

Sitzungsberichte
der
mathematisch-physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu München.

1901. Heft I.



München.
Verlag der k. Akademie
1901.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Neuber)

Akustisch-Geographische Probleme.

Von Slegmund Günther.

(Eingelaufen 6. Juli.)

Von den drei Gruppen, in welche in unserer früheren Mitteilung¹⁾ die spontanen Schallphaenomene zerlegt wurden, hat die eine bereits ihre Erledigung gefunden.²⁾ Die zweite Gruppe hatte alle diejenigen Schallerscheinungen zu umfassen, bei denen es zur Herausbildung wirklicher Töne

¹⁾ Diese Sitzungsberichte, 31. Band (1901), S. 15 ff.

²⁾ Von Prof. Dr. Pechuel-Loesche in Erlangen erfuhr der Verf., eben auf grund jener früheren Veröffentlichung, dass auf dem Sand- und Lateritboden Afrikas Töne von wechselnder Art und Stärke gar nicht selten gehört werden, was natürlich dem Aberglauben der Negerstämme vielfach Vorschub leistet. Dem erwähnten Geographen ist persönlich musikalischer Sand bekannt von Darsser Ort an der Ostseeküste, von der Colorado-Wüste, vom Kap Hatteras, von der westindischen Insel Inagua, vom Kap der guten Hoffnung; in der südwestafrikanischen Wüste Namib hat er die gleichen, tönenden Dünenhügel gefunden, wie Lenz in der Sahara (s. o. S. 25). „Schreienden Sand“ kennen die Neger an der Loango-Küste; natürlich behält er diese Eigenschaft nur solange, als ihn nicht die Tropenregen gründlich durchfeuchtet haben. Herrn Prof. Pechuel-Loesche schuldet der Verf. aufrichtigen Dank für die umfangreichen Mitteilungen, durch welche ersterer die vorliegende Untersuchung wesentlich gefördert hat. Nicht unerwähnt soll auch bleiben, dass Schnee, wenn er infolge extremer Kälte körnig geworden ist, sich akustisch ähnlich wie Sand verhält. Payer berichtet (R. Andree, Der Kampf um den Nordpol, Bielefeld-Leipzig 1880, S. 263) von Franz Josephs-Land: „Dort, wo der Schnee in massigen Wehen liegt, sind diese wogenartig und scharf berandet, und der Schritt wiederhällt auf ihnen wie Trommelton“ — offenbar eine ganz analoge Erscheinung.

kommt, die einen deutlich ausgesprochenen musikalischen Charakter an sich tragen, was beim tönendem Sande nicht, oder doch nur ausnahmsweise, der Fall war. Eine klar erkennbare Bezeichnung für solche Tonbildungen fehlt; wenn wir von musikalischen Naturklängen sprechen, so hoffen wir für diese Namenwahl durch den Inhalt des folgenden Abschnittes die Berechtigung darthun zu können.

II. Musikalische Naturklänge.

Das Material dieser Abteilung, welches freilich nur partiell und bedingt die Unterlagen für eine kritische Bearbeitung darbietet, ist ziemlich reichhaltig. Um die Sammlung desselben machten sich verdient einige Abhandlungen von Schleiden,¹⁾ Springer²⁾ und Carus Sterne,³⁾ und zumal die letztgenannte will ernsthaft beachtet sein, weil sie sich eine Scheidung der zumeist bunt durch einander gewürfelten Angaben nach festen Grundsätzen zum Ziele gesetzt hat. Gewisse gar nicht näher kontrollierbare Vorkommnisse, über die nur zufällige, sonst nicht bestätigte Nachrichten vorliegen, scheiden wir von vornherein aus.⁴⁾ Wenn dies geschieht, so verbleiben für eine

¹⁾ M. J. Schleiden, Studien und populäre Vorträge, Leipzig 1857, S. 116 ff. („Die Töne in der Natur“).

²⁾ Springer, Die sonoren Naturerscheinungen im Weltall, Die Natur, (2) 6. Jahrgang, S. 223 ff.

³⁾ Carus Sterne (Ernst Krause), Musik der Berge und Thäler, Wälder und Wüsten, Gartenlaube, 1882, S. 702 ff.

⁴⁾ Dabin gehören z. B. die Seufzerklänge, welche man auf einem Berge bei Granada hie und da hören will und „el ultimo sospiro del Moro“ — des letzten Maurenkönigs Boabdil — genannt hat (W. Irving, Chronicle of the Conquest of Granada, 2. Band, London 1850, S. 86); hierher eine Nachricht des alten Missionars G. B. Schwarz (Reise in Ostindien, Heilbronn 1751, S. 26) von dem eine eigentümlich tosende Musik machenden „Teufelsberge“ nächst der Kapstadt; hierher endlich gewisse, halb ins Bereich der Gespenstergeschichten einschlagende Erzählungen aus Frankreich, welche Monnier und Vingtrinier (Traditions populaires comparées, Paris 1854, S. 50 ff.) mit grossem Eifer sammelt haben. Klagende Stimmen vernehme man hie und da im Jura-

Untersuchung, die exakt vorzugehen bestrebt ist, wiederum drei verschiedene Erscheinungskomplexe übrig. Wir meinen erstmalig die musikalischen Töne in abgeschlossenen Thälern, nächst dem diejenigen in Wäldern, an dritter Stelle die Töne, welche zerklüfteten Felsen zu entströmen scheinen. Dass eine scharfe Grenzlinie zwischen den drei Kategorien nicht gezogen werden kann, dass zumal die unter die beiden ersten Klassen fallenden Erscheinungen sich ursächlich nahe berühren, leuchtet ein. Wir folgen, da die wissenschaftliche Terminologie sich des Gegenstandes noch kaum zu bemächtigen begonnen hat, der populären Ausdrucksweise und sprechen von singenden Thälern, singenden Wäldern und singenden Felsen.

a) Singende Thäler. Die Ermittlungen Carus Sternes haben ergeben, dass die erste Andeutung, die hier einzubeziehen ist, auf den Schweizer Scheuchzer, den Begründer der physikalischen Geographie der Alpen, zurückgeht. In das Glarner

gebirge bei Pontarlier, und zwar erinnerten dieselben abwechselnd an menschliche Töne und an „des coups d'archet sur des cordes sonores“. Andere „crieurs“ seien in den östlichen Departements nichts ungewöhnliches, wie z. B. „l'esprit de Cri-mont“ am Doubs. Etwas zuverlässiger ist wohl (Stimmen in der Luft, Das Ausland, 1830, Sp. 1087) der Bericht eines Reisenden, der im Herbst 1828 den Pass „Porte de Venasque“ in den Pyrenäen überstieg. Er erzählt, die Luftströmung habe ihm vom Berge Maladetta her „einen dumpfen, langsamen, klagenden, der Windharfe ähnlichen Ton“ zugetragen, und zwar sei die Luft ziemlich ruhig, der Himmel wolkenlos gewesen; später, als er den gleichen Weg nochmals gemacht, sei die Sonne hinter Wolken gestanden, und Töne hätten sich nicht mehr hören lassen. Nach Springer (S. 255 ff.) habe man unbestimmte Kunde von ähnlichen akustischen Phaenomenen aus Griechenland, China, der Tartarei. Wenn auch Schweden in diesem Zusammenhange genannt wird, so wird es sich zeigen, dass es mit den dortigen Naturklängen eine ganz andere Bewandnis hat. Der gleichen — leider auf genaue Zitate zumeist verzichtenden und etwas allzu kompilatorischen — Zusammenstellung sei entnommen, dass, einer Notiz im „Magazin pittoresque“ zufolge, ein Engländer 1852 in der Wüste deutlich ein zehn Minuten andauerndes Geläute, wie von Kirchenglocken, bemerkt habe. Hier dürfte fraglos an den tönenden Sand der Dünenhügel zu denken sein.

Hochgebirge eingebettet liegt ein kleines Hochthal, die Sandalp, und von ihr berichten¹⁾ die Hirten, dass sie zu Zeiten dort oben „den angenehmsten Wettkampf musikalischer Töne“ zu hören bekämen. Auch jetzt noch, zweihundert Jahre nach Scheuchzer, hat sich diese Ueberlieferung bei den Alpenbewohnern erhalten. Carus Sterne stellt diesem Falle einen zweiten zur Seite, der sich auf das Siegerland (Provinz Westfalen) bezieht, über den jedoch irgend zuverlässige Nachrichten nicht vorzuliegen scheinen. Etwas festeren Boden bekommen wir unter die Füße, wenn wir des singenden Thales an der steierischen Koralpe gedenken, insofern wir von den dortigen Verhältnissen eine vertrauenswürdige, Sinn für Naturbeobachtung bekundende Beschreibung²⁾ zur Verfügung haben.

Der betreffende Gebirgszug trennt auf eine grössere Strecke auf seinem Kamme Steiermark und Kärnten. Ganz nahe der Grenze befindet sich eine kleine Mulde, auf drei Seiten von Felsen umgeben, und wenn man diesen fast abgeschlossenen Raum betritt, dringen eigenartige, leise Töne, die jedoch einen ganz harmonischen Eindruck hervorrufen, zu den Ohren des Besuchers. Sowie sich stärkerer Wind erhebt, erlischt die Hörbarkeit der Töne. Nach der Ansicht Mallys ist der Ursprung jener in einer Quelle zu suchen, welche in der Nähe des Gipfels des Speikkogels, des höchsten Punktes im Koralpenzuge, entspringt und von dort mit vernehmlichem Rauschen über das Steingerölle hinrieselt; die Felswände wirken als Reflektoren und vereinigen die diffusen Geräusche innerhalb eines kleinen Fokusraumes, wo man also musikalische Klänge vernimmt.

Diese Erklärung trifft aller Wahrscheinlichkeit nach das Richtige. Indess bedarf es doch einer etwas eindringenderen Analyse des Sachverhaltes, denn bewegtes Wasser kann, von

¹⁾ J. J. Scheuchzer, *Itinera per Helvetiae alpinas regiones*, 2. Band, Leiden 1723, S. 186.

