erdoberfläche und in der Höhe.

Wenn eine Luftmasse auf der Erdoberfläche sich zu bewegen hat, so unterliegt sie, als Flüssigkeit, ähnlichen Bedingungen und Gesetzen, wie das Wasser. Wie das Wasser seine Dämme und seine Rinnsale hat, so finden wir auch solche bei dem Winde. Die Gebirgskette, die vom Bodensee bis nach Salzburg sich erstreckt, bildet einen Damm, wodurch für München südliche wie nördliche Ströme in ihrer Bewegung aufgehalten werden. Die heissen Winde, die von Africa herüberkommen und den Bewohnern Italiens so lästig fallen, gelangen bloß bis zu den Alpen: nur in ganz seltenen Fällen findet ein Theil des Stromes seinen Weg über die Alpenkette *). Im Gebirge gibt es nur eine Lücke

*) Es muss jedoch bemerkt werden, dass der africanische Wind auf einem Umwege, nämlich vom mittelländischen Meere durch das Rhonethal herauf und über die Schweiz nach München gelangen kann. So hatten wir am 5. Juli 1842 einen heissen und trockenen Sturmwind aus Westen mit einer Hitze von 23°, wodurch Gras und Baumblätter ausgedorrt wurden. Dieselben Wirkungen mit erhöhter Intensität brachte dieser Wind in Frankreich hervor.

Dass der oben vorgezeichnete Weg der richtige ist, weist der Anblick einer Reliefkarte auf das Ueberzeugendste nach. Der Vorgang selbst muss übrigens als Seltenheit betrachtet werden. Gewöhnlich kommt der africanische Wind nach Frankreich und Deutschland fast gleichzeitig und in gleicher Richtung, nämlich von Süden. Ich habe am 26. Sept. 1856

oder einen Pass, wodurch der Sirocco mit stärkerer Strömung hereinkommen kann, nämlich etwas westlich von Salzburg. Der auf diesem Wege eindringende Luftstrom gelangt, sehr geschwächt, nach München von südöstlicher Richtung, im Mittel 20 mal des Jahres.

Kommt ein Strom von Norden, so staut er sich am Gebirge, und wird bald zum Stillstande gebracht. Der Nordwind weht sehr selten (im Mittel 15 mal des Jahres) und dauert nur kurze Zeit.

Der an der Südgrenze Bayerns vom Gebirge gebildete Wall dient aber nicht bloß dazu, senkrecht dagegen gerichtete Ströme aufzuhalten, sondern auch schief gerichtete Ströme zu leiten. Am Gebirge selbst werden die Strömungen (wo nicht etwa besondere Local-Verhältnisse wirksam sind) die Richtung von Osten oder Westen annehmen müssen: weiter vom Gebirge entfernt wird die Wirkung in dieser Beziehung immer schwächer werden. Natürlich gilt diess von allgemeinen nicht von localen Strömungen, die nur geringe Ausdehnung und geringe Dauer haben.

Wollen wir diese Grundsätze auf München anwenden, so finden wir, dass allgemeine Strömungen auf der ganzen Fläche von Mittel-Deutschland schon an und für sich entweder von Osten oder von Westen kommen mit geringer Abweichung gegen Süden oder Norden, also ohnehin fast parallel mit der Alpenkette sich bewegen.

Das Gebirge hat noch eine Beziehung zur Windrichtung. Wenn bei völliger Windstille die Sonne aufgeht, so erwärmt sie die am Fusse

Abends in *Cette* und am folgenden Tage in *Montpellier* einen heissen Süd Sturm beobachtet, der in ähnlicher Weise, nur viel schwächer, in München sich bemerklich gemacht hat.

des Gebirges befindliche Luft: diese steigt vermöge ihres geringen specifischen Gewichtes in die Höhe, während die obere kältere Luft herabfällt und der übrigen Masse einen Impuls nach Norden gibt. Die Bewegung nach Norden wird noch gefördert dadurch, dass die ganze Masse in Folge der Erwärmung ein grösseres Volumen erhält. Auf solche Weise entsteht der frische Luftzug, der zu uns Morgens vom Gebirge her kommt, und sich noch viel weiter nördlich erstreckt.

Das Gesagte führt uns zur Unterscheidung von zweierlei Arten von Luftströmungen: locale Strömungen und allgemeine Strömungen. Erstere entstehen durch stellenweise Erwärmung des Bodens, durch Regen und Gewitter und sind schnell vorübergehend; letztere kommen von ferne her und dauern längere Zeit an. Allgemeine Strömungen haben bei uns, wie oben bereits erwähnt wurde, eine östliche oder westliche Richtung, und können 6 bis 10 Tage andauern. Bemerkenswerth ist, dass der Westwind constant, der Ostwind aber in der Regel intermittirend ist; er hört bei Sonnenuntergang auf und fängt des folgenden Tages ein paar Stunden nach Sonnenaufgang wieder an.

