

beiden Umstände die Temperatur des abgesperrten Wassers nur erniedrigen, da das nachdrückende Wasser von oben herabkommt, die Luft aber am Ende des Sommers sowohl, als am Ende des Winters, kälter als das Wasser war, wiewohl die Differenz im ersten Falle geringer ist als im letzteren.

Die Tiefe des betrachteten Punktes unter der Erdoberfläche beträgt 279,^m7; die Höhe der letzteren über dem Meere 416 Meter, wofür sich eine mittlere Temperatur von 8,07° C. berechnet. Wir hätten daher auf 279,^m7 eine Wärmezunahme von 16,44 — 8,07 = 8,37 und auf 100 Meter 2,99° C. Wärmezunahme, oder 1° C. auf 33,^m4; eine bedeutend schnellere Zunahme, als das oben gefundene Mittel.

Uebersicht der Litteratur, die Temperatur des Erdinnern betreffend.

Es bliebe noch übrig mit den gefundenen Resultaten die anderer Beobachter zu vergleichen. Es wird aber nicht möglich sein, auch nur annähernd deren verhältnissmäßigen Werth zu bestimmen, und es muss daher genügen, nur dasjenige zusammen zu stellen, was über diesen Gegenstand mir bekannt worden ist. — Dabei haben mir nicht immer die Originalwerke zu Gebote gestanden, und ich habe zuvörderst immer diejenigen Bücher citirt, die ich benutzen konnte. — Wenn aus einer Reihe von Bestimmungen der Temperatur für verschiedene Teufen die mittlere Wärmezunahme berechnet wurde, so legte ich immer jedem einzelnen Resultate einen um so grössern Werth bei,

eine je grössere Höhendifferenz ihm zu Grunde lag. Um jedoch die Rechnungen nicht gar zu sehr zu vervielfältigen, so sind oft die aus vielen Beobachtungen bestehenden Reihen, in Bezug auf Tiefe unter der Oberfläche und Temperatur, in einige wenige arithmetische Mittel vereinigt worden. — Alles ist auf Meter und Centesimalgrade reducirt.

Aehnliche Zusammenstellungen sind schon mehrere vorhanden und auch hierzu benutzt; dahin gehören die in *Annales des mines* T. 1, pag. 378 und T. 3. pag. 63; von Arago in *Annales de chimie* T. 13, pag. 183; von Muncke in Gehler's neuem physikalischen Wörterbuch, Artikel „Erde“ Bd. 3, p. 970; von Benzenberg in Leonhards Jahrbuch 1831 p. 4; von Cordier in den *Annales des mines deuxième serie* T. 2, pag. 53, und vorzüglich von Gilbert und Poggendorff in Gilbert's *Annalen* Bd. 76, p. 360. —

Die erste Berücksichtigung des vorliegenden Gegenstandes, welche ich kenne, ist von Kircher, der in seinem *mundus subterraneus* 1664 fol. T. II, pag. 184 et 185 die Antworten mittheilt, welche die Bergofficianten von Schemnitz, und der Bergmeister Schapellmann zu Herregrundt in Ungarn auf seine Fragen über mehrere Gegenstände der Grube ertheilt haben. Jene sagen: man hätte in den Gruben weder von Wärme noch von Kälte zu leiden, wenn guter Wetterwechsel vorhanden sei, wo dieser aber fehle, sei es wärmer. Schapellmann aber sagt: die Gruben, wenn sie trocken sind, werden mit der Tiefe immer wärmer, weil es, wegen der Tiefe, unmöglich ist,

ihnen hinlängliche Luftlöcher zuzuführen; wenn sie aber Wasser haben, sind sie, obgleich tief, nicht so warm. Wenn sie aber tief und trocken sind und kiesige Gänge haben, sind sie immer sehr warm.

Boerhave in *chemia Lugd. Bat.* 1732. 4. T. 1, p. 479 sagt: man wisse aus Beobachtungen, dass es in der Erde immer wärmer werde, je tiefer man eindringe.

