Zusätze.

Ich finde mich veranlaßt, die folgenden Zusätze noch anzuschließen.

Zusatz 1 (zu S. 10).

Wenn man alle diejenigen Quellen, deren Temperatur etwa um 2° R. die mittlere Temperatur des Orts übersteigt, Thermen nennen will; so finden sich die Thermen über alle Gegenden der Erde verbreitet.

Die reichhaltigern Soolquellen in Westphalen sind nach dieser Begriffsbestimmung insgesammt Thermen. Denn es beträgt, nach eigenen Beobachtungen, ihre Temperatur zu Sassendorf 10°,6, zu Westernkotten 11°,1, zu Königsborn 11°,5, zu Werl 12°,2, zu Rehme 12°,6, zu Salzkotten 14°,4, zu Rothenfelde 14°,6 R.

In der Eifel und deren Umgegend gibt es viele warme Quellen, namentlich zeigen die Quellen zu Bertrich = 26°, zu Aachen und Burtscheid = 62° R. Wärme.

Im Westerwalde und im Taunus sind ebenfalls die warmen Quellen häufig. Nach den Beobachtungen von Wille haben die Quellen zu Salzhausen und zu Theodorshall = 12°, zu Münster am Stein = 11 bis 22°, zu Nauheim = 16,5 bis 24°, zu Sooden bei Höchst = 19°, zu Wiesbaden = 51°,5 Wärme.

In Baiern, Würtemberg und Baden fehlt es nicht ganz an Thermen. Die Soolquellen zu Reichenhall und Kissingen haben eine Temperatur von 11 bis 16°,5, die Quellen zu Canstadt von 14 bis 16°, zu Liebenzell von 19°,7, zu Wildbad von 25 bis 29°, zu Baden-Baden von 43 bis 54° R.

Im Erz- und Riesengebirge kommen warme Quelle bei Annaberg mit 17°, bei Wolkenstein mit 23°, bei Landeck mit 15°,5 bis 25°,25, zu Warmbrunn mit 28 bis 30°, zu Töplitz mit 21 bis 38°, zu Carlsbad mit 59° R. Wärme vor.

Die Alpen sind reich an Thermen. In der Schweiz finden sich die warmen Quellen zu St. Gervaise am Montblanc mit 27 bis 29°, Pfäffers mit 30°,5, Aix les bains mit 36 bis 37°, Leuk mit 29 bis 41° Wärme. In Tyrol finden sich nach Ennemoser 26 Thermen, deren Temperatur bis auf 18° ansteigt. In Steyermark haben die Bäder zu Tyffer und Neuhaus eine Wärme von 27 bis 30°. In Kärnthen hat das Villacher Bad 21° Wärme; in Krain kommen die Bäder von Töplitza mit 29°,5 und von Montefalcone mit 30°,5 Wärme vor.

Mähren, besonders aber Ungarn, Siebenbürgen, Slavonien und Croatien sind sehr reich an warmen Quellen, deren Temperatur bis auf 50° R. ansteigt.

Ich habe die warmen Quellen in den Ländern deutscher Zunge ziemlich vollständig aufstellen wollen, um einen Maaßstab zu geben, wie häufig die Thermen vorkommen. Denn in andern Ländern sind sie durchschnittlich eben so zahlreich, als in Deutschland verbreitet. Die geringere oder größere geographische Breite scheint auf ihr Vorkommen wenig Einfluß zu haben. Die warmen Quellen auf Island sind jedermann bekannt, und auch in den Eisfeldern von Grönland fehlt es nicht an Thermen.

Zusatz 2 (zu S. 10).

Unter den ältern Schriftstellern scheint Kircher der erste gewesen zu sein, welcher der höhern Temperatur im Innern der Erde Erwähnung thut. Er theilt in seinem Mundus subterraneus, 1664, die Erfahrungen mit, auf welche ihn Bergleute in Ungarn aufmerksam gemacht hatten, daß die Gruben, besonders wenn sie trocken seien, um so wärmer sich zeigten, in je größere Tiefe sie eindringen. Boerhave und Mairan stellten im Anfange des 18. Jahrhunderts dieselbe Behauptung auf, ohne jedoch bestimmte Zahlen mitzutheilen. Die ersten eigentlichen Beobachtungen über die Temperatur im Innern der Erde wurden gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts angestellt.

Auf Veranlassung von Mairan wurde gegen 1740 von Gensane die Temperatur einer Grube bei Giromagny im Elsaß beobachtet, und für eine Tiefe von 1335′ par. eine Temperaturzunahme von 13°,0 C., also für jede 129′ par. = 1° R. Temperaturzunahme gefunden.

Etwas später beobachtete Saussure die Temperaturzunahme einer 680′ tiefen Grube bei Ber in der Schweiz, und fand die Wärmezunahme = 7°,9 C., also für jede 108′ par. = 1° R.

Sehr umfassende Beobachtungen wurden in verschiedenen Perioden seit dem Jahre 1790 in den Gruben bei Freiberg angestellt, nämlich in dem Jahre 1791 von Freiesleben und von von Humboldt, im Jahre 1802 von d'Aubuisson, in den Jahren 1805, 1806, 1807 und 1815 von von Trebra, endlich in den Jahren 1820 bis 1832 von Reich. Diese letztern Beobachtungen

sind bei weitem die zuverlässigsten, weil die meisten störenden Umstände dabei möglichste Berücksichtigung gefunden haben. Das wahrscheinlichste Mittel aus allen Beobachtungen gibt für 144′ par. Tiefe eine Temperaturzunahme von 1° R.

Seit dem Jahre 1815 sind in England sehr viele Beobachtungen angestellt worden. Dr. Forbes beobachtete in sechs Gruben in Cornwallis, deren Tiefe von 550′ bis 1400′ engl. in die Erde hinab reichte. Das Mittel aus seinen Beobachtungen gibt eine Tiefe von 132′ par. für jeden Grad R. Wärmezunahme. (Hiernach ist die Angabe in der Tabelle S. 10 zu verbessern.) — Fast gleichzeitig wurden in den Gruben von Cornwallis vielfache Beobachtungen von R. W. Fox angestellt, welche zu demselben Endresultate führten. — Robert Bald beobachtete die Temperatur in sieben Kohlengruben in Durham, Northumberland und Staffordshire, die von 450 bis 1200′ engl. Tiefe riechten. Er fand im Mittel für 107′ par. Tiefe eine Wärmezunahme von 1° R. — Phillips fand später bei seinen Beobachtungen in den Kohlengruben von Newcastle für 120′ par. eine Temperaturerhöhung von 1° R.