²⁾ Mally, *Das Geläute in der Schwanbergeralpe*, eine akustisch merkwürdige Erscheinung, *Steiermärkische Zeitschr.*, (2), 2. Jahrgang (1835), S. 4 ff.

dem gewöhnlichen, unbestimmten Brausen natürlich abgesehen, nach zwei Richtungen hin akustische Wirkungen hervorbringen. Mit den im engeren Sinne so genannten Wasserfalltönen haben wir es im gegenwärtigen Falle mutmasslich nicht zu thun; von ihnen wird gleich nachher speziell die Rede sein müssen. Wohl aber dürfte jene Tonbildung in Frage kommen, auf welche durch den feinsinnigen Akustiker Oppel die Aufmerksamkeit gelenkt wurde; er ist, wo nicht der eigentliche Entdecker der Reflexionstöne, so doch derjenige, der zuerst deren Entstehung eingehend untersucht und die verschiedenen Möglichkeiten unterschieden hat.¹⁾ Die erste Art solcher Töne tritt in die Erscheinung, wenn in der Nähe eines Gitters eine Lufterschütterung stattgefunden hat, denn dann hört man neben dem scharf ausgesprochenen Hauptklange einen sich mit diesem kombinierenden Reflexionston, dessen Höhe rasch abnimmt. Was die zweite Art von Reflexionstönen anlangt, so besteht deren einfachste Erzeugung darin, dass man mit hinlänglich starkem Schritte durch eine enge Gasse geht; durch Zurückwerfung des Schalles von beiden Wänden entsteht ein wirklicher Ton, der übrigens ebenfalls an Höhe und Stärke ziemlich schnell sinkt. Diese letztere Gruppe von Tönen steht mutmasslich, obwohl Pfaundler einige Bedenken hegt, in nahem Zusammenhange mit derjenigen, auf deren Vorkommen der Innsbrucker Physiker Baumgarten durch eine zufällige Wahrnehmung aufmerksam wurde.²⁾ Die diffusen Reibungs-

¹⁾ Oppel, Beobachtungen über eine neue Entstehungsweise des Tones und Versuch einer Theorie desselben, *Ann. d. Phys. u. Chem.*, 94. Band (1855), S. 357 ff.; Beobachtung einer zweiten Gattung von Reflexionstönen nebst Andeutungen über die Theorie derselben, ebenda, 101. Band (1857), S. 165 ff. In neuer Beleuchtung stellt die Oppel'sche Lehre von den Reflexionstönen jene Abhandlung v. Fischer-Benzons dar, deren oben (S. 15) Erwähnung gethan worden ist. Dort ist auch von Reflexionstönen die Rede, die man auf der grossen Freitreppe der Walhalla vernehme.

²⁾ Baumgarten, Töne durch Reflexion von Geräusch mit gleichmässigem Schallfalle, *Mitteil. d. Naturwissensch.-Mediz. Ver. zu Innsbruck*, 1877. Pfaundler hat gezeigt, dass und wie man diese Reflexions-

geräusche, welche durch das einigermaßen gestörte Hinwegfliessen des Wassers über loses Gestein ausgelöst wurden, erfahren infolge der Reflexion einerseits eine Verstärkung und andererseits auch eine Differentiierung in dem Sinne, dass sich ein bestimmter Ton losschält, der natürlich, angesichts der Vielzahl der bedingenden Einflüsse, weder an Höhe noch an Klangfarbe konstant bleiben kann. Das ist Oppels Quellton, den man in unmittelbarer Nähe von Quellen in felsiger Umgebung leicht zu hören Gelegenheit bekommt. Durch diese Entdeckung, welche von dem Vorkommnis im steierischen Gebirge ganz unabhängig zustande kam, ist für dieses letztere eine völlig zureichende Begründung ermöglicht worden.

β) Singende Wälder. Ungleich weniger günstig ist es mit den Erscheinungen bestellt, welche nun in dieser Unterabteilung ihre Erörterung finden sollen. Auch für sie lässt sich ein sehr alter, der Diskussion freilich so gut wie ganz entrückter Beleg beibringen. Der Engländer Gervasius von Tilbury, der für den Kaiser Otto IV. zu Anfang des XIII. Jahrhunderts unter dem Titel „Kaiserliche Mussestunden“ ein didaktisches Tendenzwerk verfasste, weiss von einem Walde bei der Stadt Carlisle zu melden,¹⁾ der eine Merkwürdigkeit in sich schliesse. In der Mitte dieses Waldes befinde sich ein von Bergen umrandetes Thal, neben der grossen Heerstrasse, und in diesem vernehme man regelmässig „zur ersten Stunde des Tages“ einen süssen Ton, wie von fernem Glockengeläute; des-

töne, die der zweiten Oppel'schen Gattung doch mindestens sehr nahe stehen, an der Sirene nachbilden kann. „Man beobachtet sie, wenn man zwischen einem rauschenden Bache oder Flusse — auch das Geräusche eines Eisenbahnzuges ist verwendbar — und einer Mauer, von letzterer ungefähr 1 m entfernt, steht. Jeder Schallimpuls trifft das Ohr zweimal, direkt und reflektiert. So entsteht ein Ton, der sich bei Annäherung an die Wand erhöht, bei Entfernung von derselben vertieft“ (Pfaundler, Ueber die geringste absolute Anzahl von Schallimpulsen, welche zur Hervorbringung eines Tones nötig ist, Sitzungsber. d. Wiener Akademie d. Wissensch., Math.-Phys. Kl., 8. November 1877).

¹⁾ Gervasius von Tilbury, *Otia imperialia*, ed. Liebrecht, Hannover 1856, S. 34.

halb hätten die Eingeborenen dem einsamen Orte in ihrer Sprache einen bezeichnenden Namen („Laikibrait“) gegeben.¹⁾ Für unmöglich braucht man die zunächst etwas abenteuerlich anmutende Mitteilung keineswegs zu halten, wenn man sie mit den Thatsachen in Parallele stellt, die als gesichert gelten können. Es sind allerdings nur zwei ähnliche Fälle, aber diese werden durch anscheinend unverwerfliche Zeugnisse gestützt.

Zunächst sehen wir uns in den badischen Schwarzwald versetzt. Schon vor langer Zeit, nämlich bald nach dem dreissigjährigen Kriege oder in der zweiten Hälfte des XVII. Jahrhunderts, wurden, wie wir in dem grossen geschichtlich-geographischen Sammelwerke Kolbs²⁾ über Baden lesen, Soldaten, die in einer unfern des Städtchens Triberg gelegenen Waldschlucht kampierten, durch einen sonderbaren Gesang, der aus den Wipfeln der Bäume zu kommen schien, überrascht und stifteten deshalb eine Votivtafel, die anscheinend zu Anfang des XIX. Jahrhunderts noch vorhanden gewesen ist. Inwieweit die von Kolb versuchte Deutung³⁾ dieses Schallphänomenes korrekt ist, das wollen wir einstweilen noch dahingestellt sein lassen. Jedenfalls erheischt volle Beachtung der Umstand, dass dasselbe einen konstanten Charakter besass und nach mehr denn hundert Jahre nachher nicht verschwunden war. Es wäre jedenfalls von Interesse, zu erfahren, ob auch jetzt noch das Triberger Thal seine musikalische Eigenschaft beibehalten hat; dass aber schon geringfügige Veränderungen des Land-

¹⁾ Carlisle liegt an der Grenze von Schottland. Das keltische Sprachgebiet, jetzt auf Wales und den äussersten Norden der Insel beschränkt, hatte vor siebenhundert Jahren noch eine die heutige weit übertreffende Ausdehnung.

²⁾ J. B. Kolb, Historisch-statistisch-topographisches Lexicon von dem Grossherzogtum Baden, 3. Band, Karlsruhe 1816, S. 300 ff.

³⁾ „Die dortige Bergkluft, die durch ein schnell abbrechendes Felseneck der auf- und abströmenden Luft einen eigenen widerstrebenden Impuls gab, bildete in den Wipfeln der Tannen und des Gesträuches eine natürliche Aeolsharfe, deren Töne durch den gegenüber strömenden Waldbach begleitet wurden. Noch jetzt kann man bei windiger Nacht diesen Aeolsgesang im Konzerte mit dem Waldstrom spielen hören“.

schaftsbildes, wie etwa Abholzungen, einen tief gehenden Einfluss auf die Akustik einer Gegend auszuüben vermögen, ist bekannt und oben¹⁾ bereits betont worden.

Nunmehr gelangen wir zu dem dritten, bekanntesten und viel umstrittenen, jedoch noch keineswegs vollkommen aufgehellten Beispiele dieser Art, zum singenden Walde oder singenden Thale von Thronecken. Wie erwähnt, kann man die Erscheinung gleich gut unter unsere erste oder zweite Rubrik bringen, denn es ist ein einsames Waldthal, in dessen Grenzen sich die Ereignisse abgespielt haben. Thronecken, der gewöhnlichen Annahme nach das „Tronje“ des Nibelungenliedes, ist ein kleines, im südwestlichen, Hochwald genannten Teile des Hunsrück-Gebirges gelegenes Dorf, in dessen Flur der Malborner-Bach sich mit dem zur Mosel fliessenden Thron-Bache vereinigt. Zwei Kilometer oberhalb ergiesst sich in den Malborner Bach der Röder-Bach, dessen mit dichtem Walde bestandenes Thal sich gegen den höchsten Punkt der Rheinprovinz, den Erbeskopf (815 m), hinaufzieht. Dieses Röderbachthal nun ist der Schauplatz der Geschehnisse, welche ihm den auch vom Volksmunde und von der Reiselitteratur²⁾ adoptierten Namen des singenden Thales verschafft haben.

Was wir von den Dingen wissen, verdanken wir grösstentheils dem vor wenigen Jahren verstorbenen Ingenieur H. Reuleaux aus Remagen. Es kommen zunächst drei Publikationen³⁾ desselben in frage; allein auch davon abgesehen, hat er etwa einundeinhalb Dezennien daran gesetzt, das Rätsel, zu dessen

¹⁾ Vgl. o. S. 31.

²⁾ Hochwald- und Hunsrückführer, Kreuznach 1899, S. 153 ff.

³⁾ H. Reuleaux, Wandernde Töne, Sitzungsber. d. Verhändl. d. Naturhistor. Ver. d. Rheinlande, 37. Band, S. 161 ff.; Zwei Reflexionstöne, ebenda, 41. Band, S. 278 ff.; Das singende Thal bei Thronecken, ein Hochwaldrätsel, Koblenz 1880. Die an letzter Stelle genannte, selbständige Schrift enthält nebst der Gesamtheit der vom Autor angestellten Beobachtungen auch dessen Versuche, sich auf dem weiten Felde der theoretischen Akustik zu orientieren und zu einer befriedigenden Interpretation der mysteriösen Erscheinung durchzudringen. Wir beziehen uns vorwiegend auf diese Arbeit.