Boyle — *tract. de temperie subterraneorum regionum* führt einige, jedoch unbestimmte, Beobachtungen über Zunahme der Wärme mit der Tiefe an.

Mairam — in der Abhandlung: *sur la cause générale du froid en hiver et de la chaleur en été* in den *Memoires de l'academie pour 1719*, ferner in *Dissertation sur la glace à Paris 1749.* 8.; und in den mir nicht zu Gesicht gekommenen *nouvelles recherches etc. à Paris 1768.* 4., nimmt ein Centralfeuer, d. h. eine innere Erdwärme an, ohne welche unsere Winter weit kälter sein müssten, und die Erhöhung der Temperatur in der Tiefe nicht statt finden könne. Auf seine Veranlassung (*conf. Diss. sur la glace p. 63*) machte

Gensanne zu Giromagny in den *Vogesen* Beobachtungen, die wahrscheinlich mit Sorgfalt angestellt wurden.

Guettard (nach v. Humboldt *unterirdische Gasarten p. 93.* D'Aubuisson *traité*

Wärmezunahme in C. für 100 Fret.
Tiefenzunahme in Meter für 1^o Cent.

3,33 30,0

de geognosie. 1. Ausg. T. 1, p. 444, aus den mem. de Pacad. pour 1762 (1767?) beobachtete zu Wielitzka.

Monnet (nach v. Humboldt unterird. Gasarten) zu Joachimsthal.

Maurice (nach demselben aus der Bibl. brit. Vol. 7) zu Genthod.

Deluc (Phys. und moral. Briefe über die Geschichte der Erde und des Menschen) machte einige Thermometerbeobacht. zu Clausthal.

Bergmann (Physikalische Erdbeschreibung, 1780. 4. Bd. 2, p. 118) theilt nächsten von Gensanne, Beobachtungen aus Schwedischen Gruben mit, welche theilweise Temperaturabnahme mit der Tiefe zeigen. Dasselbe Resultat geben die von

Wallmann (Gilb. Ann. 76, 451, und Berzelius Jahresbericht 1, 143, aus den Kong. Vetensk. Akad. Handl. für 1821) in Fahlun angestellten. — Sollten hier vielleicht ähnliche Verhältnisse statt finden, wie bei dem Sauberge zu Ehrenfriedersdorf?

v. Humboldt (unterirdische Gasarten Kap. 3) im Fichtelgebirge, jedoch mehr zur Bestimmung der Oberflächentemperatur.

v. Humboldt (Annal. de chim. 13, 207, Gilb. Annal. 76, 448) in mehrern Gruben von Mexico und Peru.

Nimmt man die geschätzte Oberflächentemperatur zum Anhalten, so giebt San Bernardo

Wärme-
nahme in C.
für 100 Met.
Tiefzunah-
me in Meter
für 10 Cent.

3,80 26,3

dagegen die übrigen, mit Ausnahme von Tahuilotepec, eine viel schnellere Wärmezunahme bis 12,3° auf 100 Meter bei Villalpando.

Freiesleben jun. (v. Zach monatl. Corr. IX, 354) beobachtete in Clausthal.

Müller (ibid.) mass die Temperatur bis 24,4 warmer Wasser zu Palmbaum bei Marienberg.

Lampadius (Grundriss der Atmosphärologie S. 17) theilt einige frühere und eigene Temperaturbeobachtungen in Gruben mit.

Saussure (Voyage dans les Alpes §. 1088) zu Bex unter günstigen Verhältnissen.

D'Aubuisson (Journ. des mines 11. 517; 13, 113, des mines de Freiberg 3, 151, 186, 200; traité de geognosie 1. Ausgabe, p. 444; journ. de phys. 62, 454, 457) machte Beobachtungen über die Temperatur der Luft und des Wassers in Gruben von Freiberg und der Bretagne. Aus jenen zieht er selbst das Mittel

Poullauen aber giebt

Huelgoat unbelegte Baue

belegte Baue

Anmerkung. Bei Gilbert 76, S. 448 ist fälschlich von Steinkohlen in dieser Grube die Rede.