Im Jahre 1806 stellte d'Aubuisson Temperaturbeobachtungen in den beiden Gruben Poullaouen und Huelgoat in der Bretagne, die bis zu 734′ par. in die Tiefe reichen, an, und fand für 146′ par. eine Wärmezunahme von 1° R.

Die Beobachtungen preußischer Bergbeamten wurden in den Jahren 1828 bis 1831 mit großer Vorsicht und Umsicht in eilf Gruben in Schlesien, Brandenburg, in Sachsen, in Westphalen und in der Rheinprovinz angestellt. Die Beobachtungen reichen im Mittel nur bis zu einer Tiefe von 350′ par., welche geringe Tiefe die Ursache sein mag, daß die Wärmezunahme von 200′ Tiefe auf jeden Grad R. hier verhältnißmäßig sich so gering ergab.

Nach den Beobachtungen von von Humboldt nimmt die Wärme in mehreren Gruben von Mexico schon bei 70′ par. Tiefe um 1° R. zu. In einer Grube von Peru fand derselbe ebenfalls eine sehr hohe Temperatur.

In den letztern Jahren hat sich Gelegenheit ergeben, die Temperatur von tiefen Bohrlöchern zu untersuchen. Die Temperatur des 655′ tiefen Bohrlochs zu Rüdersdorf bei Berlin fand Magnus zu 15°,9 R., so daß dasselbe, die mittlere Temperatur der Luft zu 7°,6 R. angenommen, eine Wärmezunahme für jede 80′ Tiefe von 1° R. nachweiset. — Das Bohrloch zu Neusalzwerk bei Minden hatte Ende September 1839 eine Tiefe von 1435′ par. erreicht, und die ausfließende Soole zeigte eine Temperatur von 18°,5 R. Die mittlere Temperatur der Gegend kann höchstens zu 8°,5 R. angenommen werden, so daß diese Wasser eine Temperaturzunahme von 1° R. für 144′ Fuß Tiefe andeuten. — Das Bohrloch zu Grenelle bei Paris hatte Anfangs Juni 1839 eine Tiefe von 1436′ par. erreicht. Als dasselbe die Tiefe von 920′ erreicht hatte, bestimmte Arago die Temperatur zu 22°,2 C., während die mittlere Temperatur in Paris 10°,6 C. beträgt. Die

Wärmezunahme beträgt also für 96′ par. = 1° R. — Die Soole aus dem Bohrloche von Artern, welche aus einer Tiefe von 1000′ emporgehoben wird, zeigt eine Temperatur von 15° R. — Die Bohrlöcher bei Basel-Augst zeigten in einer Tiefe von 414′, nach Merian's Beobachtungen, eine Wärmezunahme von 1° R. für jede 119 par. Fuß.

Die Reihe dieser Beobachtungen könnte noch ansehnlich vermehrt werden. Dies scheint aber unnöthig, da die mitgetheilten Beobachtungen die Thatsache der mit der Tiefe zunehmenden Wärme sicher nachweisen.

Wenn es aber darauf ankäme, die Temperaturzunahme in genauen Zahlen auszudrücken; so hätten freilich möchlichst viele Beobachtungen in ihren Resultaten zusammen gestellt werden müssen. Dazu scheint es jedoch noch nicht an der Zeit zu sein. Die vorhandenen Beobachtungen reichen zu solchem Zwecke nicht tief genug, und es sind, trotz der sehr verdienstlichen Bemühungen von Bischof und Reich, dieselben noch immer nicht von störenden Einflüssen frei genug erhalten, und alle Nebenumstände umfassend genug berücksichtigt worden, um den Anfoderungen einer größern Genauigkeit zu genügen. Eben so wenig haben die bisherigen Beobachtungen den Punkt zur Entscheidung gebracht, ob unter dem Aequator, wie nach theoretischen Gründen zu erwarten steht, im Innern der Erde eine raschere Temperaturzunahme statt findet, als in hohen geographischen Breiten.

Zusatz 3 (zu S. 21).

Wenn sich ein Verzeichniß aller fossilen Ueberreste des urweltlichen Pflanzen- und Thierreichs auf beschränktem Raume mittheilen ließe, so würde ich dasselbe hier folgen lassen. Da dies aber nicht möglich ist, so gebe ich hier nur ein Verzeichniß der fossilen höhern Thier-Species. Wer aber weitere Belehrung über diesen interessanten Gegenstand wünscht, ohne denselben wissenschaftlich durchdringen zu wollen, den darf ich auf die vortreffliche Geologie, oder die Urwelt und ihre Wunder, von Buckland, verweisen, wovon zwei deutsche Uebersetzungen, freilich von ungleichem Werthe, vorhanden sind.

Beim ersten Auftreten des Thierreichs in der Grauwackengruppe treten gleichzeitig die vier Haupt-Verzweigungen des Thierreichs: Strahlenthiere, Weichthiere, Gliederthiere und Wirbelthiere ins Dasein. Von Wirbelthieren kommen aus dieser Prriode nur Fische vor, und diese stehen in der Uebergangszeit obenan in der Reihe lebendiger Wesen. Nach Agassiz findet sich unter den Fischen dieser Zeit kein solcher durchgreifender Unterschied, wie in spätern Zeiten und jetzt zwischen Meer- und Süßwasser-Fischen. Wenn aber auch die Thierwelt in den ersten Zeiten der Erdbildung von der jetzigen sehr verschieden war; so repräsentirte sie doch schon alle spätern Formen, so daß es bei der

Erweiterung unserer Kenntnisse der Versteinerungen nie nöthig geworden ist, neue Thier-Classen aufzustellen.

In der Periode der Flötzgebirge stieg das Thierreich zu den Reptilien aufwärts, und dieselben stehen in diesen Zeiten an der Spitze der Thiergeschlechter. In der Gruppe des rothen Sandsteins kommen die folgenden Reptilien vor:

1) Phytosaurus cylindricodon.
2) Mastodonsaurus Jaegeri.
3) Ichthyosaurus Lunevillensis.
4) Plesiosaurus.
5) Ein dem Crocodill ähnl. Thier.
6) Eine riesenhafte Chelonia.