Mitwiser ihn der Zufall gemacht hatte, zu lösen, und die hiezu dienlichen Materialien, welche er zu dem Ende gesammelt hatte, und welche in unserer folgenden Darstellung gebührende Berücksichtigung gefunden haben,¹⁾ erreichten einen geradezu staunenswerten Umfang. Es darf deshalb auch die Hoffnung ausgesprochen werden, dass das Problem, welches von Reuleaux der tellurischen Physik vorgelegt ward, an dieser Stelle soweit gefördert wird, als dies unter den obwaltenden Verhältnissen überhaupt möglich erscheint.

An einem schönen Spätherbsttage hielt der Oberförster von Malborn im Hochwaldreviere eine Hirschjagd ab, an der u. a. auch Reuleaux teil nahm. Die Schützen wurden im unteren Röderbachgrunde postiert, und während unser Berichterstatter ruhig dastand, hörte er plötzlich ein Klingen in der Luft, wie von fernem Glockenläuten. Vereinzelt blies liessen sich anfänglich tiefe Glockentöne vernehmen, die vom Thaleingange her das Thal hinaufzogen und „in prächtiger Schwellung“ langsam vorbei wallten, so dass man den Ton selbst und zugleich das Mitklingen der Oktave ganz deutlich zu erkennen imstande war. Das unterste Ende des Thales weist eine Verengerung auf; dem entsprechend breiteten sich von der Engstelle ab die Tonwellen fächerförmig aus. Die Luft war bewegt, aber von dem Brausen des Windes hoben sich die sonoren Glockenklänge unverkennbar ab. Der weitere Verlauf der Jagd zwang den Beobachter, seinen Standort zu verlassen, und damit hörte auch bald das Weiterbestehen des Klangphänomenes auf; als jedoch nach fünf Stunden das Jagen sich wieder dem unteren Thale zuwandte, traten auch die Töne wieder hervor, und Reuleaux konnte ganz gut feststellen, ob

¹⁾ Durch die grosse Freundlichkeit von Frau und Fräulein Reuleaux, denen beiden er an diesem Orte seinen aufrichtigen Dank für das ihm geschenkte Vertrauen aussprechen möchte, wurde der Schreiber dieser Zeilen in den Stand gesetzt, alle Aufzeichnungen des Verstorbenen und den von ihm in der fraglichen Angelegenheit geführten, umfangreichen Briefwechsel einsehen zu können; auch wurde ihm anstandslos gestattet, diese Daten für die vorliegende Abhandlung nach Belieben auszunützen.

eine Luftschwingung gerade über ihn hinwegging oder aber eine mehr seitliche Richtung einhielt.

Ehe wir an die Frage herantreten, wie denn wohl ein solches Wandern tönender Luftwellen zustande kommen könne, haben wir zuerst uns über die Realität der Reuleaux'schen Beobachtung selbst ein Urteil zu bilden. Dieselbe blieb nämlich keineswegs unangefochten. Zumal einzelne Forstbeamte verfochten energisch die Annahme,¹⁾ dass irgend eine Täuschung vorgekommen sein müsse; gerade dem Forstpersonal, welches das Röderbachthal zu allen Tages- und Jahreszeiten durchstreife oder kreuze, hätte unmöglich eine so auffallende Schallerscheinung verborgen bleiben können. Dem gegenüber sah sich Reuleaux in die Notwendigkeit versetzt, Ohrenzeugen ausfindig zu machen, und es ist ihm dies auch vollauf geglückt.²⁾

¹⁾ Kritiken der Reuleaux'schen Schrift gaben Grunert und Borggreve (Forstliche Blätter, 1880, S. 276 ff.). Es müsse, hiess es, eine Täuschung inmitte liegen; vielleicht könne man an verwehte Hornsignale oder an das von Zugvögeln bewirkte Geräusche denken. Es fiel dem Angegriffenen nicht schwer, sich solcher — doch wirklich recht gezwungener — Einwände zu erwehren (Noch einmal „Das singende Thal bei Thronecken“, ebenda 1880, besonders paginierter Anhang). Insbesondere wies er darauf hin, dass eben nur durch ein seltenes Zusammenwirken der verschiedensten begünstigenden Momente die Tonbildung so charakteristische Formen annehmen könne, und dass man mithin gar kein Recht habe, dergleichen als etwas sich regelmässig Wiederholendes zu betrachten.

²⁾ Ueber die sowohl in der bezeichneten Antikritik als auch in den Reuleaux'schen Aufzeichnungen enthaltenen Zeugenberichte mögen noch ein paar Worte hier Platz finden, um unser positives Urteil von vornhin zu rechtfertigen. Der Förster Haak hatte zwar selbst keine direkte Kenntnis, wusste aber wohl, dass abergläubische Leute die „Geisterstimmen“ des Röderbachgrundes mit den um das alte, unheimliche Schloss von Thronecken schwebenden Sagen in Verbindung brachten. Ebenfalls aus dem Volksmunde hatte Oberförster Helbron seine Kenntnis, von dem der Ausdruck „singendes Thal“ herrührt. Dies setzt ausser Zweifel ein Brief, den am 29. Dezember 1879 der Bürgermeister von Remagen, v. Lassaulx, an Reuleaux richtete. Oberförster Werbaum in Thronecken nannte sein Thal ein „singendes, pfeifendes oder musizierendes“. Ferner schreibt der Forstkandidat Gericke aus Greifswald

Will man nicht überhaupt die Regeln ausser Kraft treten lassen, nach denen die Konstatierung von Naturereignissen auf dem Wege der Zeugenaussage gemeiniglich erfolgt, so wird man zugestehen müssen: An der Thatsächlichkeit spontaner Klangphaenomene von musikalischem Typus im Röderbachthale lässt sich vernünftigerweise nicht zweifeln. Dem Verständnis des Thatbestandes stehen hingegen sehr grosse Schwierigkeiten im Wege.

Zwei hervorragende Physiker, an die sich Reuleaux um Belehrung wandte, erklärten, wie ihre Zuschriften an den Fragesteller beweisen, eine exakte Erklärung für unmöglich. Ein dritter deutete an, dass jene Reflexionstöne, deren weiter oben Erwähnung geschah, wohl irgendwie im Spiele sein könnten, aber klargestellt sei der Zusammenhang in keiner Weise. Wir wollen versuchen, die überhaupt als möglich zu denkenden Kategorien der Prüfung zu unterziehen, um so vielleicht durch Ausschluss derjenigen, die nicht als brauchbar erfunden werden, der Wahrheit näher zu kommen.

Aehnlich, wie bei dem Triberger Phaenomene, könnte man die Aeolsharfe als ein Analogon heranziehen. Schon deren Erfinder Kircher legte Gewicht darauf,¹⁾ dass dieses originelle Musikinstrument nicht durch einen wie immer gearteten künstlichen Mechanismus, sondern einzig durch die Aktion des Windes zum Tönen gebracht werde. Man kann sich somit

1881, er habe die typischen Töne am 8. Dezember 1880 zwischen Fuchstein und Erbeskopf, also gerade am kritischen Platze, vernommen. Noch gewichtiger sind drei Schreiben (4. Juni, 22. Juni, 5. Juli 1880) des bekannten Bismarck'schen Forstmeisters Lange aus Friedrichsruh, der im Jahre 1852 im oberen Hunsrück stationiert war und dort diese „wilde Jagd“ mehrfach zu hören bekam. Von Reuleaux' Jagdgefährten an jenem Herbsttage des Jahres 1880 hatte der Gasthofbesitzer Blinzler aus Godesberg, dessen Anstand ein benachbarter war, ganz die gleichen Wahrnehmungen gemacht.

¹⁾ Athanasius Kircher, *Phonurgia nova*, Kempten 1573, S. 145 ff. „Aliam machinam harmonicam automatam concinnare, quae nulla rotarum, follium, vel cylindri phonotactici ministerio, sed solo vento ed aëre harmonicum sonum excitet“.

auch ganz wohl denken, dass ohne jedes Zuthun des Menschen gelegentlich einmal eine derartige Tonbildung statt hat, wenn Stäbe oder Saiten, die einer Versetzung in longitudinale oder transversale Schwingungen fähig sind, von ungefähr dem Winde ausgesetzt werden. Wie jedoch das Wegstreichen des Windes über die Bäume statt des diffusen Geräusches, das jedermann kennt und als etwas Selbstverständliches betrachtet, wirkliche Töne hervorbringen soll, bleibt ganz ungeklärt. Nehmen wir aber auch für den Augenblick an, es liege eine solche Tonbildung im Bereiche des Möglichen, so müsste man solche seufzende Klänge, wie sie der Windharfe eigentümlich sind, recht häufig, in jedem vom Winde durchzogenen Walde hören, und daran ist doch nicht zu denken. Zudem will sich einer solchen Theorie auch die Beschaffenheit der vernommenen Töne durchaus nicht fügen. Dieselben waren voll, kräftig, harmonisch, aber es fand kein rascher Wechsel statt; dagegen weiss jedermann, der einer Aeolsharfe gelauscht hat, dass diesen förmliche Melodien, und zwar mit allen möglichen Aenderungen der Tonstärke, entströmen. Endlich ist der Ort, von dem die Klänge kommen, im letzteren Falle ein stabiler, während Reuleaux ein deutliches Hinwegziehen der tönenden Luftwellen über seinen Standort und ein Hervorkommen derselben von einer ganz bestimmten Oertlichkeit her konstatieren konnte. Es scheint deshalb diese Hypothese, so sehr sie sich auch dem ersten Eindrücke empfehlen mag, aufgegeben werden zu müssen.¹⁾

¹⁾ Ein Aufsatz von Sorel (*Correspondance sur les sons produits par le vent*, *La Nature*, 1883, I, S. 206 ff.), der übrigens die von Carus Sterne mitgeteilten Thatsachen, den „Glockenberg“ und die Memnonssäule ohne gehörige Kritik zusammenwirft, will Reibungstöne als die wesentliche Veranlassung aller auffälligen Schallerscheinungen hinstellen. Wenn man einen Stab so halte, dass sich der Wind an ihm bricht, so vernehme man stets einen leisen Ton, wie von einer fernen Glocke, und so seien auch jene spontanen Naturklänge, von denen die Litteratur berichtet, nur Folgen der sich in sehr verschiedener Weise bethätigenden Windreibung an Hindernissen. In so bequemer Art und Weise werden sich die verwickelten Ereignisse, die der genannte Autor im Sinne hat, schwerlich als Ausfluss ein und desselben mechanischen Faktums auffassen lassen.