	Wärmezunahme in C. für 100 Met.	Tiefenzunahme in Meter für 1° Cent.
	2,30	43,4
	2,2	45,4
	1,33	50 -
	— 2	74,2
	1,71	—
	-4,5	20 -
	3,32	58,3
	— 5	—

v. Trebra (Geograph. Ephem. 49, 432, Gilb. 76, 445, Ann. des mines 3, 59, Ann. de chimie 13, 211, Cordier a. a. O. p. 91; Jen. Liter. Zeit. 1806, Intellig. Bl. Nr. 78) liess Thermometer in Nischen setzen, die in das Gestein gehauen und mit einer immer geschlossen bleibenden Glasthüre und einer hölzernen Thüre versehen waren. Nach den in diesem Aufsätze mitgetheilten Erfahrungen ist diese Methode fast eben so vortheilhaft als das Einsenken in tiefe Bohrlöcher, wenn nur die Punkte gut gewählt sind, was allerdings der Fall gewesen sein muss, da der Thermometerstand sich nicht oder wenig änderte. Indessen hat dieses nicht genau beobachtet werden können, weil die Instrumente zu kleine Grade hatten; die grossen Grade, welche bis $0,01^{\circ}$ C. schätzen lassen, sind zur Beurtheilung der Güte der Aufstellung vom wesentlichsten Einflusse. — Auf Beschert Glück waren zwei Punkte gewählt, die Temperatur des obern finde ich in Gilberts Ann. und physik. Wörterbuche anders angegeben als bei Cordier und Ann. des mines 3, 62.

Alte Hoffnung giebt im Mittel

3,01 33,2

Für Himmelsfürst finde ich die Angaben nicht mitgetheilt. Bis 1829 fortgesetzte Beobachtungen gaben ziemlich grosse Differenzen an allen Punkten im Winter und

Wärme-
nahme in C.
für 100 Met.
Tiefenab-
nahme in Meter
für 1^o Cent.

Sommer. Ich habe sie desshalb nicht berechnet.

Sehr zahlreiche und unter abgeänderten Verhältnissen angestellte Beobachtungen sind von England, namentlich den Gruben von Cornwall und Devonshire bekannt worden; sie sind hauptsächlich in den *transact. of the geological society of Cornwall* und in den *Annales of philosophy* mitgetheilt, ich kenne sie jedoch nur durch Auszüge.

Dr. Forbes (*Gilb. Ann.* 76, 400) 21 Angaben.

Er berechnet zu gleicher Zeit die Grösse der erwärmenden Einflüsse, der Verdichtung der Luft, der Arbeiter, der Lichter, des Schiessens mit Pulver, was immer nur sehr näherungsweise geschehen kann.

Fox nach Beobachtungen von Thomas Lean, Michael Williams und John Rede (*Gilb.* 76, 409; *Ann. de chim.* 13, 200; *Journ. de phys.* 87, 304) 65 Angaben aus 5 verschiedenen Gruben, theils in der Luft, theils im Wasser beobachtet.

Derselbe (*Gilb. Ann.* 76, 412; *Ann. de chim.* 16, 78), Beobachtungen in dem Ganggestein theils von Kupfer-, theils Zinngruben, im Thonschiefer, Granit oder Porphyr aufsetzend, — theils in der Luft, theils im Wasser, theils im Gestein angestellt; 53 Angaben.

Wärmezunahme in C. für 100 Met.
Tiefzunahme in Meter für 10 Cent.