In der Oolithengruppe sind folgende Reptilien gefunden worden:

1) Gavial brevirostris.
2) Plesiosaurus recentior, carinatus, pentagonus, trigonus, macrocephalus.
3) Ichthyosaurus communis, platyodon, tenuirostris, intermedius, coniformis.
4) Megalosaurus Bucklandi.
5) Teleosaurus Cadomensis.
6) Crocodilus priscus, cylindrirostris, brevirostris.
7) Pterodactylus longirostris, brevirostris, grandis, crassirostris, medius, Münsteri, macronix.
8) Chelonia.
9) Mosasaurus bavaricus.
10) Racheosaurus gracilis.
11) Pleurosaurus Goldfussii.
12) Lacerta neptunia, gigantea.
13) Euristernum.
14) Macrospondilus Bollensis.

Merkwürdig sind noch die Fußstapfen von mehreren unbekannten Vierfüßern und Vögeln auf Platten von rothem Sandstein, welche man bei Hildburghausen, Dumfries und im Connecticut-Thale aufgefunden hat.

Außerdem haben sich in der Oolithengruppe Ueberreste gefunden von einer Art Beutelthier (Didelphis Bucklandi) und von Insekten aus den Familien Libellula, Aeschna, Agrion.

Die Kreidegruppe verwahrt die Skelette der folgenden Reptilien:

1) Mosasaurus Hoffmanni.
2) Crocodilus Meudoniensis, priscus.
3) Leptorynchus.
4) Iguanodon anglicum.
5) Megalosaurus Bucklandi.
6) Trionix, Emys, Chelonia, Plesiosaurus, Pterodactylus.

Das Tertiär-Gebirge, also die Gebirgsgruppen über der Kreide, theilen Lyell und Deshayes, auf Grund des Verhältnisses ihrer fossilen Muscheln, in vier Formationen ein. Die erste Formation nennen sie die eocenische, weil in ihr gleichsam die Morgenröthe der jetzigen Schöpfung anbricht. Die zweite Formation heißt die miocenische, weil die Minderzahl der in ihr begrabenen Thierschöpfung mit der heutigen übereinstimmt. Die dritte und vierte Formation heißt die ältere und neuere pliocenische, weil in diesen Schichten die Mehrzahl der fossilen Muscheln der jetzigen Thierwelt noch angehört. Nach Deshayes enthält das Tertiär-Gebirge 3036 Arten fossiler Moluskeu, wovon 1238 der eocenischen, 1021 der miocenischen und 777 der pliocenischen Formation angehören. Und unter 100 fossilen Moluskeu-Arten, kommen in der eocenischen Periode $3\frac{1}{2}$ Art, in der miocenischen Periode 18 Arten, in der ältern plio-

cenischen Periode gegen 50 Arten, in der jüngern pliocenischen Periode gegen 95 Arten noch jetzt lebender Thiere vor.

In der Periode, worin sich das Tertiär-Gebirge ablagerte, bildete sich das Thierreich bis zu den Säugethieren und Vögeln aus, die also in dieser Periode an der Spitze der Thierschöpfung stehen.

Von Säugethieren und Vögeln kommen in diesen Ablagerungen vor:

1) Zwei Arten Phocae.
2) Trichecus.
3) Eine Art Delphin.
4) Mehrere Arten Cetaceen.
5) Mastodon angustidens, minutus, arvernensis.
6) Palaeotherium magnum, crassum, latum, curtum, medium, minus, minimum, aurelianense.
7) Hippopotamus major, minutus.
8) Rhinoceros minutus, pygmaeus, incisivus, leptorhinus.
9) Tapirus giganteus, avernensis.
10) Elephas primigenius.
11) Anoplotherium commune, secundarium, gracile, murinum, obliquum, magnum.
12) Chaeropotamus Soemmeringii, parisiensis.
13) Anthracoterium.
14) Lophiodon.
15) Chirotherium.
16) Dinotherium.
17) Hippotherium.
18) Pugmeodon.
19) Arctomys.
20) Spermophilus.
21) Dorcatherium.
22) Machoirodus.
23) Gulo.
24) Agnotherium.
25) Chalicotherium.
26) Acerotherium.
27) Hyaena spelaea.
28) Ursus spelaeus.
29) Tigris spelaea.
30) Canis vulpes, parisiensis.
31) Bos urus, velaunus.
32) Equus caballus.
33) Cervus solilhacus, dama polignacus, nebst noch fünf andern Species.
34) Sus.
35) Genetta.
36) Antilope.
37) Myoxus.
38) Coati.
39) Didelphis parisiensis.
40) Sciurus.
41) Mus rattus.
42) Lepus.
43) Von Vögeln mehrere ausgestorbene Arten der Gattungen Bussard, Eule, Wachtel, Schnepfe, Meerlerche, Brachvogel, Pelikan.

Es ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, daß zu den Zeiten der Bildungen des Tertiär-Gebirges die vier Classen der Wirbelthiere schon vorhanden waren, und überhaupt das Thierreich damals denselben Gesetzen unterworfen war, wie heute. Die Gattung der Dickhäuter war damals viel mehr verbreitet, als in unsern Tagen.

In Höhlen und im Gerölle sind bis jetzt die Reste von folgenden Säugethieren und Vögeln aufgefunden worden:

Säugethiere.

1) Megatherium australe, boreale.
2) Ursus spelaeus, arctoideus, priscus, Pittorii.
3) Nasua nicaeensis.
4) Meles vulgaris.
5) Gulo spelaeus.
6) Felis spelaea, antiqua; Onza spelaea; Tigris spelaea; Felis Catus.
7) Canis spelaeus, aureus, minor, familiaris, parisiensis.
8) Hyaena spelaea, striata fossilis, prisca, intermedia, gigantea.

9) Mustela spelaea, vulgaris, Martes.
10) Talpa europaea.
11) Vespertilio.
12) Sorex.
13) Lepus timidus?, cuniculus.
14) Arvicola.
15) Lagomys sardus, corsicanus.
16) Hypudaeus amphibius, arvalis, oecenomus.
17) Mus musculus, sylvaticus, rattus, terrestris.
18) Dasyurus.
19) Hypsipymnus.
20) Phascolomys.
21) Halmaturus.
22) Equus caballus; noch eine kleinere Art.
23) Cervus elaphus fossilis, giganteus, Tarandus priscus, dama, capreolus, Reboulii; ferner noch vier andere Arten.
24) Antilope.
25) Merycotherium.
26) Capra ovis, Ammon.
27) Bos urus priscus, noch eine zweite Art.
28) Elephas primigenius.
29) Rhinoceros tichorhinus, asiaticus, minutus.
30) Palaeotherium.
31) Chaeropotamus parisiensis.
32) Hippopotamus.
33) Sus priscus.