Was das Triberger Phaenomen betrifft, so gestattet dasselbe, da eben doch nur eine ziemlich vage Schilderung vorliegt, keine gleich gesicherte Entscheidung; immerhin aber sprechen manche Anzeichen dafür, dass die unerklärlichen Schallerscheinungen im Schwarzwald wie im Hunsrück auf die nämliche Ursache zurückgeführt werden müssen.

Reuleaux selbst hat sich eingehend mit Spekulationen über die von ihm entdeckten Hochwaldtöne beschäftigt und zu diesem Zwecke die Lehre vom Schalle nach allen Richtungen durchgearbeitet, um Anknüpfungspunkte oder Analogien aufzufinden. Für ihn, den mit den örtlichen Verhältnissen bestens Vertrauten, unterlag es von allem Anfang an keinem Zweifel, dass die Konfiguration des Thales von ausschlaggebender Bedeutung sei, dass also nicht der Wald, sondern das Thal das „Singen“ verschulde. Nicht als ob das Thälchen eine besondere Plastik besässe, so dass man etwa auf die Reibung der bewegten Luft an Felsecken u. dgl. als auf den eigentlichen Grund verfallen könnte.¹⁾ Dasselbe hat ganz einfach eine Muschelform, deren Mundstück die enge Furche des untersten Laufes des Röderbaches darstellt. In diesen Kanal glaubt Reuleaux den Sitz der Tonentstehung verlegen zu müssen, ohne sich übrigens, wie er selbst einräumt, von deren Wesen eine zufriedenstellende Rechenschaft geben zu können. Am wahrscheinlichsten dünkt es ihm noch, dass bei einer ganz bestimmten Richtung der Wind mit grosser Energie in die Enge hineingepresst werde, und dass dort eine Luftstauung eintrete; diese wieder soll zu „Explosionen“ führen, „aus denen die eigentümlichen, selbsttönend werdenden Luftgebilde hervor-

¹⁾ Jeder derartige Erklärungsversuch, wie er ja nicht ferne liegt und auch schon aufgestellt wurde (Günther, Geschichte der anorganischen Naturwissenschaften im XIX. Jahrhundert, Berlin 1901, S. 555), wird hinfällig, wenn man die sanfte Profilierung des in Rede stehenden Gebirges kennt. Irgendwelche scharf hervortretende Unstetigkeiten fehlen den die Thäler begrenzenden Flächen, und es kommt auch angesichts der stark entwickelten Forstkultur der anstehende Fels nur selten dem Wanderer zu gesichte.

gehen.“ Hier nun stehen wir vor einem physikalischen Rätsel, und dass dem so, wird auch von Reuleaux bereitwillig zugestanden. Ebenso vermag er sich keine rechte Vorstellung zu machen von der Art des Fortschreitens der im Engpasse gebildeten Schwingungen;¹⁾ „von wandernden Tönen oder tönenden Bahnen in der Luft lehrt die Physik absolut nichts.“ Und nur solche könnten sich mit seinen eigenen Beobachtungen vereinbaren lassen. Reuleaux denkt an „selbsttönende Luftgebilde“ oder „tönende Körper“, die sich fortbewegen; kurz gesagt, an rotierende Luftwirbel von zylindrischer Gestalt, in deren Inneren, wie bei Tromben, die atmosphärische Verdünnung weit fortgeschritten sei. Carus Sterne weist, um diesen Bewegungsmodus verständlich zu machen, auf die bekannten Wirbelringe von Tait²⁾ hin. So wahr es ist, dass diesen Rauchwirbeln die Eigenschaft der Erhaltung ihres Zusammenhanges während ihres Fortschreitens durch die Luft zukommt, ebensowenig ist davon bekannt, dass solche Wirbelbewegungen ins Tönen geraten können. Es würde das auch Allem widersprechen, was wir von Tonerregung wissen.

Ganz allgemein betrachtet, stellen uns die Wahrnehmungen im „singenden Thale“ vor zwei ganz verschiedene Fragen: Wo sind die Töne entstanden, und wie pflanzen sie sich fort? Was den zweiten Punkt angeht, so glauben wir an keine neue, unbekannte Gesetze der Naturlehre zu Hilfe nehmende Bewegungsform appellieren zu müssen, sondern es wurden eben die auswärts gebildeten Töne durch die herrschende Luftströmung in das Thal hineingetragen, und dass, nachdem

¹⁾ Reuleaux, Das singende Thal etc., S. 16 ff.

²⁾ Tabakrauchversuche, die mit denjenigen von Tait die allergrösste Aehnlichkeit haben, wenn auch der Zweck, den der Experimentator im Auge hatte, ein ganz verschiedener war, hat wohl zuerst Sondhauss angegeben (Ueber die Form von aus runden Oeffnungen tretenden Luftströmungen, Ann. d. Phys. u. Chem., 85. Band (1852), S. 58 ff.). Die Wirbelnatur der niedrigen Rauchzylinder, welche sich beim Erschüttern des mit Rauch gefüllten Kästchens aus einem in dessen Vorderwand angebrachten Loche losringen, musste natürlich damals noch unberücksichtigt bleiben.

die bewegte Luft den Durchpass zurückgelegt hatte, eine fächerförmige Ausbreitung der Tonwellen und jenes Wogen der Töne stattfand, welches wir von den Orgeln kennen, und welches sich einfach durch die unvermeidlichen Schwebungen erklärt, hat ebenfalls nichts Verwunderliches an sich.

Dass von Reuleaux die Tonbildung in die Engstelle des Rüderbachthales verlegt wird, haben wir soeben erfahren. Die näheren Umstände des Vorganges entziehen sich aber ganz unserer Kenntnisnahme, denn wie durch Luftstauung eine jähe Gleichgewichtsänderung, vergleichbar einer Explosion, herbeigeführt werden soll, ist nicht wohl abzusehen. Handelte es sich um eine Klamm, um einen Cañon von beträchtlicher Länge, so könnte man möglicherweise noch eher begreifen, dass die stark zusammengepresste Luft mit einer Detonation den Ausgang verliesse; erstlich aber wäre ein solcher Knall noch lange kein musikalischer Ton, und zum zweiten ist die Thalmündung, wenn auch vergleichsweise enge, doch sehr weit entfernt, eine schmale Spalte zu sein, wie man sie aus dem Hochgebirge kennt. Es bliebe nur wieder übrig, seine Zuflucht zu jener Klasse von Reibungstönen zu nehmen, welche von Savart¹⁾ und Sondhauss²⁾ der Untersuchung unterstellt worden sind. Die Experimente des Letztgenannten würde Reuleaux wohl als eine Stütze für seine Anschauungen verwendet haben, wenn sie ihm nicht bei seinem sonst so fleissigen Durchforschen der einschlägigen Litteratur zufällig entgangen wären. Strömt die Luft durch die Oeffnung eines dickwandigen Gefässes aus, so kommen nach Sondhauss³⁾ schöne und kräftige Töne von bestimmter Höhe zum Vorschein, indem die passierende Luft in longitudinale Oszillationen versetzt wird; je allseitiger die Reibung, umso kräftiger der Ton. Man könnte aus diesen Versuchen schliessen, dass distinkte Luftzylinder

¹⁾ Savart, Von den Vibrationsphaenomenen beim Ausfliessen von Flüssigkeiten durch kurze Ansatzröhren, ebenda, 90. Band (1853), S. 389 ff.

²⁾ Sondhauss, Ueber die beim Ausströmen der Luft entstehenden Töne, ebenda, 91. Band (1854), S. 126 ff.

³⁾ A. a. O., S. 233 ff.

vom Querschnitte der Oeffnung, sich abwechselnd verlängernd und verkürzend, sich vorwärts bewegten und für einen Beobachter, der sich nicht allzu weit von ihrer Fortschreitungsrichtung entfernt befände, den Eindruck hervorrufen könnten, den wir aus Reuleaux' lebensvoller Schilderung kennen.

Was aber im sorgfältig vorbereiteten Laboratoriumsversuche zutrifft, braucht darum noch nicht für die freie Natur zu gelten. Wir wiederholen vielmehr: Die Beschaffenheit der Gegend gestattet es nicht, die wandernden Töne mit denjenigen zu identifizieren, die zustandekommen, wenn Luft aus einer allseitig geschlossenen Oeffnung unter namhaftem Drucke austritt. Und was von durchschlagender Bedeutung ist: Hätte man es mit Sondhausschen Reibungstönen zu thun, so müsste, so oft der Wind hinlänglich lebhaft aus der charakteristischen Weltgegend bliese, das Thal ins „Singen“ geraten. So verhält es sich aber nicht; denn so wenig daran gezweifelt werden darf, dass unter besonders günstigen Umständen die Töne vernehmbar werden, ebensowenig lässt sich daran etwas ändern, dass nur äusserst selten jemand so glücklich ist, den Moment ihres Lautwerdens zu erhaschen. All das scheint uns den Schluss aufzunötigen, dass die geheimnisvollen Töne nicht erst im Thale selbst entstehen, sondern ausserhalb desselben gebildet worden sind und erst durch den Wind thalaufwärts fortgetragen werden.

Weitaus am nächsten läge es nun zweifellos, das Läuten von Kirchenglocken als die natürlichste und verständlichste Tonquelle anzusprechen. Pfarrdörfer gibt es in der Runde verschiedene; Thalfang, Lückenburg, namentlich aber Malborn könnten in betracht kommen. Zwar liegen diese Ortschaften zum theile reichlich weit von der kritischen Stelle entfernt, allein man weiss, dass sich die Töne oft in Entfernungen fortpflanzen, an die man von vornherein kaum zu glauben geneigt wäre.¹⁾

¹⁾ Unter Hinweis auf die Arbeiten von Stokes (On the Effect of Wind on the Intensity of Sound, British Association of Dublin, 1857)

Zwei Gegengründe zwingen uns indessen, auf diese Deutung der Erscheinung zu verzichten. Die Kirchen des Hochwaldes entbehren nämlich einerseits, wie wir von Reuleaux erfahren, der eigentlichen Glocken, indem sie sich mit Glöckchen, denen der Dampfschiffe vergleichbar, behelfen, und andererseits sind die fraglichen Töne auch bei nacht, und überhaupt zu Zeiten wahrgenommen worden, in denen Glocken ganz sicher nicht geläutet wurden. Demgemäss ist es kaum mehr erlaubt, die Erscheinung mit irgendwelchem Eingreifen des Menschen in Zusammenhang zu bringen.