3,08 32,4

3,02 33,0

3,54 28,2

Es wird auch gesagt, dass die Temperatur des Nebengesteins 3° F. geringer sei, als die der Gänge; die Zinnsteingänge etwas kälter als die Kupfererzgänge, und im Granit im Allgemeinen kälter als im Killas (Gilb. 76, 408; Henwood in Baumg. Zeitschrift 7, 223). Arago (Ann. de chim. 16, 81) legt darauf wegen der bessern Leitungsfähigkeit des Ganggesteins grossen Werth, den auch die Beobachtung bei völliger Constaturung haben musste. Nun lässt sich zwar wegen der Umsicht, mit welcher alle Beobachtungen von Fox angestellt wurden, mit vieler Sicherheit auf seine Resultate bauen, jedoch ist zu erinnern, wie schwierig es ist, alle Einflüsse gehörig zu würdigen, die an zwei zu vergleichenden Punkten statt finden können.

Derselbe theilt mehrere Beobachtungen über die Temperatur der Grubenwasser mit, aus denen sich zwar keine Zahlenwerthe ableiten lassen, die jedoch, der dabei gemachten Bemerkungen wegen, von vielem Interesse sind.

Derselbe (Gilbert's Ann. 76, 421; Ann. de chim. 21, 316) erzählt, wie in einer Brauerei zu London in einem tiefen Brunnen mit einem Male eine grosse Menge Wasser erhalten wurde, die seitdem constant $4,5^{\circ}$ F. über der Temperatur des Or-

Wärmezunahme in C. für 100 Met.

Tiefenzunahme in F. für 1° Cent.

tes sich erhält; nimmt man die Temperatur der Oberfläche 1° C. höher als die der Luft, so erhält man

Wärmezunahme in C. für 100 Met.	Tiefenzunahme in Meter für 1° Cent.
3,51	28,4

Derselbe (Gilb. Ann. 76, 421; Ann. de chim. 21, 308) beobachtete längere Zeit ein 3 Fuss in den Gang eingesetztes Thermometer. Die zur Vergleichung anwendbare Temperatur eines höheren Punktes finde ich nicht. Cordier (a. a. O. p. 91) berechnet daraus

3,33	30,0
------	------

Das Thermometer stand nach dem Ersaufen 1,5 bis 2° F. höher als vorher.

Derselbe (Gilb. Ann. 76, 423; Ann. de chim. 21, 313): Beobachtungen der Luft und des Wassers in 15 verschiedenen Gruben.

4,29	23,3
------	------

Derselbe (Gilb. Ann. 76, 425; Ann. de chim. 21, 315) giebt die Temperatur der Stollenwasser] aus 3 Grubenrevieren von verschiedener mittlerer Tiefe. Wenn sich auch keine Zahlen hierauf gründen lassen, so widerlegen diese Beobachtungen doch leicht die Behauptung, als rühre die Wärme im Innern von äussern Einflüssen her.

Derselbe (Bull. des sciences naturelles 20, 13; Schweigger 52, 287, Anmerkung), neue Beobachtungen über die Temperatur, einmal der Grundwasser, und dann der Quellwasser verschiedener Gruben, zugleich giebt er 3 Beobachtungen nahe unter

Tage, den hiesigen ähnlich, um die Temperatur der Oberfläche zu bestimmen, die im Mittel 9,9° C. ist. Diess für alle Gruben angenommen, was freilich nicht richtig ist, geben

die Grundwasser im Mittel

die Quellwasser im Mittel

Derselbe (Poggend. Ann. 21, 171) in einem Briefe an v. Humboldt theilt die Wärme des Wassers im Tiefsten von 3 Gruben zu zwei verschiedenen Zeitpunkten mit, zwischen welchen die Tiefen bedeutend zugenommen hatten. Die Wärmezunahme ist ausserordentlich schnell (zu Poldice auf 100 Meter 19° C.) und als Ausnahme zu betrachten.