Vögel.

34) Gryphus antiquitatis.
35) Motacilla.
36) Corvus.
37) Alauda.
38) Phasianus gallus.
39) Gallinacea.
40) Columba.
41) Anser sponsor; ferner noch mehrere nicht bestimmte Arten.

Dies Verzeichniß ist jedoch keineswegs vollständig.

Es scheint, als ob das riesenhafte Elennthier, (Cervus giganteus) noch in der geschichtlichen Zeit gelebt habe. Dann wäre diese Thierart die einzige, welche seit der Zeit, wo Menschen die Erde bewohnen, nachweislich ausgestorben ist Ob nicht auch der Dodo (didus ineptus) noch in der geschichtlichen Zeit gelebt habe, und jetzt ausgestorben sei, scheint zweifelhafter zu sein.

Zusatz 4 (zu S. 39).

Die Protogaea von Leibnitz ist für die Geschichte der Geologie eine so wichtige Schrift, daß ich es mir glaube erlauben zu dürfen, über die in ihr niedergelegten Ansichten noch einige Mittheilungen zu machen.

Leibnitz stand zu dem Bergwerksbetriebe im Harze in viel genauerer Beziehung, als viele dem gelehrten Manne zutrauen mögen. Er kannte das Practische des Bergbaues in seinen Einzelnheiten, auch war er mit den fossilen Ueberresten der untergegangenen Thierwelt, nach Maßgabe der damaligen Zeit, genau bekannt. Diese Vertrautheit mochte ihm Veranlassung sein, seine Protogaea zu schreiben, worin er sich bei Darlegung seiner Ansichten über die Ausbildung der Erdrinde, vorzugsweise auf seine Kenntnisse über das Innere der Erde stützte. Der zweite §. enthält die Haupt-Umrisse seines ganzen geologischen Systems, weßwegen ich denselben hier mittheile. „Globum terrae, ut omnia nascentia, regulari forma e naturae manibus exiisse sapientibus placet: Deus enim incondita non molitur; et quicquid per se formatur, insensibi-

liter aut concrescit per particulas, aut pro sese disponentium delectu conflictuque tornatur. Itaque asperitas montium, quibus horret facies orbis, postea supervenit. Et certe si liquidus initio fuit, etiam aequabilis fuerit necesse est: generalibus autem corporum legibus consentit, firma ex liquidis induruisse. Quod et solida intra solidum clausa testantur, stratis quibusdam nucleisque in suos angulos limitesque persaepe decircinatis, venae in rupibus, gemmae in saxis. Sed et rerum veterum spolia passim extant, plantarum, et animalium, et arte factorum, sub novo et lapideo involucro. Itaque ambiens quod nunc durum cernimus, postea natum est, tunc vero adhuc fluidum fuissi oportet. Porro ipsa fluiditas ab intestino est motu, et tanquam gradu caloris; quod indicant experimenta: nam imminuto calore etiam aqua in glaciem consistit; dum contra corrodentes liquores, et ab occulto motu fortes, difficulter congelantur. Calor autem motusve intestinus ab igne est, seu luce, id est tenuissimo spiritu permeante. Atque ita ad motricem causam perventum est, unde sacra quoque historia Cosmogeniae initium capit." Im folgendem §. führt er seine Ansicht über die Bildung der Erdfläche weiter aus. Die Gebirge und Gesteine sind ihm aus dem Flüssigen, theils durch Abkühlung und theils durch Niederschlag, entstanden. „Itaque incendiis et inundationibus varie transformata sunt corpora." Wir bewohnen einen Vulkan. „Sane plerisque creditum, et a sacris etiam scriptoribus insinuatum est, conditos in abdito telluris ignis thesauros." Die Oberfläche der Erde ist der Schlacke gleich, welche das flüssige Metall aus einem Schmelzofen bedeckt, und vor ihm erhärtet. „Postremo credibile est, contrahentem se refrigeratione crustam, ut it metallis, et aliis, quae fusione porosiora fiunt, bullas reliquisse, ingentes pro rei magnitudine, id est, sub vastis fornicibus cavitates, quibus inclusus fuit aër humorve; tum etiam in folia quaedam discessisse, et varietate materiae calorisque inaequaliter subsedisse massas, quin et dissiluisse passim, fragminibus in declivia vallium inclinatis, cum partes firmiores, et velut columnae, supremum locum tuerentur; unde jam tum montes superfuere. Accessit pondus aquarum, ad alveum sibi parandum in molli adhuc fundo. Denique vel pondere materiae, vel erumpente spiritu, fracti fornices, maximaeque, humore cavitatibus per ruinas expulso, aut sponte montibus effluente, secutae inundationes, quae cum deinde rursus sedimenta per intervalla deponerent, atque his indurescentibus, redeunte mox simili causa, strata subinde diversa alia aliis imponerentur, facies teneri adhuc orbis saepius novata est. Donec quiescentibus causis etque aequilibratis, consistentior emergeret status rerum. Unde jam duplex origo intelligitur firmorum corporum; una, cum ab ignis fusione refrigescerent, altera cum reconcrescerent ex solutione aquarum. Neque igitur putandum est lapides ex sola esse fusione. Id enim potissimum de prima tan-

tum massa ac terrae basi accipio; nec dubito, postea materiam liquidam in superficie telluris procurrentem, quiete mox reddita, ex ramentis subactis ingentem materiae vim deposuisse, quorum alia varias terrae species formarunt, alia in saxa induruere, e quibus strata diversa sibi super imposita diversas praecipitationum vices atque intervalla testantur." Diese Behauptungen werden nun weiterhin durch Thatsachen erläutert und unterstützt.

Zusatz 5 (zu S. 40).