Locale Strömungen folgen jedem in ihrer Richtung gelegenen Rinnsale oder werden durch solche Rinnsale modificirt. Zunächst an München kommt nur ein Rinnsal dieser Art vor, nämlich das Bett der Isar mit nordöstlicher Richtung. Die Wirkung davon macht sich hauptsächlich bei Gewittern bemerklich, die (stets von Westen kommend) in ihrem Vorschreiten verzögert und mehr oder weniger nordöstlich gerichtet werden.

Mehrere Jahre wurde an der hiesigen Sternwarte die Windrichtung zu allen geraden Stunden Tag und Nacht aufgezeichnet; in neuerer Zeit geschieht die Aufzeichnung blos bei Tage um 8, 10, 12, 2, 4, 6 Uhr. Folgende Zusammenstellung enthält blos die Resultate der eben

erwähnten Stunden, und zwar die Summe der in dem 14jährigen Zeitraume 1843—1856 aufgezeichneten Winde.

	Nord.	Nord-Ost.	Ost.	Süd-Ost.	Süd.	Süd-West.	West.	Nord-West.	Stille.
Januar	48	241	517	213	112	438	564	144	205
Februar	49	287	238	177	54	440	891	146	101
März	57	416	447	127	39	461	714	252	58
April	108	352	394	105	39	464	667	308	77
Mai	143	537	365	130	36	357	564	350	90
Juni	150	386	277	121	39	386	690	367	74
Juli	153	351	290	92	24	495	709	373	110
August	168	301	352	101	43	502	654	345	101
September	165	408	472	94	39	342	553	304	111
October	90	305	431	195	76	524	638	177	222
November	37	303	418	243	103	460	624	131	166
December	46	346	433	196	85	511	636	125	200

Jeder Wind hat sein eigenes Gesetz, und zwar geht die Progression von Monat zu Monat ziemlich regelmässig fort. Einige Winde sind im Sommer häufiger, andere im Winter. Um dieses Verhältniss deutlicher zu zeigen, wollen wir die Monate April bis September als Sommerhalbjahr, die übrigen Monate als Winterhalbjahr bezeichnen, so dass das Sommerhalbjahr die Zeit umfasst, wo die Sonne nördlich, das Winterhalbjahr die Zeit, wo sie südlich vom Aequator verweilt; unter dieser Voraussetzung ergibt sich:

Windrichtung.	14jährige Summen.		Zahl der Tage in 1 Jahre.	
	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.
Nord	887	327	11	4
Nordost	2335	1898	28	23
Ost	2150	2484	26	30
Südost	613	1091	8	13
Süd	220	469	3	5
Südwest	2546	2834	30	34
West	3837	4076	46	49
Nordwest	2047	975	24	12
Stille	563	952	7	11

Diese Zusammenstellung zeigt, dass der Südwind bei uns am seltensten weht, der Westwind dagegen im Sommer wie im Winter der vorherrschende ist. Letzterer Satz ist auch dann richtig, wenn man sämtliche Winde mit östlicher und ebenso sämtliche Winde mit westlicher Richtung vereinigt. Werden nämlich die Richtungen West, Südwest und Nordwest, dann Ost, Südost und Nordost zusammengezogen, so erhält man:

	14jährige Summen.		Zahl der Tage in 1 Jahre.	
	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.
Strömungen von Westen	8430	7885	100	94
Strömungen von Osten	5128	5473	61	65

Es ist hieraus zugleich zu ersehen, dass westliche Winde häufiger

im Sommer als im Winter, östliche Winde dagegen häufiger im Winter als im Sommer wehen.

Im Sommer haben die Richtungen von Norden, im Winter die Richtungen von Süden das Uebergewicht. Diess zeigt sich eben sowohl, wenn man die einzelnen Winde in der obigen allgemeinen Tabelle betrachtet, als wenn man die Richtungen Nord, Nordost und Nordwest, dann Süd, Südost und Südwest zusammenzieht; in letzterem Falle erhält man:

	14jährige Summen.		Zahl der Tage in 1 Jahre.	
	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.
Strömungen von Norden	5269	3200	63	39
Strömungen von Süden	3409	4394	41	52

Dass die Strömung von Norden im Sommer, von Süden im Winter vorwaltet, hat seinen Grund darin, dass die Sonne im Sommer die nördliche, im Winter die südliche Halbkugel mehr erwärmt, und dadurch eine Ausdehnung der Luft bewirkt.