Moyle (Gilb. Ann. 76, 429; Bull. univers. 1, 48; 4, 188; Bull des sc. naturelles 4, 4; nebst den Repliquen mit Fox im Journ. de phys. 95, 307) will die Wärme des Erdinnern nicht zugestehn; seine Gründe sind theils die sehr verschiedenen Resultate die man erhalten hat, theils die niedrigen Temperaturen in ersoffenen Schächten. Ersteres beweist aber wohl nur die Unsicherheit der Zahlenwerthe. Letzteres ist nicht anwendbar, da in ersoffenen Schächten die niedrige Temperatur der obern Schichten sich den untern mittheilt. — Das Mittel aus seinen eigenen Beobachtungen, die jedoch zu Her-

Wärmezunahme in C. für 100 Met.
Tiefenzunahme in Meter für 1° Cent.

5,05 19,8

3,90 25,5

leitung von Zahlenwerthen nicht wohl geeignet, giebt ebenfalls eine Temperaturzunahme mit der Tiefe.

Bald (Gilb. Ann. 76, 440) beobachtete die Temperatur mehrerer Steinkohlengruben; wirft man alle Angaben über Oberflächentemperatur zusammen, und vereinigt die übrigen zu drei Mitteln, so erhält man

Wärmezunahme in C. für 100 Met.
Tiefenzunahme in Meter für 10 Centi.

3,59 27,8

Barkam (Bull. des sc. naturelles 16, 174; Leonh. Jahrb. 1830, 336) hat die Temperatur mehrerer Gruben in Cornwall auf verschiedene Arten gemessen, von denen er die Einsenkung des Thermometers in das Gestein für die beste hält, wiewohl er einsieht, dass die begrenzende Luft bedeutenden Einfluss ausüben kann. Alles zusammengekommen giebt als ohngefährtes Mittel

3,80 26,3

Henwood (Baumg. Zeitschr. 7, 218, aus Journ. of science) stellt die Beobachtungen in Cornwallis zusammen und theilt seine Ansichten mit.

Cordier (Ann. des mines, deux. serie 2, 53) stellt nicht allein die älteren zuverlässigen Beobachtungen zusammen, und zwar je nachdem sie in der Luft, im Gestein, in Quell- oder stehenden Wassern gemacht wurden, — sondern giebt auch eigene, auf besondere Art angestellte aus Kohlengruben, und seine eigene Rechnung giebt zu

	Wärmegenahme in C. für 100 Met.	Tiefenzunahme in Meter für 1° Centi.
Carmeaux	2,75	36,0
Littry	5,25	19,0
Decize	6,65	15,0

Sehr viel Werth legt er auf die Beobachtung in den Kellern des Observatoriums zu Paris, die bei 28 Meter 1° C. höhere Temperatur als die mittlere von Paris geben; allein letztere ist abgeleitet aus Beobachtungen eines Thermometers im Schatten, und die Temperatur der Erdoberfläche dürfte eine andere sein.

Bergère (Arago in Ann. de chim. 29, 317) giebt die Temperatur in einem 100 Meter tiefen Bohrloche 3° C. höher an, als die der Oberfläche

3,00 33,3

Fontanetti (Schweigg. 52, 269; Physik. Wörterb. 3, 918; aus Brugnatelli giornale f. 1821) beobachtete in den Goldgruben von Pestarena di Macugnana im Thale Anzasca bis 702 Meter Tiefe im Sommer und Winter, zu welchen Zeiten noch Verschiedenheiten bis 250 Meter sich zeigten; das Mittel ohngefähr

1,90 52,6

Kupffer (Poggend. Ann. 15, 170; Ann. de chim. 13, 377) leitet aus einigen Beobachtungen in geringen Tiefen der Gruben bei Bogoslawsk ab

5,10 19,5

auch zieht er aus einigen von Cordier mitgetheilten Resultaten andere Mittel als dieser,

doch ist nicht wohl einzusehen, warum von den Beobachtungen d'Aubuisson's zu Freiberg die Temperatur der Quellwasser zu Junge hohe Birke mit einer ähnlichen zu Beschert Glück zusammengestellt wird, während auf die andern keine Rücksicht genommen ist; eben so scheint die Auswahl zweier Beobachtungen von Poullauen, zwei Mal zweier von Cornwallis aus allen übrigen willkürlich, ingleichen, dass von den Trebraschen nur die von Beschert Glück, nicht die von alte Hoffnung Gottes, angeführt werden.