Buffon hatte an mehreren Stellen seiner Théorie de la terre nachzuweisen gesucht, wie sein System sich den Lehren der Kirche näher anschließe, als andere. Dennoch wurden ihm von der Sorbonne 14 Sätze seiner Naturgeschichte, die den Grundsätzen der Kirche entgegen seien, bemerklich gemacht. Die einzige auf Geologie sich beziehende für verwerflich erachtete Stelle bildet den Schlußsatz seiner Theorie der Erde, und worin er das Hauptresultat derselben zusammen faßt. Sie heißt: „Ce sont donc les eaux rassemblées dans la vaste étendue des mers qui, par le mouvement continuel du flux et du reflux, ont produit les montagnes, les vallées, et les autres inégalités de la terre; ce sont les courans de la mer qui ont creusé les vallons et élevé les collines en leur donnant des directions correspondantes; ce sont ces mêmes eaux de la mer qui, en transportant les terres, les ont disposées les unes sur les autres par lits horizontaux; et ce sont les eaux du ciel qui peu à peu détruissent l'ouvrage de la mer, qui rabaissent continuellement la hauteur des montagnes, qui comblent les valées, les bouches des fleuves et les golfes, et qui, ramenant tout au niveau, rendront un jour cette terre à la mer, qui s'en emparera successivement, en laissant à découvert de nouveaux continens entrecoupés de vallons et de montagnes et tout semblables à ceux que nous habitons aujourd'hui." Buffon wurde zu folgender Erklärung veranlaßt: »Ich erkläre, daß ich nicht den Vorsatz gehabt habe, dem Text der heiligen Schrift zu widersprechen, daß ich fest das glaube, was darin über die Schöpfung gesagt ist; sowohl was die Ordnung der Zeit, als auch, was die Materie betrifft; und ich sage mich von allem dem los in meinem Buche, was die Bildung der Erde angeht, und im Allgemeinen von dem, was der Erzählung des Moses zuwider ist.« Diese Erklärung ist nunmehr lange aus den Ausgaben Buffon's verschwunden, während jene angegriffene Stelle nie verdrängt worden ist.

Zusatz 6 (zu S. 51).

Die angeführte Formel, welche sich der Gesammtheit aller bisher bekannt gewordenen Versuche über die Expansivkraft des Was-

ferdampfs bei verschiedenen Temperaturen genauer anschließt, als die übrigen bisher aufgestellten Formeln, ist:
$t = 100 + 64{,}295 \log. e + 13{,}895 \log.^2 e + 2{,}9098 \log.^3 e + 0{,}1743 \log.^4 e$,
in welcher t die Temperatur nach Graden der hunderttheiligen Scala, und e die Expansivkraft in Atmosphären bezeichnet.

Zusatz 7 (zu S. 54).

Ich habe in der bezeichneten Stelle nicht näher auf die von Fourier und Andern ermittelten Zahlen über die Dauer der Abkühlung der Erde eingehen mögen, weil die angestellten Berechnungen auf gar zu unsichern Elementen beruhen. Es ist wohl zu berücksichtigen, daß die Abkühlung der Erde durch Ausstrahlung durch das Medium der Luft vor sich geht, und daß dabei alle die Erscheinungen in Betracht zu ziehen sind, welche erst in den letztern Jahren durch die Versuche von Melloni bekannt wurden. Die Abhandlung von Pouillet: „Mémoire sur la chaleur solaire, sur les pouvoirs royonnants et absorbants de l'air atmosphérique, et sur la temperature de l'espace, Paris 1838", kann die Fehler bemerklich machen, die man begeht, wenn die obige Rücksicht nicht beachtet wird. Andere Fehlerquellen bei den bis jetzt aufgestellten Berechnungen muß ich, des beschränkten Raumes wegen, übergehen. Um aber doch einen beiläufigen Begriff von den Zeiträumen zu geben, welche ein Körper von der Größe der Erde bei seiner Abkühlung gebraucht, theile ich hier einige Resultate der sehr verdienstlichen Untersuchungen mit, welche Bischof in den letztern Jahren über diesen Gegenstand angestellt hat. Er ließ auf der Sayner-Hütte drei Basaltkugeln von 24", 27" und 9" Durchmesser gießen. Bei der ersten Kugel beobachtete er während der Abkühlung die Temperaturen an der Oberfläche des 2" dicken Lehmmantels, an der Oberfläche der Kugel und 2" tief unter derselben. Werden die Ueberschüsse derselben über der Lufttemperatur von zwölf zu zwölf Stunden zusammen gestellt; so bilden sie eine geometrische Reihe mit dem genäherten Exponenten $2^1/_6$. Hieraus folgt, daß die Verhältnißzahlen zwischen den Temperatur-Ueberschüssen an zwei Stellen von ungleichem Abstande vom Mittelpunkte wiederum eine geometrische Reihe bilden müssen, deren Exponent $= \frac{e}{E}$ ist, wenn die Erkältungs-Exponenten für die beiden Stellen e und E sind. Die Abkühlung der Kugel von der Schmelzhitze bis zu einem Ueberschusse von 0°,1 R. fand statt für die Oberfläche in 7 Tagen, 7 Stunden, für eine Tiefe von 2" in 7 Tagen, 9 Stunden. — Die Beobachtung der Abkühlung an den beiden letzten Kugeln wiesen die Richtigkeit der theoretischen Gesetze nach, daß sich die Abkühlungszeiten für gleiche Temperatur-Ueberschüsse wie die Durchmesser der Kugeln verhalten, und daß die Temperaturen nach dem Mittelpunkte zu in geometrischer Progression zunehmen, wenn die Tiefen eine arithmetische Progression bilden. Nimmt man nun an,

daß sich die Erdwärme an der Oberfläche und unter dem Aequator seit 2000 Jahren nur um 0°,1 R. vermindert habe, wie dies wahrscheinlich sein mag; nimmt man ferner die Temperatur des Weltraums zu — 40° R. an: so beträgt der Erkaltungs-Exponent der Erde für 2000 Jahre $= \frac{62,1}{62,0} = 1,00161$. Damit also die Erde um 1 Grad erkalte, ist eine Zeitdauer von $2000 \cdot \frac{\log. 63 - \log. 62}{\log. 1,00161}$ = 20000 Jahren nöthig. Die Erkaltung von der Siedhitze, also einer Temperatur von 80° R., bis zu unsern Zeiten würde nach diesen Rechnungen eine Zeitdauer von $2000 \cdot \frac{\log. 120 - \log. 62}{\log. 1,00161}$ = 800000 Jahren erfordern. — Wird die Zeitdauer der Erd-Abkühlung nach Verhältniß der Durchmesser der Erde zu dem der Basaltkugel berechnet; so ergeben sich für die Erd-Abkühlung weit geringere Zeiträume, die jedoch durch den Einfluß, den die Atmosphäre auf die Ausstrahlung, und die Sonne durch ihre Erwärmung ausübten, sehr bedeutend vergrößert werden.