Wohl aber hindert nichts, den Sitz der Tonbildung in den Wasserlauf zu verlegen, der, aus dem Röderbachthale kommend, der Vereinigung mit einer grösseren Wasserader zustrebt.¹⁾ Selbstredend liegt auch hier nur eine Hypothese vor,

und O. Reynolds (Refraction of Sound, Philosophical Transactions, 1876, I, S. 315 ff.) hat Reis (Ungewöhnlich weite Hörbarkeit von Tönen, erklärt durch Windbrechung, Humboldt, 2. Jahrgang, S. 53 ff.) gewisse Erfahrungen, die er selbst in dieser Hinsicht gemacht hatte, zu erklären gesucht.

¹⁾ Die nachfolgenden Betrachtungen entstammen einer Reise, welche der Verf. im März dieses Jahres nach Thronecken unternahm, um sich an Ort und Stelle über die Verhältnisse zu unterrichten. Dieser Zweck wurde allerdings nur unvollkommen erreicht. Reuleaux ist der Meinung, dass man die meiste Aussicht zu einer positiven Beobachtung habe, wenn man das Thal an einem kühlen Tage einer der beiden Uebergangsjahreszeiten, und bei ausgesprochenem Südwest, besuche. Diese beiden Vorbedingungen waren erfüllt; leider aber brachte besagter Wind, nachdem ein paar heitere Tage vorangegangen waren, ein furchtbares, jeden gründlichen Lokalaugenschein verhinderndes Schneegestöber von fast achtundvierzigstündiger Dauer. Man musste also noch sehr zufrieden sein, in einer der kurzen Pausen wenigstens einen allgemeinen Einblick in die Terraingestaltung gewonnen zu haben. Nebenher musste das überaus lebhafte und sehr weit hörbare, auch durch den heftigsten Sturm nicht zu übertönende Brausen der Mühlenwehre auf den Gedanken bringen, ob nicht hier vielleicht der Ursprung der Tonbildung zu suchen sei. Unter den Landesbewohnern gibt es, wie einschaltend bemerkt sei, zwei Parteien. Aufgeklärte Skeptiker, die auch in Dörfern nicht zu fehlen pflegen, stellen die Existenz eines „singenden“ Thales überhaupt in abrede und wollen höchstens eigenartige Echos als vor-

die aber wenigstens als „Arbeitshypothese“ brauchbar ist und dazu dienen kann, eine anscheinend ganz isoliert dastehende Erscheinung in Beziehung zu anderen Vorkommnissen zu setzen. Ehe wir näher auf dieselbe eingehen, wollen wir zuvor uns mit den von Wasserfällen erzeugten Tönen beschäftigen.¹⁾ Dem bereits erwähnten Quellentone, der dem allgemeineren Begriffe der Reibungstöne unterzuordnen ist, steht der genetisch einigermaßen verschiedene Wasserfallton zur Seite.

Als Objekt physikalischer Erörterung hat denselben zuerst der Däne Oersted, der bekannte Entdecker des Elektromagnetismus, in sein Recht eingesetzt.²⁾ Er hebt ausdrücklich hervor, dass man den leisen Laut, den der Strahl eines Springbrunnens von sich gebe, von dem störenden Plätschern scharf sondern müsse. Ein geübtes Ohr vermöge aber diesen Eigenton wohl herauszufinden, und wenn man dann eine auf diesen Ton abgestimmte Stimmgabel in der Nähe zum Schwingen bringe, so werde der Strahl sensitiv, d. h. er verliere, falls nur der erregte Ton eine genügende Intensität besitze, seinen Zusammenhang; ein erheblicher Teil des vorher zusammenhängenden, klaren Wasserstrahles löse sich in Staubnebel auf, zum Beweise, dass die Schwingungen, die nun in ihrer Amplitude entsprechend vergrößert wurden, schon vorher im Strahle enthalten gewesen seien. Angeregt von Oersted, sprach dann Pohl den Satz aus:³⁾ Die von einem fallenden Wasser-

handen gelten lassen, wogegen wieder Andere die Thatsache zugeben und solche Töne auch wohl selbst gehört zu haben versichern.

¹⁾ In seinem Bestreben, alle irgend interessanten akustischen Gegenstände sich zu eigen zu machen, hatte Reuleaux der mehrfach zitierten Notizensammlung auch viele litterarische Daten über Wasserfalltöne einverleibt, ohne jedoch dem Gedanken Raum zu geben, ob diese letzteren nicht auch zu dem Probleme, mit dem er sich so angelegentlich befasste, in Kausalbeziehung stehen möchten.

²⁾ Oersteds Gesammelte Schriften, deutsch von Kannegiesser, 1. Band (Der Geist in der Natur), Leipzig 1850, S. 39 ff. Der betreffende Essay führt die besondere Ueberschrift: „Der Springbrunnen.“

³⁾ Pohl, Akustische Briefe für Musiker und Musikfreunde, 1. Bändchen, Leipzig 1853, S. 83 ff.

strahle ausgelösten Laute sind zusammengesetzt aus einer Menge von musikalischen Einzeltönen. Wie dieselben zustande kommen, liess sich ziemlich gleichzeitig ergründen, indem Magnus,¹⁾ v. Feilitzsch²⁾ und vor allem Tyndall³⁾ die Durchsetzung eines Flüssigkeitsstrahles mit Luftblasen, welcher schon Venturi⁴⁾ und Buff⁵⁾ Beachtung geschenkt hatten, nach allen Seiten experimentell erforschten. Tyndall hat⁶⁾ die Lehre von den sensitiven Strahlen auch zuerst systematisch abgehandelt. Die Luftbläschen, welche die tropfbare Flüssigkeit mit sich fortreisst, platzen unausgesetzt an verschiedenen Stellen des Strahles, am meisten natürlich in der Umgebung seines Auftreffens auf ein entgegenstehendes Hindernis, und diese winzigen Explosionsgeräusche summieren sich zu wirklichen Tönen.

Diesen gegenüber war man lange gleichgiltig geblieben. Es ist das unbestrittene Verdienst zweier zu gemeinsamer Arbeit verbundener Brüder, des Geologen A. Heim und des Musikers E. Heim, auch diesen im engeren Sinne akustischen Teil der Lehre von den Wasserfalltönen sorgfältig studiert zu haben.⁷⁾

¹⁾ Magnus, Ueber die Bewegung der Flüssigkeiten, Ann. d. Phys. u. Chem., 80. Band (1851), S. 1 ff.

²⁾ v. Feilitzsch, Ueber den Ausfluss der Flüssigkeiten aus Oeffnungen in dünner Wand, ebenda, 63. Band (1844), S. 1 ff.

³⁾ Tyndall, Phenomena of Water Jet, Philosoph. Magazine, (4) 1. Band (1851), S. 176 ff.

⁴⁾ Venturi, Recherches expérimentales sur le principe de la communication latérale du mouvement dans les fluides, Paris 1797 (Bulletin de la Société Philomatique). Gegen Venturis Ansicht, dass das strömende Wasser adhärerende Luft mit sich fortreisse, ist Magnus wohl zu schroff aufgetreten.

⁵⁾ Buff, Einige Bemerkungen über die Erscheinung der Auflösung des gewöhnlichen Strahles in Tropfen, Ann. d. Phys. u. Chem., 27. Band (1832), S. 162 ff. Die im trüben Teile des Strahles enthaltenen Tropfen werden durch elektrisches Licht sichtbar gemacht.

⁶⁾ Tyndall, Der Schall, deutsch von H. Helmholtz und G. Wiedemann, Braunschweig 1869, S. 292 ff.

⁷⁾ A. Heim, Töne der Wasserfälle, Dinglers Polytechnisches Journal, 219. Band, S. 344 ff.; E. Heim, Töne der Wasserfälle, Verhandl. d. Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 1874, S. 209 ff.

Die Anzahl der eigentlichen Kaskaden und kräftig rauschenden Gebirgsbäche, die phonetisch geprüft wurden, war gross, und durchweg stellte sich eine nahezu vollkommene Uebereinstimmung des Prüfungsbefundes heraus. Am deutlichsten ist der C Dur-Dreiklang, begleitet von einem tiefen, brummen- den F. Dieser letztere Ton erscheint desto stärker ausgebildet, je grösser die fallende Wassermasse ist; fällt das Wasser hoch herab, so kann man F selbst noch hinter Bergen und Wäldern aus dem dumpfen Getöse heraushören. „Wenn man“, so äussert sich E. Heim, „am Ufer eines rauschenden Wassers ein Lied in anderer Tonart als in C Dur zu singen versucht, dann entstehen sehr hässliche Dissonanzen mit dem Wasser.“ Die vier Töne C, E, G, F, von denen E sich am wenigsten bemerklich macht, wiederholen sich, zum öfteren in verschiedenen Oktaven, bei jedem energischeren Wassergebrause. Aus Privatmitteilungen von Prof. Pechuel-Loesche geht hervor, dass drei bekannte Wasserfälle, der Niagara-Fall, der Yosemite-Fall in Kalifornien und der Regenbogen-Fall auf der Insel Hawaii tiefe Töne, wie von einer Riesenorgel, ertönen lassen, wenn man nur seinen Standpunkt in hinreichender Entfernung gewählt hat, um den wuchtigen Dreiklang nicht durch das Plätschern und Tosen gestört zu erhalten. Auch die bekannte Kalema-Brandung an der Küste von Nieder-Guinea bringt (Pechuel-Loesche, Die Loango-Expedition, 3. Band, I, Leipzig 1882, S. 20) zur Nachtzeit, wenn andere Naturstimmen schweigen, regelrecht rhythmische Klänge hervor.