Wenn gleich die grösseren Bewegungen der Luft, wie oben gezeigt wurde, immer eine grosse Ausdehnung und Verbreitung *) haben,

*) Zusammenstellungen finden sich in den Annalen für Meteorologie und Erdmagnetismus XI. Heft S. 185 und 199, woraus zu ersehen ist, dass die starken Luftströmungen auf der ganzen Fläche des mittlern Deutschlands sich fast ganz parallel fortbewegen

so wird doch ihre Stärke durch die Localität sehr modificirt. Ein tief gelegener durch umgebende Höhen geschützter Ort hat immer eine geringere, ein hoch und frei gelegener Ort eine grössere Stärke.

München, auf einer Hochebene gelegen und ohne allen Schutz, gehört zu denjenigen Orten, die der stärksten Luftbewegung ausgesetzt sind. Die mittlere Windstärke, nach der Scala der Societas Palatina ausgedrückt, ist wie folgt:

	Vormittags.	Nachmittags.
Januar . . .	1.2	1.2
Februar . . .	1.8	1.0
März . . .	1.6	1.8
April . . .	1.7	1.8
Mai . . .	1.5	1.8
Juni . . .	1.5	1.7
Juli . . .	1.4	1.5
August . . .	1.4	1.5
September . . .	1.4	1.4
October . . .	1.3	1.2
November . . .	1.3	1.3
December . . .	1.4	1.4

Die Luftbewegung ist im Sommer grösser als im Winter, Nachmittags grösser als Vormittags: beides erklärt sich dadurch, dass die Erwärmung der Luft durch die Sonne eine Bewegung hervorruft, die um so grösser wird, je stärker die Erwärmung.

Die hier angewendete Windscala führt nur zu relativen Bestimmungen; es ist auch bisher keine Untersuchung des Verhältnisses zwischen der Scala und der absoluten Geschwindigkeit des Windes ausgeführt worden. Nach einer ziemlich allgemein angenommenen

Schätzung wurde sonst vorausgesetzt, dass der stärkste Wind der Scala einer Geschwindigkeit von 28 Fuss in der Secunde entspreche, und hieraus würde folgen, dass die Luft in München durchschnittlich sich mit einer Geschwindigkeit von 10 Fuss in der Secunde bewegt. Diese Geschwindigkeit ist jedoch wahrscheinlich zu klein. Die Tafel von *Smeaton* würde sogar den doppelten Betrag geben. Jedenfalls geht hieraus die grosse Beweglichkeit der Münchner Atmosphäre hervor.

Um die Bedeutung dieses Umstandes einzusehen, braucht man blos folgendes einfache Experiment vorzunehmen. Wenn man in einem mässig erwärmten Zimmer sich entkleidet, und ein paar Minuten unbeweglich stehen bleibt, so findet man die Temperatur ganz behaglich; setzt man sich aber in Bewegung und macht nur einige Schritte im Zimmer, so tritt sogleich das Gefühl der Kälte ein. Der Grund hievon ist leicht zu begreifen.

Die Temperatur des Körpers ist immer höher als die der Luft; so wie man nun kurze Zeit unbeweglich bleibt, so erwärmt sich die an der Haut anliegende Luftschichte, und da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, so verrichtet diese Luftschichte dieselben Dienste, wie sonst die Bekleidung: sie hält den Körper warm. Geht man dagegen im Zimmer auf und ab, so kommt die Haut fortwährend mit neuen Luftschichten in Berührung, und es wird fortwährend dem Körper Wärme entzogen.

Ist der Körper bekleidet, so dringt die innere Wärme durch die Kleidung hindurch, und wird durch eine ruhige Luftschichte zusammengehalten, durch bewegte Luft weiter fortgetragen und zerstreut.

Wer diesen Vorgang sich klar gemacht hat, wird die Grösse des Verlustes an Körperwärme leicht beurtheilen können, den die beständige Luftströmung auf der Hochebene Münchens zur Folge haben muss;

hierin liegt die wahre Lösung des Räthsels, wie die gleiche Luftwärme an verschiedenen Orten so verschiedene Wirkung hervorbringen kann, und es ist leicht einzusehen, wie dieselbe Kleidung, die in mancher andern Stadt einen hinreichenden Schutz gewährt, in München auch in unsern mildesten Tagen Erkältung und die lange Reihenfolge damit zusammenhängender Krankheits-Erscheinungen herbeiführen kann.

8.

Die nähere Untersuchung des *Wolkenzuges* *) ist zunächst deshalb wichtig, weil daraus zu entnehmen ist, wie die meteorischen Niederschläge zu Stande kommen; ferner erhalten wir daraus über die Luftbewegung in den höheren Regionen Auskunft.