Zusatz 8 (zu S. 58).

Ueber die hohen Temperaturen, in welchen Pflanzen und Thiere noch leben können, theilt Bischof die folgenden von mehreren Naturforschern gesammelten Thatsachen mit: »Sonnerat und Prevost sahen in Ostindien den Vitex Agnus castus L. bei einer Quelle von 76° C., und auf der Insel Luzon an einem Bache von 86° C. Wärme wachsen. In dem Bache lebten mehrere Arten von Fischen, die Ufer waren mit grünem Rasen bekleidet, die Pflanzen reichten mit ihren Wurzeln bis ins Wasser. G. R. Forster fand den Vitex am Fuße eines Vulkans der Insel Tanna, in einem Boden von 100° Temperatur. Thymus serpyllum soll am Rande des Geisers auf Island gedeihen. In den 75° warmen Quellen des Baikal gedeihen ebenfalls Pflanzen. Desfontaines fand mehrere Pflanzen in der Nähe der heißen Quellen von Bona von 96° Wärme. Nach Adanson wachsen am Senegal verschiedene Pflanzen und bleiben grün, obgleich der Sandboden oft eine Wärme von 76° annimmt. Die Oscillatorien leben in heißen Quellen von 60 bis 75° Wärme. Conferven finden sich in siedend heißen Quellen. In dem Wasser der 45° warmen Bäder zu Aix in Savoyen entwickeln sich und leben Insekten. Dunbar und Hunter fanden an der Grenze der vereinigten Staaten einige, 50 bis 60° warme, Quellen, in denen nicht nur Conferven, Kräuter, Gebüsche und Bäume wuchsen, sondern auch Muscheln lebten. Der Turbo thermalis, ein Bewohner des adriatischen Meeres, findet sich auch in den 50° warmen Quellen von Albano. In den warmen Bädern auf Manilla sollen Fische in einer Temperatur von 60°, ja sogar von 85° leben. In den Carlsbader Thermen, die eine Wärme von 74° C. haben, befinden sich Infusorien.«

Zusatz 9 (zu S. 63).

Die Kohlenfelder im Flötzgebirge kommen sehr häufig vor; kaum gibt es ein Land von einiger Ausdehnung, das nicht, wenn es mit Flötzgebirgen bedeckt ist, auch in ihnen Kohlen-Ablagerungen enthielte. Da man jedoch in den meisten Ländern erst vor noch nicht langer Zeit angefangen hat, die Kohlen zu gewinnen und zu benutzen; so müssen noch sehr viele Kohlenfelder, selbst in cultivirten Landstrichen, unentdeckt geblieben sein. Dieses häufige Vorkommen der Kohlen-Ablagerungen scheint mir die Entstehungsweise, welche Buckland andeutet, und welche er mit der Art vergleicht, wie das Treibholz sich aus den gegenwärtigen Wäldern Amerika's in den Meerbusen der großen Ströme dieses Continents, besonders in dem Meerbusen des Mississippi und des Mackenzieflusses aufhäuft, auszuschließen. Meine eigene Ansicht habe ich schon oben mitgetheilt. — Die Kohlen-Ablagerungen im Tertiär-Gebirge nehmen den Character der Braunkohle an. In ihr sind die Pflanzentheile weniger mineralisirt worden, und zeigen oft noch sehr deutlich ihre ganze frühere Structur. Auch die Braunkohlenlager sind sehr weit verbreitet. In unsern Gegenden ziehen sich Lager von Braunkohlen aus den Gegenden von Aachen bis nach Bonn am Rheine hin, wo sie in Schichten von 100′ Mächtigkeit vorkommen. Auf dem rechten Rheinufer erstrecken sich die Braunkohlenlager vom Siebengebirge und von Linz aus bis tief in die Wetterau und den Westerwald hinein. Weiter östlich treten sie wieder im Habichtswalde und am Meisner auf. In dem thüringischen Becken kommen sie bei Artern, und in den Saalgegenden bei Dörrenberg und Halle in mächtigen Lagern vor. Am Rhein und in den Gegenden von Cassel sind sie an vielen Stellen von Basalt und Trachyt durchbrochen und überdeckt worden. Sie liegen gewöhnlich auf Schichten von zähem Thon und werden von mächtigen Sandmassen überdeckt. Sie schließen eine ungeheure Menge von Pflanzenstoffen ein. Große Holzstämme kommen sehr häufig in ihnen vor. — Zu den Bildungen der historischen Zeit gehören die Pflanzenlager in den Urwäldern der heißen Zone, die sogenannten untermeerischen Wälder und die Torflager.

Ein zweites Mineral, welches ebenfalls wegen seines häufigen Vorkommens, und weil es alle Formationen der gesammten Erdbildung begleitet, Merkwürdigkeit hat, ist das Eisenerz. Auf den Höhen des mährischen Gebirges wird verwitterter Grünstein in Hochöfen verhüttet. Die Gänge in den Ur- und Uebergangsgebirgen enthalten unermeßliche Ablagerungen von Eisenerzen, die oft ganze Berge bilden. In der Kohlengruppe kommen Eisenerze in Flötzen als Thoneisenstein vor. Im Tertiär-Gebirge sind die meisten Thonlager stark eisenhaltig. In Torfmooren finden sich kohlensaure Eisen-Oxidule und phosphorsaure Eisen-Oxyde sehr häufig. Und in Sumpfgegenden bildet sich der Raseneisenstein noch unter unsern Augen.

Zusatz 10 (zu S. 65).

So sinnreich die von Elie de Beaumont aufgestellten Ansichten auch sein mögen, und so geschickt er sie mit guten Beobachtungen in Verbindung zu bringen gewußt hat; so dürften sie doch bei gründlicherer Erörterung bedeutender Modificationen fähig erscheinen. Es kann hier der Ort nicht sein, auf diesen Gegenstand näher einzugehen.

Zusatz 11 (zu S. 70).