Wie nun sollen diese Wassertöne das Reuleaux'sche Phänomen zuwege bringen? Im Röderbachthale selber sind Wasserfälle nicht vorhanden; wohl aber liegen an der kurzen Laufstrecke des Baches zwischen seinem Austritte aus der mehrgenannten Engstelle und seiner Einmündung bei Thronecken drei Mühlen in angenähert gerader Linie. Die Wehre, über welche das Wasser zu stürzen gezwungen ist, bewirken ein lebhaftes Brausen, das, wie erwähnt, auch dem entfernter Stehenden auffällt. Und die Linie der Mühlen ist gegen Südwesten gerichtet, so dass der aus dieser Weltgegend kommende

Wind die drei Fälle, die an und für sich zwar nur klein sind, in ihrer Vereinigung aber doch einen ganz stattlichen Effekt ergeben, folgeweise zu überstreichen hat. So kann er sehr wohl die Töne, deren Entstehungsort in seiner Richtung liegt, unter besonders günstig gelagerten Umständen mit sich fortführen und in das sich vor ihm öffnende Thal hineintragen. Reuleaux liess einen Jäger, der ein Waldhorn bei sich hatte, unmittelbar nach der beschriebenen Episode Töne blasen, und da zeigte sich, dass das kleine C des Jagdhornes sich vollständig mit dem rätselhaften Tone in der Luft deckte. Dieses C aber gehört, wie wir sahen, gerade zu den typischen Wasserfalltönen.

Kann diese Erklärung, welche erwähntermassen zunächst aus einem Besuche des Schauplatzes hervorgegangen ist, den Anforderungen einer abschliessenden Theorie genügen? Dies zu behaupten, sind wir weit entfernt. Gleichwohl lässt sich zu ihren Gunsten wenigstens das anführen, dass sie sich ausschliesslich auf feststehende Thatsachen stützt und den Erfahrungen grossenteils entspricht. Vorzugsweise darauf sei einiger Nachdruck gelegt, dass, wenn die bewegte Luft als Trägerin der vom Wasser erzeugten Töne aufgefasst wird, die grosse Seltenheit, mit der das Phaenomen offenbar auftritt, nahe genug gelegt wird. Die geringste Ungleichförmigkeit der Tonbildung in den drei Ursprungsstätten muss eine kumulative Wirkung hintanhaltend, und auch die Windrichtung braucht sich nur ein wenig zu ändern, um jede Wirkung illusorisch zu machen. Wenn gefragt werden wollte, weshalb denn nicht auch das dumpf dröhnende F gehört ward, so liesse sich erwidern, dass dieser Begleitton ja wesentlich an hohen Wasserstürzen haftet, von denen hier nicht die Sprache ist. Ueberhaupt aber steht uns ja noch keine eigentlich akustische Analyse der im Thale gehörten Klänge zur Verfügung; der einzige unter allen Denen, die etwas von der Erscheinung aus eigener Erfahrung wussten, und die zugleich die erforderliche fachwissenschaftliche Bildung besaßen, war Reuleaux selbst, und er that, was in seinen Kräften stand,

indem er durch einen Hornruf den vernommenen Ton fixierte. Dieser war der intensivste; die übrigen Töne des Akkordes können mutmasslich den ersteren begleitet haben, ohne dass sie sich dem Gehöre gleich stark aufdrängten. Die Möglichkeit, dass beim Durchgehen des zum Tönen gebrachten Windes durch den unteren Engpass eine gewisse Selektion der Töne stattgehabt habe, so dass von den der bewegten Luft übermittelten Schwingungszuständen nur noch ein einziger Energie genug besessen hätte, um das Ohr zu affizieren, soll übrigens nicht geleugnet werden. Ein ungeübtes Gehörorgan mag in solchem Falle vielleicht eine viel weniger musikalische Einwirkung erfahren; der Forstmeister Lange zum mindesten, dessen wir oben als eines klassischen Zeugen gedachten, entsinnt sich nur eines heftigen, ihm unerklärlichen Gepolters in dunkler Nacht, welches seinen Begleiter einmal derart erschreckte, dass er sich nicht an den Rendezvousplatz zu kommen getraute. Wenn es sich so verhält, wie es unsere Darstellung wahrscheinlich zu machen sucht, so ist auch leicht zu verstehen, dass der Weg, den die wandernden Töne zurücklegen, nicht immer die gleiche Länge zu haben braucht. Ist doch die schon aus früheren Versuchen von Regnault und Mach folgende Annahme, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles auch von dessen Stärke abhängt, neuerdings völlig bestätigt worden.¹⁾ Der Wasserreichtum des Baches bedingt die Mächtigkeit der Töne, und je nachdem diese eine grössere oder geringere ist, wird auch die Zeit eine verschieden

¹⁾ Ueber diese ältere Phase der die Schallgeschwindigkeit als Funktion der Intensität nachweisenden Untersuchungen gibt Auskunft Rosenberger (Die Geschichte der Physik in Grundzügen, 3. Teil, Braunschweig 1887—1900, S. 752 ff.). Neuere Bewahrheitungen des Erfahrungssatzes, dass sich Wellen von grosser Amplitude rascher als Wellen von kleiner Amplitude fortpflanzen, hat man von Jacques (Velocity of very loud Sounds, Silliman's Journal, 1879, S. 116 ff.) und von Frechon (Sur la vitesse des sons, La Nature, 1883, S. 286 ff.). Die Intensität des Schalles variiert jedoch, wenn die Tonquelle ihren Ort wechselt, wie Segnitz (Ueber den Einfluss der Bewegung auf die Intensität des Schalles, Ann. d. Phys. u. Chem., 85. Band (1852), S. 384 ff.) gefunden hat.

grosse sein, nach deren Ablauf erstere die Thalmündung erreichen. Hiedurch wird aber dann auch wieder die Hörbarkeit der Töne im Bereiche der Thalweitung beeinflusst.

Wie schon bemerkt, wäre es vermessen, zu glauben, mit dieser Zurückführung der Erscheinung auf bekannte Vorgänge sei nun das Rätsel endgiltig und in allen seinen Teilen gelöst. Davon sind wir noch weit entfernt; zumal die Rolle, welche der gewiss nicht gleichgiltigen Enge des Thalausganges zuzuweisen ist, bedarf noch sehr der Aufklärung. Sicher steht für uns nur das Eine, dass die beiden Phaenomene von Triberg und von Thronecken einen einheitlichen Charakter an sich tragen, und dass beide in innigem Zusammenhange mit diesen Thäler durchheilenden Gewässern stehen.

Keinenfalls dürfen wir daran denken, dieselben aus der gleichen Ursache herzuleiten, welche dem dritten der drei oben auseinandergehaltenen Erscheinungskomplexe zu grunde liegt, wie dies wohl versucht wurde. Dieser ist wieder eine Sache für sich allein.

γ) Singende Felsen. Dafür, dass Felsen musikalische Töne aus ihrem Inneren hervorgehen lassen, liegen unseres Wissens blos zwei Beispiele vor, und zwar sind die beiden Orte, von denen dies mitgeteilt wird, einander nahe benachbart, indem sie sich an den Ufern des Orinoko in Südamerika befinden.¹⁾ Wir verdanken unsere Kenntniss dieser merkwürdigen Oertlichkeiten A. v. Humboldt und dem französischen Reisenden Roulin. Pechuel-Loesch's afrikanische Erfahrungen mögen auch bei dieser Gelegenheit besprochen werden. Ein weiterer, von Ch. Darwin mitgeteilter Fall dürfte nur sehr bedingt dieser Gruppe einzureihen sein.

¹⁾ Die ziemlich häufig, so auch in der Humboldt'schen Reisebeschreibung, mit den Felsentönen verglichenen singenden Geräusche, welche man in älterer Zeit an der Memnonsäule zu Theben und auch an einem Tempel des nahe gelegenen Karnak um die Zeit des Sonnenaufganges gehört haben wollte, bleiben hier ausser betracht. Menschliche Artefakte lassen sich nicht mit dem an Naturerscheinungen anzulegenden Massstabe messen. Vgl. Lepsius, Briefe aus Aegypten, Berlin 1852.

Die Wahrnehmungen v. Humboldts¹⁾ mögen hier nach der von ihm selbst anerkannten Uebersetzung wiedergegeben werden, weil eine Paraphrase die Deutlichkeit nicht zu vermehren geeignet wäre. „Der Granitfels, auf dem wir lagerten, ist einer von denen, auf welchen Reisende zu Zeiten gegen Sonnenaufgang unterirdische Töne, wie Orgelklang, vernommen haben. Die Missionare nennen dergleichen Steine *laxas de musica*. „Es ist Hexenwerk (*cosa de bruxas*)“, sagte unser junger Steuermann, der kastilianisch sprach. Wir selbst haben diese geheimnisvollen Töne niemals gehört, weder in Carichana, noch am oberen Orinoko; aber nach den Aussagen glaubwürdiger Zeugen lässt sich die Erscheinung wohl nicht in Zweifel ziehen, und sie scheint auf einem gewissen Zustande der Luft zu beruhen. Die Felsbänke sind voll feiner, sehr tiefer Spalten und erhitzen sich bei Tage auf 48 bis 50 Grad. Ich fand oft ihre Temperatur bei Nacht an der Oberfläche 39°, während die der umgebenden Luft 28° betrug. Es leuchtet alsbald ein, dass der Temperaturunterschied zwischen der unterirdischen und der äusseren Luft sein Maximum um Sonnenaufgang erreicht, welcher Zeitpunkt sich zugleich vom Maximum der Wärme am vorhergehenden Tage am weitesten entfernt. Sollten nun die Orgeltöne, die man hört, wenn man, das Ohr dicht am Gesteine, auf dem Fels schläft, nicht von einem Luftstrome herrühren, der aus den Spalten dringt? Hilft nicht der Umstand, dass die Luft an die elastischen Glimmerplättchen stösst, welche in den Spalten hervorstehen, die Töne modifizieren?“ Dieses letzterwähnte Moment möchten wir nicht sehr hoch einschätzen; darin aber ist dem grossen, hier auf einem noch recht wenig bebauten Felde sich ergehenden Naturforscher unbedingt zuzugeben, dass die durch die Klüfte des Granits streichende Luft es ist, die sich akustisch bethätigt. Es fragt sich nur, wie wir uns die Modalitäten dieser Bethätigung vorzustellen haben.

¹⁾ A. v. Humboldt, *Rélation historique*, 6. Band, Paris 1824, S. 377; *Gesammelte Werke* (neue Cotta'sche Ausgabe ohne Jahrzahl), 3. Band, S. 91 ff.