Vor Allem muss der Umstand hervorgehoben werden, dass gar häufig der Himmel gleichmässig überzogen ist, und eine Bewegung der Wolkendecke nicht beobachtet werden kann. Auch der Nebel oder die in den untersten Luftschichten schwebenden Dünste verhindern oft die Beobachtung des Wolkenzuges. Unter solchen Umständen ist der Wolkenzug als „unbestimmt“ bezeichnet worden.

Folgende Tabelle, ganz analog der obigen Tabelle der Windrichtungen, umfasst die sämtlichen Aufzeichnungen des Wolkenzuges zu den Stunden 8, 10, 12, 2, 4, 6 Uhr während des 14jährigen Zeitraumes 1843—1856.

*) Nur an sehr wenigen Punkten ist eine richtige Aufzeichnung des Wolkenzuges gemacht worden. In Städten, wo die Beobachtung der Windrichtung Schwierigkeit hat, ist hie und da die Windrichtung als identisch mit dem Wolkenzuge betrachtet worden.

	Nord.	Nord-Ost.	Ost.	Süd-Ost.	Süd.	Süd-West.	West.	Nord-West.	Unbestimmt.
Januar	7	6	41	9	13	34	512	40	1656
Februar	7	14	60	1	4	29	646	55	1315
März	32	41	115	8	10	62	732	100	1183
April	43	36	184	12	29	84	1022	98	713
Mai	43	71	268	22	30	104	1072	146	680
Juni	34	32	190	7	35	113	1237	157	512
Juli	33	35	185	7	21	83	1465	138	354
August	30	39	190	10	15	76	1316	134	475
September	45	62	200	19	24	88	1003	79	630
October	26	30	149	22	32	88	955	58	985
November	10	25	105	16	12	75	583	55	1464
December	4	14	85	4	3	40	539	41	1594

Theilt man das Jahr in eine Sommer- und eine Winterhälfte (wie oben bei der Windrichtung), so erhält man folgende Zusammenstellung:

Wolkenzug.	14jährige Summen.		Zahl der Tage in 1 Jahre.	
	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.	Sommerhalbjahr.	Winterhalbjahr.
Nord	228	86	3	1
Nordost	275	130	3	2
Ost	1217	556	14	7
Südost	77	60	1	1
Süd	154	74	2	1
Südwest	548	328	7	4
West	7115	3967	85	47
Nordwest	752	349	9	4
Unbestimmt	3364	8197	40	98

Die vorherrschende Richtung der Wolken in allen Monaten geht von Westen nach Osten. Wenn man die Richtungen West, Südwest und Nordwest, dann Ost, Südost und Nordost zusammennimmt, so erhält man folgende Zahlen:

	14 jährige Summen.		Zahl der Tage in 1 Jahre.	
	westliche Richtungen.	östliche Richtungen.	westliche Richtungen.	östliche Richtungen.
Januar	586	56	7	1
Februar	730	75	9	1
März	894	164	11	2
April	1204	232	14	3
Mai	1322	361	16	4
Juni	1507	229	18	3
Juli	1686	227	20	3
August	1526	239	18	3
September	1170	281	14	3
October	1101	201	13	2
November	713	146	8	2
December	620	103	7	1

Der geringere Betrag der Zahlen im Winter als im Sommer erklärt sich aus der obigen allgemeinen Tabelle der Winde, und hat seinen Grund darin, dass wegen dunstiger Luft der Wolkenzug im Winter selten beobachtet werden kann.

Nimmt man die Richtungen Nord, Nordost und Nordwest, dann Süd,

Südost und Südwest zusammen, so erhält man folgende Zusammenstellung:

	14jährige Summen.		Zahl der Tage in 1 Jahre.	
	nördliche Richtungen.	südliche Richtungen.	nördliche Richtungen.	südliche Richtungen.
Januar	53	56	1	1
Februar	76	34	1	0
März	173	80	2	4
April	177	125	2	1
Mai	260	156	3	2
Juni	223	155	3	2
Juli	206	111	2	1
August	203	101	2	1
September	186	131	2	2
October	114	142	1	2
November	90	103	1	1
December	59	47	1	0

Es ergibt sich hieraus ein nicht unbeträchtliches Uebergewicht der nördlichen Richtungen, theilweise durch das südliche Gebirge, theilweise durch die allgemeine Strömung vom Pole gegen den Aequator bedingt.

9.

Die Verhältnisse der *Gewitter* und der *Electricität* verdienen bei der Untersuchung des Klima besondere Beachtung. Ich setze als bekannt voraus, dass die Erde eine bestimmte und immer gleiche Menge negativer Electricität besitzt, die trockene Luft dagegen die Electricität weder leitet noch enthält.*) Die unmittelbare Folge ist, dass, da die

*) Nähere Nachweisungen findet man in meiner „Beschreibung der an der Münchner Sternwarte zu den Beobachtungen verwendeten neuen Instrumente und Apparate“. S. 61.