Unzweifelhaft gehört die Emporhebung des Jorullo zu einem der großartigsten vulcanischen Ereignisse der geschichtlichen Zeit. Bei der folgenden kurzen Beschreibung dieses Ereignisses bin ich der Darstellung von v. Humboldt, der den Vulcan und die Umgegend desselben bereiset und genau untersucht hat, gefolgt.

v. Humboldt macht auf die merkwürdige Thatsache aufmerksam, daß alle Spitzen der Cordilleren von Anahuac, die sich über die Schneelinie erheben, in einer schmalen Zone zwischen 18° 59′ und 19° 12′ nördlicher Breite liegen, und daß die Richtung dieser Zone fast senkrecht auf der Richtung des Haupt-Gebirgszuges steht. In dieser Zone liegen von Westen nach Osten die großen Vulcane von Orizaba (Citlaltepetl), die beiden von Puebla (Popocatepetl und Nevado de Toluca), der Pic von Tancitaro, der Vulcan von Colima. Zwischen den wirklichen Vulcanen dieser Linie stehen andere Bergspitzen, deren Form und die Natur ihrer Gesteine den vulcanischen Ursprung nicht verkennen läßt. In der westlichen Verlängerung dieser vulcanischen Linie tauchen die kleinen Inseln von Nevillagigedo aus dem Meere, in deren Gewässern man Bimsteine auf der See schwimmend gefunden hat. Aus diesen Verhältnissen folgert v. Humboldt die Wahrscheinlichkeit, daß sich in der Tiefe der Erdrinde in der Linie der genannten Vulcane eine Spalte befinde, die sich in einer Länge von 150 Meilen quer durch den Continent bis zu der genannten Inselgruppe erstrecke.

Auf dieser vulcanischen Linie liegt nun auch, 36 Meilen von der Meeresküste und 42 Meilen von andern Vulcanen abstehend, fast in der Mitte zwischen der Stadt Mexico und dem stillen Ocean, die große Ebene von Aguasarco, 2400 bis 2500 par. Fuß über dem Meere, die durch ihren Baumwollenbau berühmt ist. Die Haupt-Gebirgsschichten bestehen hier aus Porphyr und Grünstein, auf welchen sich hohe, fruchtbare Basaltkegel erheben. Trotz dieser sichern Anzeichen einer frühern vulcanischen Thätigkeit, war die Gegend frei von neuern Eruptionen geblieben. Im Juni 1759 hörte man das erste unterirdische Geräusch, das sich bald zu dem schrecklichsten, mit Erdstößen begleiteten, Gebrülle steigerte, und zwei Monate lang andauerte. In der Nacht vom 28. zum 29. September wurde dieses Getöse so furchtbar stark, daß die Bewohner vor Schrecken auf die Gebirge von Aguasarco flüchteten. In

dieser Schreckensnacht erhob sich ein Landstrich von 4 Quadratmeilen Fläche blasenartig empor. An den Rändern gewahrt man den Durchbruch der Steinschichten; sie sind gegen 40′ emporgetrieben, und von hier bis gegen der Mitte ist die Fläche gegen 500′ hoch gehoben worden. Augenzeugen dieser furchtbaren Catastrophe versichern, daß auf einem Bereich von einer halben Quadratmeile überall Flammen hervorbrachen; Felsentrümmer wurden auf eine ungeheuere Höhe emporgeschleudert. Die beiden Flüsse Cuitimba und San Pedro ergossen ihre Wasser in die feurigen Schluchten. Tausende von kleinen Kegeln, von 6′ bis 10′ Höhe, stiegen als Fumarolen aus dem Boden empor. Als v. Humboldt im Jahre 1803 die Gegend besuchte, zeigten die aus diesen Fumarolen aufsteigenden Dämpfe noch immer eine Temperatur von 95° C., und im Innern hörte man ein Geräusch, wie von siedendem Wasser. In der Mitte dieser Oefen (hornitos) sind mehrere hohe Erdhaufen aufgeworfen, und unter diesen hebt sich der eigentliche Vulcan 1600′ hoch über die umliegende Ebene empor. Die großen Eruptionen desselben dauerten bis gegen die Mitte des Februars 1760, und wurden in den folgenden Jahren allmählig seltener. Während der Haupt-Ausbrüche fiel in Entfernungen von 48 Meilen noch viele Asche nieder. Die Quellen der beiden genannten Flüsse sind versiegt; dagegen sind westlicher in dem aufgetriebenen Boden zwei neue Quellen entstanden, deren Wasser eine Temperatur von 52°,7 C. zeigte. v. Humboldt fand die Luft-Temperatur auf der empor gehobenen Ebene, entfernt vom Boden, noch = 43° C., in der Tiefe des Kraters = 50 bis 60° C. Die Hitze stieg in manchen Rissen bis auf 85° C. Der Vulcan hat ungeheuere Massen von schlackichter und basaltischer Lava, welche Trümmer von primitiven Felsarten enthalten, ausgeworfen. Die Gestalt der ganzen Gegend ist durch seinen Ausbruch meilenweit vollkommen geändert.

Zusatz 12 (zu S. 74).

Es ist keine Thatsache bekannt, wodurch eine merkliche Abkühlung des Erdkörpers im Verlaufe der geschichtlichen Zeit in sicherer Weise constatirt würde.

Die ältesten Nachrichten über die Vegetation hat uns die Bibel überliefert, und beziehen sich also auf Unter-Aegypten und Palästina. Diesen Nachrichten zufolge wurde in Palästina zu den Zeiten Mosis Weinbau im Großen getrieben, und Jericho hieß die Palmenstadt. Nun bildet aber der Weinstock auf der einen, und die Dattelpalme auf der andern Seite eine ziemlich scharf abgeschnittene Vegetationsgrenze, die eine mittlere Jahrestemperatur von $17\frac{1}{2}$° R. voraussetzt. Diese Vegetationsgrenze ist, wie es scheint, heute noch dieselbe, die sie vor 3500 Jahren war; Aegypten ist auch heute kein eigentliches Weinland, und über die nördliche Grenze von Palästina hinaus wachsen keine Palmen. Daß sich also die mittlere Temperatur jener Gegenden um keinen gan-