Roulin erzählt,¹⁾ ein gleichfalls granitischer Felsblock, von seinen Begleitern „el castillo“ genannt, habe durch seine eigentümliche Schichtung, d. h. durch die bekannte paraklastische Zerklüftung des Urgesteines, die Augen der Reisenden auf sich gelenkt. Der Klotz erwies sich nicht als massiv, sondern als „sanduhrartig“ ausgehöhlt. Durch zufällige Berührung ins Schwanken geraten, sandte er tiefe, sonore Töne aus;²⁾ absichtlich erteilte Stöße dagegen brachten zwar gleichfalls Tonerscheinungen zuwege, aber dieselben waren weitaus schwächer. Auch Roulin thut des spanischen Wortes „laxas de musica“ Erwähnung und bemerkt, dass „laxa“ eine Steinplatte bedeute. Musikalische Platten sind es also, welche am Orinoko zu finden sind.

Die bekannten Absonderungserscheinungen an plutonischen Felsarten bewirken, dass auch eine mächtige Gesteinsmasse in ein Aggregat parallelepipedischer Bestandteile verwandelt wird; beim Fortschreiten des Verwitterungsprozesses fällt der Fels in ein Blockmeer auseinander. Dass die so entstehenden Spalten kleinen Luftmengen den Durchzug gestatten, versteht sich ganz von selbst, und damit ist auch gesagt, dass zur Bildung von Reibungstönen mannigfache Gelegenheit geboten ist. Wie dieselben jedoch zu tiefen, klangvollen Orgeltönen werden können, bedürfte noch einer Erklärung, und eine solche möchte wohl schwer zu erbringen sein. Da fühlt man sich denn aufgefordert, eine Erscheinung zur Aushilfe heranzuziehen, für deren Eintreten alle Voraussetzungen gegeben sind. Die einzelnen sich wechselseitig überlagernden Platten können sich unmöglich ihrer ganzen Flächenausdehnung nach berühren;

¹⁾ Roulin, Note sur certains blocs granitiques de l'Orénoque, et sur la cause des bruits qu'on a entendus au lever du soleil, Bulletin des sciences mathématiques, physiques et chimiques (de Férussac), 11. Band (1829), S. 52 ff.

²⁾ „Dans un de ces bonds je frappais un mamelon arrondi de la base, qui, à ma grande surprise, rendit un son plein, prolongé, tout-à-fait analogue à celui qu'on produit en frappant des doigts réunis la caisse d'un piano, dont le couvercle est levé.“

die wirkliche Berührung wird in der Regel auf einige wenige Punkte beschränkt sein. Sobald dann die Temperierung der beiden einander gegenüber stehenden Grenzflächen einen gewissen Grad überschritten hat, beginnt jene alternierende Bewegung, welche bei dem in der Experimentalphysik wohl bekannten Trevelyan-Instrumente oder Wackler Töne erzeugt.¹⁾ Ursprünglich war man in dem Wahne befangen, zur Hervorbringung dieser Töne seien ausschliesslich Metallplatten geeignet; Tyndall dagegen hat²⁾ die Nichtigkeit dieser Beschränkung dargethan und z. B. Steinsalz als einen sehr leicht in Schwingungen gerathenden Stoff aufgezeigt. Es wäre auch a priori nicht abzusehen, aus welchem Grunde eine Steinplatte nicht dieselben Dienste sollte leisten können. Nur insofern werden Töne dieser Art bei Materialien von anderer petrographischer Zusammensetzung minder leicht hervorzubringen sein, weil gerade der Granit durch seine Tendenz zur Zerklüftung sozusagen der Tonbildung vorarbeitet. Je labiler der Gleichgewichtszustand ist, in dem sich eine Gesteinsmasse befindet, so dass dieselbe leicht in eine oszillatorische Bewegung gerät, umso mehr ist, wie dies Roulins Erfahrung augenfällig zeigt, die Gelegenheit zur Hervorbringung der Trevelyan-Töne gegeben. Nicht völlig identisch, aber doch nahe verwandt sind die Felsentöne, die man nach Pechuel-Loesche (Zur Kenntnis des Herero-Landes, Ausland, 1886, S. 822 ff., S. 852, S. 890) in den Felseinöden Deutsch-Südwestafrikas vernehmen kann. Es ist eine Art Musik, wiewohl keine sehr harmonische; wie man sie etwa durch Blasen auf einem Kamme hervorbringt. Durch Abschuppung, Desquamation (Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 1. Band, S. 204) haben sich dünne Gesteinschalen losgelöst, die aber doch noch an einzelnen Punkten

¹⁾ Die Anfangsstadien unserer Einsicht in die wahre Natur des Wacklers, dessen Eigenschaften man anfänglich nicht in ihrer thatsächlichen Einfachheit erkannte, kennzeichnet Rosenberger (a. a. O., S. 271 ff.).

²⁾ Tyndall, On the Vibration and Tones produced by the Contact of Bodies having different Temperatures, Philos. Magaz., (4) 8. Band (1854), S. 252 ff.

mit dem Mutterblocke zusammenhängen, und wenn nun der Wind diese Platten vibrieren lässt, dringen merkwürdige Töne in das Ohr des erstaunten Reisenden. Reine Reibungstöne erscheinen dagegen in einem anderen Falle. Die durch Erosion oft unglaublich zerklüfteten Lateritgebilde Westafrikas (Pechuel-Loesche, Loango-Expedition, 3. Band, I, S. 39; Kongoland, Jena 1887, S. 333) geben dem durch sie hindurchstreichenden Winde Gelegenheit, die mannigfaltigsten Klangerscheinungen, sogar heftigen Lärm, zu erzeugen, so dass die Neger des Glaubens leben, ein unterirdisch verborgenes Riesentier verrate auf solche Weise seine Anwesenheit. Die Zerrissenheit des in Obelisk, Pyramiden, Türme mit eingestreuten Mulden und Zinken aufgelösten, mürben Gesteines begünstigt in seltenem Masse die akustischen Wirkungen der Luftreibung.

Der dröhnende Berg der chilenischen Kordilleren, von welchem Ch. Darwin, der diesen „Bramidor“ (Brüller) nicht selbst gesehen hat, auf Hörensagen hin berichtet,¹⁾ gehört, worauf wir gleich anfangs hinwiesen, aller Wahrscheinlichkeit nach nicht in diese Kategorie. Ganz klar geht ja aus den wenigen Worten nicht hervor, ob der rollende Sand, der nach Angabe der Chilenen dortselbst beobachtet wird, die Ursache der Tonbildung oder nur eine zufällige Begleiterscheinung ist. Lediglich um der Vollständigkeit willen musste aber auch dieser „singende“ Berg berücksichtigt werden.

III. Abrupte Knalle.

Der Ton im Gegensatze zum blossen Geräusche bildete das charakteristische Erkennungszeichen für diejenigen akustisch-geographischen Erscheinungen, die in unserer zweiten Abteilung abgehandelt wurden, wogegen der ersten gewisse, ihrer Ent-

¹⁾ Ch. Darwins Reise-Tagebuch, herausgegeben von A. Kirchhoff, Halle a. d. S. 1893, S. 380. Der im Thale von Copiapó gelegene Berg gehört anscheinend weit mehr dem von früher (S. 26 ff.) bekannten Typus Djebel Nakus als demjenigen der Laxas de Musica an, zu dem man ihn hat stellen wollen.

stehung nach bekannte Geräusche zugewiesen waren, die sich unter günstigen Umständen und unter Mitwirkung von Resonanz zu Tönen ausbilden konnten. Von diesen letzteren wird nunmehr gänzlich abgesehen. Einziges Objekt der Betrachtung sind jene dumpfen, meist kurz dauernden Knalle, welche vielfach für fernen Geschützdonner gehalten werden und in einzelnen Fällen wohl auch diesen Ursprung haben, die aber viel zu häufig vorkommen und auch eine viel zu grosse geographische Verbreitung haben, als dass man dieselben so leicht einer einzigen, stets ausreichenden Erklärungsweise zu subsumieren vermöchte. Schon die ungemein grosse Abwechslung in der Benennung dieser Lufterschütterungen spricht dafür, dass wirklich ein recht vielgestaltiges Phaenomen der Aufhellung wartet. Bezüglich der Nomenklatur kann man sich zunächst an den schon eingangs als wichtige Quelle der Belehrung angeführten Aufsatz von L. Weber¹⁾ und an die kürzere Skizze von Sieger²⁾ halten. Die niederdeutsche Bezeichnung Mistpoeffer, die darauf hindeutet, dass die Detonationen zumeist bei nebligem Wetter (mist englisch und holländisch = Nebel) gehört werden, hat auch in unsere wissenschaftliche Sprache Eingang gefunden; die beste Uebertragung in das Hochdeutsche würde also Nebelknalle sein. Auch als Nebelrölpse und Luftpuffe werden dieselben gelegentlich bezeichnet. Die Flamänder verlegen den Sitz der Gleichgewichtstörung, die sich in ihrem Lande besonders häufig bemerklich macht, auf das Meer und sprechen von „Zeepoeffers“, französisch „Rots de mer.“ Wieder in anderen Ländern ist vom Seeschiessen die Rede, und in der Schweiz gibt es eine Menge Lokalausdrücke, über welche die sehr fleissig gearbeitete, diesem Teile einer „akustischen Folklore“ umsichtig Rechnung tragende Studie des Grafen

¹⁾ Leonh. Weber, Ueber die sogenannten Mistpoeffers, Schriften d. Naturwissensch. Ver. f. Schleswig-Holstein, 11. Band, S. 66 ff. Vgl. oben S. 19.

²⁾ Sieger, Seeschiessen, Wasserschüsse, Nebelrölpse, Luftpuffe, Globus, 71. Band, S. 333 ff.

Zeppelin¹⁾ Auskunft erteilt. So kennt man im Kanton Freiburg ein Murtener Schiessen; im Kanton Luzern, wo sich das gleichnamige Dorf befindet, ein Rothenburger Schiessen. Neuerdings endlich sind wir mit den bengalischen Barisal Guns („Kanonen von Barisal“) und, durch Cancani,²⁾ mit der Marina Mittelitaliens bekannt gemacht worden, die sich besonders in der Provinz Umbrien hören lässt. So weit aber auch die Orte, von denen uns einschlägige Nachrichten zugehen, aus einander entfernt liegen — und durch die dankenswerten Zusammenstellungen von van den Broeck³⁾ und Penck⁴⁾ ist unsere Kenntnis in dieser Hinsicht noch beträchtlich vermehrt worden —, so steht doch soviel fest, dass allenthalben die Art und Weise, wie sich die Knallgeräusche dem Hörer vernehmlich machen,⁵⁾ eine wesentlich übereinstimmende ist. Damit soll jedoch nicht entfernt gesagt sein, dass nun auch rückwärts von gleichen Wirkungen auf eine konstante, unveränderliche Ursache geschlossen werden darf.