Electricität stets die äussersten und höchsten Punkte zu gewinnen sucht, die Bergspitzen eine sehr starke Electricität besitzen werden, wodurch leichte in der Luft schwebende Massen — namentlich Dunstmassen oder Wolken — eine Anziehung erleiden. Daher kommt es, dass die Nebel*) sich um die Bergspitzen ansammeln, dass Gewitterwolken nach den Bergspitzen hineilen und um die Spitzen beständig sich herumziehen, ohne sich davon trennen zu können, daher kommt es auch, dass die meisten in die Gegend von München kommenden Gewitter nach dem südbayerischen Gebirge ihre Richtung nehmen. Es folgt daraus aber auch zugleich, dass, da eine electricische Anziehung von allen hohen Punkten ausgeht, auch hochgelegene Gegenden auf die in der Luft schwebenden Dünste eine Anziehung ausüben, und folglich mehr Gewitter haben werden als tiefgelegene. In der That hat München im Verhältnisse zu andern Orten eine ungemein grosse Anzahl von Gewittern, wie aus folgender Zusammenstellung (die Summe aller Gewitter von 1842 bis 1856 enthaltend) hervorgeht

	Gewitter.		
	München berührend.	nördlich vorüberziehend.	südlich vorüberziehend.
Januar	—	—	—
Februar	1	—	—
März	5	—	3
April	33	4	14
Mai	79	15	34
Juni	108	14	44
Juli	109	16	41
August	101	13	35
September	24	3	11
October	4	1	1
November	1	—	—
December	—	—	—

*) Ich vermute, dass die unverhältnissmässig grosse Menge Thau, welche auf Bergen fällt, ebenfalls von der Electricität theilweise bedingt ist.

Berechnet man hieraus einen Mittelwerth für das ganze Jahr, so ergibt sich:

31	Gewitter, die München berühren,
12	„ die südlich vorüberziehen,
4	„ die nördlich vorüberziehen.

Das grosse Uebergewicht der südlichen Gewitter liefert einen Beweis von der oben hervorgehobenen Anziehung der Gebirge.

Es ist eine sehr verbreitete Ansicht, dass zahlreiche Gewitter das Gedeihen der Feldfrüchte und den Wachsthum überhaupt fördern; auch wird den Gewittern Einfluss auf die Gesundheit zugeschrieben, in so ferne als sie die „Luft reinigen“. Der erstere Erfolg ist vollkommen begründet, aber nicht die Electricität ist es, welche die Wirkung hervorbringt, sondern die Abwechselung von Wärme und Feuchtigkeit; jedes Gewitter setzt nämlich eine beträchtliche Wärme und Sonnenschein als Bedingung des Entstehens voraus. Was die „Reinigung der Luft“ betrifft, so werden allerdings in Gegenden, wo eine schädliche Ausdünstung stattfindet, die in der Luft schwebenden Molecule durch den fallenden Regen zur Erde gebracht; eine sonstige Wirkung kann nicht zugestanden werden. *).

*) Diejenigen, die mit Naturforschung in mehr übersichtlicher Weise sich beschäftigen, bilden sich gewöhnlich ihre Vorstellungen von den Wirkungen der Electricität in der Natur nach den Experimenten, welche in der Physik mit der Electrisir-Maschine gemacht werden, und haben hauptsächlich die Erschütterung oder Erregung im Auge, welche die electriche Entladung hervorbringt. Hieraus entstehen Hypothesen über die Wirkungen der Electricität auf das animalische und vegetabilische Leben. Nun muss aber bemerkt werden, dass, wenn man die nur selten vorkommenden Gewitter bei Seite lässt, gar keine electriche Entladungen in der Natur vorkommen; aber auch selbst bei Gewittern beschränkt

Der Umstand verdient hier noch hervorgehoben zu werden, dass die Gewitter rücksichtlich auf Entstehung und Verbreitung als local zu betrachten sind, auch einen ziemlich einförmigen Verlauf haben. Nie kommt zu uns ein Gewitter ausser von westlicher Richtung, *) der Anfang des Entstehungsprocesses ist aber fast immer in Osten zu suchen. Oestlich von München zeigt sich eine Nebelmasse, die Morgens über

sich die Wirkung auf einzelne Gegenstände, die zufällig der Blitz trifft. Eine erregende Einwirkung der Electricität auf die Pflanzen- und Thierwelt muss demnach ganz in Abrede gestellt werden. — Die Electricität äussert ihre Existenz sonst blos durch eine Spannung, die an den höchsten dem freien Himmel ausgesetzten Spitzen der Gegenstände merklich hervortritt, und diess auch nur in dem Falle, wenn eine Ableitung zu den Wolken nicht stattfindet. In bedeckten Räumen besteht nie electricische Spannung. Auch eine Strömung der Electricität von der Erde zur Atmosphäre oder umgekehrt ist, wie ich im Jahresberichte der Münchner Sternwarte für 1852 S. 82 nachgewiesen habe, nicht vorhanden.