zen Grad könne vermindert haben, läßt sich mit ziemlicher Sicherheit behaupten. — Aus Kleinasien und dem alten Griechenland, der Wiege der europäischen Menschen-Cultur, lassen sich mehrere andere Thatsachen den vorstehenden anreihen. Leider aber fehlen so alte Nachrichten aus nördlichen Regionen, wo grade in unsern Zeiten die Erderkaltung am raschesten vor sich gehen muß. Die Nachrichten über Island und Grönland, die nur wenige Jahrhunderte rückwärts reichen, lassen eine Erniedrigung der Temperatur gar nicht verkennen, die aber freilich die größere Annäherung des beweglichen Polareises, also nicht die allgemeine Abkühlung der Erde, zur Ursache haben könnte. Wir kennen die nördlichern Gegenden seit zu kurzer Zeit, und noch immer nicht genau und umfassend genug, um auf die Erscheinungen in dem einen Landstriche allgemeine Schlüsse zu bauen. Eben so möchte die starke Vorrückung der beiden magnetischen Nordpole, die nachweislich in den letztern drei Jahrhunderten statt gefunden hat, auf eine allgemeine Verrückung des Polareises zurückgeführt werden können, obgleich es mir allerdings nicht wahrscheinlich vorkommt, daß die Stetigkeit der magnetischen Polar-Aenderung von Veränderungen in der Lage der Eismassen, die doch wohl mehr sprungweise und nicht immer in derselben Richtung vor sich gehen mögen, abhängen könne.

Die Ermittelung der Sterntagslänge in den verschiedenen Jahrhunderten würde für die Abkühlung der Erde einen unwiderleglichen Beweis liefern, wenn angenommen werden dürfte, daß die Temperatur-Abnahme eine Verkürzung des Erdradius zur nothwendigen Folge habe. Es gibt aber wichtige Gründe, diese Folge zu bezweifeln. Es ist wohl zu erwägen, daß im Innern der Erde bei einer Abkühlung ein Uebergang aus dem geschmolzenen Zustande in den festen vor sich geht, wobei, wie oben nachgewiesen ist, wahrscheinlich eine Ausdehnung statt findet. Daß diese Ausdehnung die allgemeine Zusammenziehung durch Abkühlung überwiegt, möchte aus dem sich in allen Zeiten bemerklich gemachten Drange von innen nach außen hervorgehen. Es ist aber durch Hervordrängung der Massen aus dem Innern der Erde seit der geschichtlichen Zeit, im Verhältniß der ganzen Erde, doch nur eine so geringe Masse empor gehoben werden, daß schwerlich dadurch der Schwingungs-Mittelpunkt der Erde kann merklich gehoben worden sein. Wenn aber auch nur das Sinken desselben durch die allgemeine Abkühlung compensirt wurde; so mußte wenigstens eine Abnahme der Tageslänge dadurch verhindert werden.

Die Unveränderlichkeit der Tageslänge bei einer fortschreitenden Abkühlung der Erde läßt auch noch eine andere Erklärung zu. Wenn die Erde in der Nähe des Aequators, wie alle Erfahrungen andeuten, dem Punkte einer constanten Temperatur schon sehr nahe gekommen ist, so daß sie in der heißen Zone eben so viel Wärme durch die Sonnenstrahlen wieder erhält, als sie auf verschiedenen Wegen verliert; wenn aber zugleich die Polargegenden, wie dies ebenfalls durch Beobachtungen wahrscheinlich erscheint, von dem

Punkte der constanten Temperatur weiter abstehend, stärker erkalten, als die heißern Himmelsstriche: so muß durch die stärkere Zusammenziehung des Polardurchmessers im Vergleich zum Aequatorial-Durchmesser die flüssige Erdmasse nach dem Aequator zu nach außen gedrängt werden, wodurch nothwendig eine Hebung des Schwingungspunkts erfolgen muß, so daß die Senkung desselben durch Abkühlung dadurch aufgehoben werden könnte.

Aus diesen physikalischen Gründen scheint mir die Nachweisung der Unveränderlichkeit der Tageslänge, wenn dieselbe auch mit aller Sicherheit astronomisch constatirt sein sollte, wogegen ebenfalls Zweifel möchten erhoben werden dürfen, noch immer nicht die Berechtigung zu begründen, auf eine bloß unmerkliche Verminderung der Erdwärme den Schluß zu machen.

Die thermometrischen Beobachtungen sind noch zu jung, als daß aus ihnen die Abnahme der Erdwärme nachgewiesen werden könnte. Die Lufttemperatur ist so großen Schwankungen unterworfen, daß sie nie zu solchen Zwecken benutzt werden kann. Man darf allein durch vielfältige Beobachtungen solcher Quellen, deren Temperatur zwischen möglichst engen Grenzen schwankt, ein genügendes und sicheres Resultat zu erlangen hoffen. Diese Beobachtungen müssen aber sehr viele Quellen, und welche über möglichst große Erdstrecken verbreitet sind, umfassen. Sie müssen mit Thermometern angestellt werden, deren Genauigkeit bis auf ein Hundertstel Grad sich verbürgen läßt. Leider stellen nur noch sehr wenige Beobachter eine so strenge Forderung an ihre Thermometer, und in Frankreich und England ist man sogar noch über die Bedingungen einer größern Genauigkeit in völligster Unwissenheit. — Fast in jeder Gegend gibt es Quellen, deren Temperaturen in den verschiedenen Monaten des Jahres nur ein paar Zehntel eines Grades variiren; es gibt sogar in nicht zu geringer Anzahl Quellen, deren Temperatur nur in den Hundertsteln eines Grades veränderlich ist. Solche Quellen müssen mehrere Jahre lang beobachtet werden, wodurch ihre mittlere Temperatur sich bis auf ein paar Hundertstel Grad genau bestimmen läßt. Freilich können bei einzelnen Quellen im Laufe mehrerer Jahrhunderte Veränderungen eintreten, die unabhängig von der Veränderung der Erdwärme sind, und doch auf die Quellen-Temperatur Einfluß haben. Die dadurch herbeigeführten Irrungen können nur durch Beobachtungen vieler Quellen umgangen werden.

Ich habe mit genauen Thermometern einige Jahre hindurch die Temperatur mehrerer Quellen in der Umgegend von Soest und von Elberfeld mit aller Sorgfalt beobachtet. Diese Beobachtungen sollen an einem andern Orte, als ein geringer Beitrag für eine künftige Bestimmung der Veränderungen in der Temperatur der Erde, bekannt gemacht werden.