Fleuriau de Bellevue (Bull. des sc. naturelles 21, 20) machte, und wie es scheint sorgfältige, Versuche in einem bis 123 Meter tiefen Bohrloche, in welchem das Wasser nicht abfloss, und daher das Tiefste nur erkältet, nicht erwärmt sein kann, und findet

Wärmezunahme in C. für 100 Met.
Tiefenzunahme in Meter für 1° Centi.

5,10 19,7

Bedeutend sind die in der Preussischen Monarchie, ähnlich wie die obigen, angestellten Beobachtungen (Poggend. Ann. 22, 497). In dem Aufsätze selbst sind mittlere Resultate auf sehr verschiedene Weise hergeleitet; bleibt man bei den zuerst (S. 529) gezogenen Mitteln stehen, so ist

1,85 53,9

Merkwürdig ist dabei, dass das Mittel aus den Steinkohlengruben

2,05 48,0

	Wärmezu- nahme in C. für 100 Füt.	Tiefenzu- nahme in Füt. für 10 Centi.
aus den Erzgruben	0,95	102,3
Benzenberg (Kastn.'s Arch. f. Chem. 4, 197) giebt Versuche über die Wärme der Salz- und Süßwasserquellen zu Wim- pfen und zu Rappenu.		
Die Salzquellen gaben ihm	2,55	39,1
Die Süßwasserquelle zu Rappenu	3,10	31,8
Griffith (Journ. de geol. 1, 87) in einem Briefe an Cordier theilt die Tempe- ratur zweier in verschiedener Tiefe erbohr- ter Quellen mit, wonach man hätte	8,35	12,0
Magnus (Poggend. Ann. 22, 146) be- obachtete die Temperatur eines Bohrloches bis 655 (Pariser?) Fuss an den verschie- denen Stellen. Das Wasser floss aus, schien aber aus einer Tiefe von 400 Fuss zu kom- men. Nimmt man die Temperatur der Ober- fläche zu 7,6° R. an, so erhält man im Mittel	3,80	26,2
Fortsetzung dieser Beobachtungen s. in Poggend. Ann. 28, 233.		
Erman — über die mit der Tiefe wach- sende Temperatur der Erdschichten, nach Beobachtungen im Bohrloche zu Rüdersdorf. (Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin von 1831, physikal. Classe S. 268.) Im Mittel	3,54	28,2
Aus andern Beobachtungen ist das Mittel	3,37	29,6

Parröt (Leonh. 1830, 334) sucht die Gründe für die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe zu widerlegen und aus dem Verhalten des Meerwassers eine Abnahme herzuleiten (wie früher de la Metherie); darauf antwortet

Klöden (Leonhard 1831, 385).

Fox — über die angebliche Wärmezunahme in den Gruben durch Verdichtung der zum Wetterwechsel eingeführten Luft, und über das Ungegründete einiger anderen Einwendungen gegen die Centralwärme der Erde — (Leonh. Jahrbuch 1833 S. 76, aus Philosoph. Annal. et Magaz. 1831 S. 94) gegen die Meinung in Edinburgh Review No. 103, p. 49. Die ausziehenden Wetter sind immer wärmer als die einziehenden.

Bodentemperatur des nördlichen Sibiriens (Poggend. Ann. 28, 630).

Libri — memoire sur la théorie mathématique des températures terrestres (Ann. de chim. 52, 387).

Wärmezu-
nahme in C.
für 100 Met.

Tiefezunah-
me in Meter
für 10 Centi.