Die electricische Spannung an der Erdoberfläche ist so gering, dass wohl keine andere Wirkung als die bereits oben bezeichnete Anziehung leichter in der Luft schwebender Substanzen dadurch hervorgebracht werden kann.

- *) Die eigentliche Bewegung der Gewitter bei uns ist, ohne Ausnahme, von Westen; trifft indessen ein Gewitter auf seinem Wege ein Hinderniss an, so kann die Richtung mehr oder weniger modificirt werden. So z. B. sieht man bisweilen, dass ein Gewitter am Gebirge einige Zeit fortgeht, dann aufgehalten wird und nach Norden sich ausbreitet. So können Gewitter nördlich oder südlich von München nach Osten vorbeiziehen, und dann nach einigem Aufenthalte eine Schwenkung vornehmen, so dass sie sogar wieder nach München zurückkommen. Alle Gewitter, welche auf solche Weise in ihrem regelmässigen Laufe aufgehalten und seitwärts gelenkt werden, erleiden durch den Aufenthalt eine Concentration und zeichnen sich durch ihre Heftigkeit aus. Selbst den Landleuten ist das Gefährliche solcher Gewitter sehr wohl bekannt.

die Stadt sich ergiesst. *) Gegen 10 Uhr Vormittags erhebt sich der Nebel in die Höhe, löst sich in einzelnen Massen auf, und eilt durch den Ostwind getrieben nach Westen. Bald darauf erscheint am westlichen Horizont, aber hoch in der Luft, eine Wolkenwand mit feinem weissen Grunde, die gegen München langsam heranrückt. Die Nebelmassen, die nach Westen gezogen waren, sind in den obern — östlichen — Luftstrom emporgekommen, und treffen bisweilen schon nach 6 Stunden, bisweilen erst nach zwei oder drei Tagen bei uns wieder ein, um — an einem Nachmittag — als Gewitter sich niederzuschlagen. Ein Gewitter breitet sich selten auf mehr als ein paar Meilen aus, und wenn es häufig geschieht, dass an demselben Tage ziemlich entfernte Orte Gewitter haben, so sind es völlig getrennte Phänomene und nur so weit im Zusammenhange stehend, als jede starke Erschütterung der Atmosphäre auch an entlegenen Punkten ihre Wirkung hervorbringt.

Bemerkenswerth sind die Umstände, welche — vorausgehend oder folgend — mit den Gewittern zusammenhängen.

Grosse Hitze und Luftfeuchtigkeit sind Bedingungen zum Entstehen eines Gewitters. Daher geschieht es, dass man ein bis zwei Tage vor dem Ausbruche eines Gewitters an steinernen Treppen und in Gängen, die mit Steinplatten gepflastert sind, Feuchtigkeit bemerkt. **).

Nach einem Gewitter tritt eine tiefere Temperatur durch den (von höheren und kälteren Regionen herabfallenden) Regen und dessen Ver-

*) Die Landleute haben die Regel, dass wenn der Nebel in die Höhe geht, Regen folgt, wenn aber der Nebel fällt, schönes Wetter zu erwarten ist. Die Regel ist vollkommen begründet. Wenn der Nebel nicht in die oberen Luftregionen gelangt, so fehlt das Material zu meteorischen Niederschlägen. Um den Nebel in die Höhe zu tragen, ist ein aufsteigender Luftstrom, mithin Wärme nöthig. Bei kühler Luft fällt der Nebel zu Boden.

**.) Auch wenn blos Regenwetter im Anzuge ist, wird dasselbe beobachtet.

dunstung auf der Erdoberfläche ein. In solchen Fällen, wo keine hinreichende Abkühlung der Luft durch ein Gewitter zu Stande kommt, folgen neue Gewitter nach, so lange bis die Abkühlung bewerkstelliget ist.

10.

Ein wichtiges Element bei Bestimmung des Klima ist der *Sonnenschein*. Dass der Sonnenschein, wie er zum Gedeihen des vegetabilischen Lebens unumgänglich nothwendig ist, auch auf den Menschen einen Einfluss ausübt, die Thätigkeit der Organe erhöht und belebt, ist wohl mit aller Sicherheit anzunehmen.

Mit Sonnenschein ist München nur spärlich bedacht. Im Mittel haben wir im ganzen Jahre

17 vollkommen heitere Tage,
127 vollkommen trübe Tage,
221 gemischte Tage.

Die Bedeckung des Himmels wird in unsern Tagebüchern nach Vierteln angegeben, so dass wenn $\frac{1}{4}$ des Himmels bedeckt ist, diess durch 1, wenn $\frac{2}{4}$ durch 2, $\frac{3}{4}$ durch 3 und $\frac{4}{4}$ durch 4 bezeichnet wird. Nach dieser Bezeichnungsweise gibt die Beobachtung folgende monatliche Resultate:

Januar	3.1
Februar	3.2
März	2.9
April	2.9
Mai	2.9
Juni	2.8
Juli	2.6
August	2.7

September	2.6
October	2.9
November	3.1
December	3.2

Die heitersten Monate sind Juli und September, die trübsten December und Februar. Die mittlere Bewölkung beträgt

im Sommerhalbjahr . . . 2.75,

im Winterhalbjahr . . . 3.10,

ist also im Winter bedeutend grösser, als im Sommer.

Wird das Mittel des ganzen Jahres genommen, so erhält man
2.92,

d. h. wenn die Wolken über das ganze Jahr gleichmässig ausgetheilt wären, so würden sie sehr nahe drei Viertel des Himmels beständig bedecken.

11.

Betrachtet man die *Menge der meteorischen Niederschläge*, so kann das Münchner Klima nicht als trocken, aber noch weniger als nass bezeichnet werden: es hat Jahre gegeben, wo das Nachheu und Gras verbrannt ist, und Jahre wo durch übermässigen Regen das Getreide missrathen ist. Der Sonnenschein und Ostwind, der bei schönem Wetter immer sich einstellt, trocknen schnell den Boden aus, und alsdann kommt es schwer zum Regnen, indem sich die Regenwolken, sobald sie über das Münchner Terrain kommen, sehr häufig frei in der Luft auflösen. Ist aber einmal ein eigentlicher Landregen (gewöhnlich von Nordwest kommend) eingetreten, so hört er schwer wieder auf.

Die Menge der meteorischen Niederschläge ist im Mittel
364'''.81.

Die Vertheilung auf das ganze Jahr zeigt folgende Tabelle:

Januar	16.71
Februar	18.93
März	15.23
April	29.44
Mai	39.14
Juni	56.86
Juli	48.43
August	46.94
September	26.11
October	31.26
November	23.72
December	12.04

Rücksichtlich der Beschaffenheit und der Häufigkeit der meteorischen Niederschläge sind folgende Beobachtungen während des 14jährigen Zeitraumes 1843—1856 gemacht worden:

	Tage mit			Summa.
	Regen.	Schnee.	Regen und Schnee.	
Januar	70	94	20	184
Februar	56	115	24	195
März	76	104	29	209
April	159	26	22	207
Mai	225	3	8	236
Juni	242	—	—	242
Juli	238	—	—	238
August	219	—	—	219
September	159	—	1	160
October	204	—	6	210
November	97	63	21	181
December	68	93	15	176

Hieraus ersieht man, dass die grösste Häufigkeit (wie nach der vorhergehenden Tabelle die grösste Menge) der meteorischen Niederschläge auf den Monat Juni trifft: dieser Monat ist unsere eigentliche Regenzeit.

Unter den obigen Tagen sind auch diejenigen enthalten, an welchen Hagel gefallen ist, und zwar bei den Regentagen im Sommer, bei den Schneetagen im Winter. Scheidet man die Tage mit Hagel aus, so erhält man folgende Zahlen:

Januar	—
Februar	2
März	4
April	12
Mai	16
Juni	12
Juli	7
August	6
September	8
October	—
November	—
December	1

Im Monat Mai ist der Hagel häufiger als zu irgend einer andern Zeit des Jahres.

12.

Wasser kommt in der nächsten Umgebung von München nur in geringer Menge vor. Bei der Unregelmässigkeit und Veränderlichkeit des Isarbettes lässt sich die Quantität des darin fliessenden Wassers nicht bestimmen; ich übergehe desshalb hier die von Mai 1852 bis

October 1853 gemachten und in dem „Jahresberichte“ der Münchener Sternwarte für 1854 (S. 17) gedruckten Pegelbeobachtungen.

Die Temperatur der Isar und die im Laufe des Jahres stattfindende Bewegung derselben ist aus folgender Zusammenstellung, in welcher auch die gleichzeitige Temperatur der Luft angegeben ist, zu ersehen:

	Isar- Temperatur.	Luft- Temperatur. (24 stünd. Mittel)
Januar	1.92	— 2.17
Februar	1.64	— 1.67
März	3.82 8	0.61
April	6.60	5.49
Mai	9.15	9.51
Juni	11.22	12.27
Juli	13.33	14.01
August	12.75	13.23
September	11.20	9.93
October	8.43	6.80
November	5.11	1.97
December	2.46	— 1.65

Ein Verhältniss der Abhängigkeit zwischen der Temperatur der Luft und des Isarwassers ist nur so lange vorhanden, als es sich um Temperaturen handelt, die über dem Gefrierpunkte stehen. Auch in den Sommermonaten bleibt die Isar gegen die Temperatur der Luft etwas zurück, wohl hauptsächlich aus dem Grunde, weil sie ihren Ursprung im südbayerischen Gebirge hat, und theilweise aus Schneewasser besteht.

Quellen kommen auf beiden Seiten der Isar vor. Die Quellen, welche am rechten Isarufer herausfliessen, erhalten einen grossen Theil ihres Wassers aus dem Hachinger-Bache, welcher unweit Perlach in

den Boden versinkt. Das Quellwasser nimmt seinen Weg durch die kleinen Zwischenräume des lockern Kieses, der bis zu beträchtlicher Tiefe in der Umgegend Münchens vorkommt. Diese Zwischenräume verstopfen sich von Zeit zu Zeit und das Wasser ist genöthiget, neue Wege sich zu bahnen: dieser Umstand in Verbindung mit der Menge meteorischer Niederschläge bedingt den Wasserreichthum der einzelnen Quellen und die Höhe, bis zu welcher das Quellwasser sich erhebt, welche beide sehr beträchtlichen Aenderungen unterliegen; sogar kommt es vor, dass der Hachinger-Bach, wenn er in den Bodenöffnungen nicht fortkommen kann, sich in der sumpfigen Ebene, die von Perlach in nördlicher Richtung gegen Ismaning sich erstreckt, ausbreitet und Brunnen und Keller ausfüllt.

Die Temperatur der Quellen ist immer höher als die mittlere Jahres-Temperatur der Luft. Folgende Tabelle enthält die monatliche Mittel-Temperatur dreier nahe am rechten Isarufer hervortretender Quellen *):

	Quelle I.	Quelle II.	Quelle VI.
Januar	6.57 ^o	7.28 ^o	7.71 ^o
Februar	6.53	7.33	7.52
März	6.60	7.34	7.27
April	6.95	7.38 ^{+0,36}	6.92
Mai	7.20	7.26	6.35
Juni	7.37	7.22	6.34
Juli	7.50	7.16	6.56
August	7.60 ⁺	7.01	7.08
September	7.49	6.98	7.40
October	7.35	7.00	7.72
November	7.29 ^{!?}	7.16	8.03 ⁺
December	6.84	7.24	7.97

*) Die Beobachtung der Quellen-Temperatur wurde an der Sternwarte drei

Die jährlichen Mittelwerthe sind

7^o.11 7^o.20. . . . 7^o.24.

Im Mittel darf man also sagen, dass die Quellen-Temperatur in München um

1^o.33

höher steht als die Lufttemperatur.

Man ersieht aus obiger Zusammenstellung, dass die Quellen im Verlaufe des Jahres ihre Temperatur mehr oder weniger ändern, jedoch ist in keinem Falle die Aenderung bedeutend. Die obigen Reihen geben die jährliche Aenderung wie folgt:

Quelle I. 1.07^o höher im Sommer,
 „ II. 0.40 tiefer im Sommer,
 „ VI. 1.69 tiefer im Sommer.

Demnach gibt es Quellen, die im Winter kälter sind als im Sommer, während andere umgekehrt im Sommer kälter sind als im Winter.

Alle diese Verhältnisse hängen mit der Tiefe, aus welcher das Quellwasser hervorgeht und mit der Geschwindigkeit des Abflusses zusammen. In der Tiefe nimmt die Bodenwärme ungefähr um 1^o für jede 100 Pariser Fuss zu, und da das Wasser die Bodenwärme annimmt, so wird es um so wärmer sein, je grösser die Tiefe ist, aus welcher es hervorkommt. Indem aber das Wasser der Oberfläche sich

Jahre hindurch einmal wöchentlich vorgenommen. Die meisten Quellen sind indessen im Verlaufe dieser Periode versiegt; die obigen waren die einzigen, welche die ganze Periode hindurch sich gleich geblieben sind.

nähert, hat es Schichten mit periodischem Temperaturwechsel zu durchdringen, und was die äusserste Erdschichte betrifft, so hat sie nicht blos eine periodische der Luft nahe gleiche Temperatur, sondern wird im Sommer durch die Verdunstung des hervortretenden Wassers abgekühlt. Die Modificationen sind demnach so mannigfaltig und verwickelt, dass es unmöglich ist, die beobachtete Quellen-Temperatur auf ihre Grundursachen zurückzuführen.