Ob man mit van den Broeck und Lancaster die Kenntnis der Nebelknalle bereits auf den englischen Philosophen und

¹⁾ Graf E. Zeppelin, Zum sogenannten „Seeschiessen“, Schriften d. Ver. f. Gesch. d. Boden-Sees u. seiner Umgebung, 25. Heft, Lindau i. B. 1896, S. 30 ff.

²⁾ Cancani, Barisal Guns, Mistpoeffers, Marina, Bollettino della Società Sismologica Italiana, 3. Band (1897), S. 222 ff.

³⁾ van den Broeck, Un phénomène mystérieux de la physique du globe, Ciel et Terre, 1895, S. 447 ff.; 1896, S. 110 ff. Von der Abhandlung ist auch, unter gleichem Titel, eine separate Buchausgabe (Brüssel 1896) erschienen.

⁴⁾ Penck, Ein mysteriöses Phaenomen der Geophysik, Meteorolog. Zeitschr., 14. Band (1897), S. 143 ff.; 16. Band (1899), S. 227 ff. Nach van den Broeck gearbeitet, aber eine Menge neuer Thatsachen beibringend. — Andere deutsche Bearbeitungen der Monographie des belgischen Gelehrten sind die folgenden: Samter, Ein akustisches Phaenomen, Himmel und Erde, 9. Band (1897), S. 380 ff.; Mistpoeffers, Ann. d. Hydrographie u. marit. Meteorologie, 25. Jahrgang (1897), S. 160 ff.

⁵⁾ Einzelne Berichterstatte haben van den Broeck versichert, dass mit dem Gehöreindrucke eine merkbare Erschütterung des ganzen Körpers hand in hand gegangen sei; das scheint jedoch eine seltene Ausnahme zu sein.

Naturforscher Lord Francis of Verulam zurückführen darf, lassen wir dahingestellt.¹⁾ Die Volksmeteorologie legte sich, den von unseren Gewährsmännern gegebenen Proben gemäss, dumpfe Laute in der Luft verschieden zurecht; in Frankreich sollten sie gutes Wetter, in England, wie der Dichter Parnell²⁾ verkündet, sollten sie Regen anzeigen. Auf einen festeren Boden gelangen wir erst im XVIII. Jahrhundert, und zwar war es der später berühmt gewordene Geologe O. Fraas, der vor fünfzig Jahren die Naturforscher aufforderte,³⁾ sich mit einer bisher wenig beachteten Erscheinung zu beschäftigen, die in einem speziellen Falle auch der bekannte Alpinist Hugi⁴⁾ bemerkt und in seinem gewohnten, etwas phantastischen Stile zu erklären versucht hatte.⁵⁾ Fraas teilt mit, dass im Oktober

¹⁾ Bacons oft äusserst konfuse Ansichten über den Schall (*Sylva Sylvarum* or a Natural Historie, ed. Rawley, London 1631, Century II und III) lassen selten erkennen, ob seine Behauptungen einen thatsächlichen Befund zur Grundlage haben. Einigermassen könnte noch von geschichtlicher Bedeutung sein ein Passus in der Aufzählung der verschiedenen Witterungsvorzeichen. Dort heisst es nämlich (*Historia naturalis et experimentalis de ventis*, Leiden 1638, S. 150): „Sonitus a montibus nemorumque murmur increbrescens, atque fragor etiam nonnullus (sic!) in campestribus, ventos portendit. Coeli quoque murmur prodigiosum, absque tonitru, ad ventos maxime spectat.“ Dieser „donnerlose, murmelnde Laut,“ der kein Donner ist, kann vielleicht als Mistpoeffer gelten.

²⁾ Thom. Parnell, *Poetical Works*, ed. Pope, London s. a. (Nach van den Broeck).

³⁾ O. Fraas, Detonationen in den höheren Luftschichten, Jahreshefte d. Ver. f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg, 6. Jahrgang (1850), S. 127 ff.

⁴⁾ Hugi, *Naturhistorische Alpenreise*, Solothurn 1830, S. 58 ff. Die Wahrnehmungen des um die Gletscherkunde verdienten, gewagten Spekulationen aber im Geiste der noch teilweise herrschenden Naturphilosophie über Gebühr hingeebenen Mannes bezogen sich auf das vereiste Rothal in der Jungfrau Gruppe, dem der Volksmund ohnehin allerlei Abenteuerliches nachsagt (vgl. v. Berlepsch, *Die Alpen*, in *Natur- und Lebensbildern* dargestellt, Jena 1885, S. 152 ff.).

⁵⁾ Er war geneigt, einen ohne optische Begleiterscheinungen sich vollziehenden, langsamen Ausgleich der beiden entgegengesetzten Elek-

und November 1847 Landleute in der Gegend von Balingen (südwestl. Württemberg) entfernten Donner bei heiterem Himmel gehört und mit dem damals gerade entbrannten Sonderbundskriege in der Schweiz in Verbindung gebracht hatten, was sich aber bald schon der Zeit halber als unstichhaltig herausstellte.¹⁾ Bald darauf, zu Anfang des Jahres 1848, hörte Fraas selbst die fernen Donnerlaute im tiefsten Frieden. Schöne Frühlings- und Herbsttage schienen ihm das Phaenomen besonders zu begünstigen, während Witterungsumschlag wirkungslos verblieb. Alle zwei bis fünf Minuten liess sich, wenn man auf freier Höhe stand, ein dumpfer Schlag vernehmen, dessen Richtung kaum angebbar war. Es ist ein eigenartiges Zusammentreffen, dass, wie wir vom Grafen Zeppelin erfahren, im gleichen Jahre 1850, welches die Notiz von Fraas brachte, auch der bekannte Erforscher der deutschen Heldensage, Baron Lassberg in Meersburg am Bodensee, seine schon längere Zeit gemachten Beobachtungen einer Anzahl befreundeter Gelehrten aus Schwaben vorlegte, ohne dass allerdings zunächst weitere Kreise hievon erfuhren.

Nachdem wir so eine kurze Geschichte der Studien über Nebelknalle gegeben haben, tritt als nächste Anforderung die an uns heran, die nachgewiesene geographische Verbreitung der Luftgeräusche näher kennen zu lernen. Die Fragebogen, welche van den Broeck in sehr zweckmässiger Anordnung verschickte, und der Sprechsaal, den die Redaktion der englischen „Nature“ in dieser Zeitschrift für einschlägige Mitteilungen einrichtete, haben es bewirkt, dass ein recht stattliches Material zusammenkam. Zunächst ist Flandern und überhaupt das flache Belgien, bis hinein in die Provinz Luxemburg, als ein Schauplatz der Mistpoeffers zu nennen. Aus dem

trizitäten in der Atmosphäre, also eine Art Donner, zur Erklärungsbasis zu nehmen.

¹⁾ Vom Grafen Zeppelin wird auch berichtet, dass die an Kanonenschüsse erinnernden Nebelknalle das im Kanton Aargau kantonnierende eidgenössische Heer in Verwirrung gebracht habe, bis dann Eingeborene über den Sachverhalt aufklärten.

nördlichen Deutschland und aus Skandinavien fehlen genauere Berichte;¹⁾ dagegen mangelt es an solchen gar nicht aus Südwestdeutschland und Oesterreich. Penck, der sich (s. o.) namentlich auf die Erfahrungen von A. E. Forster beruft, führt das Illergebiet, die obere Donau, das Wettersteingebirge, das Gebiet des Boden-Sees im weitesten Umfange, Mähren, wo es einen „Donnerberg“ geben soll, die Senke von Laibach mit ihrem „Grimberg“ und Dalmatien als Oertlichkeiten an, in deren Bereiche sich gelegentlich die dumpfen Knalllaute vernehmen lassen. In Grossbritannien gilt Perthshire, in Italien erwähntermassen Umbrien als das Land der Nebelschüsse. Auch in Amerika sind dieselben keineswegs unerhört; unter denen, welche van den Broecks Anfragen beantworteten, befand sich auch der Oberstleutnant Donneux, der den Staat Colorado, sowie Mexiko und Zentralamerika überhaupt als Heimstätten unserer Erscheinung namhaft macht, und C. Sapper, zweifellos der beste Kenner der Geographie von Guatemala, bezeugt bei Penck, dass in diesem Staate jedermann mit solchem fernen Donner bekannt sei. Endlich verlangen, wie gesagt, die nach dem im Gangesdelta gelegenen Orte Barisal zubenannten „Kanonenschläge“ besondere Beachtung; dieselben erstrecken sich über ein weites Areal und werden sogar noch in Assam gehört. Korrespondenznachrichten aus verschiedenen Teilen der niederländischen Besitzungen in Hinterindien hat der Utrechter Geologe Wichmann eingeholt und in der „Natuurkundig Tijdschrift van Nederlandsch-Indie“ (1890—1893) zur

¹⁾ Allerdings gehören zu den mancherlei Rätseln, welche der grosse Wetteren-See in Schweden der physikalischen Geographie zu raten aufgibt, auch gewisse dort auftretende Schallerscheinungen. Allein aus Siegers sorgfältiger Darstellung (Seeschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien, Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin, 28. Band, S. 73 ff.) geht anscheinend hervor, dass die dortigen Schallgeräusche auf das engste mit Vorgängen, welche sich innerhalb des Seebeckens selbst vollziehen, zusammenhängen, so dass also wohl eine äusserliche Aehnlichkeit, nicht aber eine innere Verwandtschaft mit den Luftknallen bestehen würde.

Kenntnis gebracht. Aus Südamerika sind nur vereinzelte Meldungen, und zwar von seiten der deutschen Reisenden Meyen¹⁾ und v. Bibra,²⁾ zu uns gedrungen. Der erstgenannte huldigte der Meinung, dass das von ihm angeblich gesehene, in Wirklichkeit aber wohl in das Reich der optischen Täuschungen zu verweisende „Nachleuchten erloschener Krater“ gewöhnlich von einem fernen Dröhnen begleitet sei. Der ruhige v. Bibra glaubt zwar die Lichterscheinung ebenfalls wahrgenommen zu haben, kann sich aber des dumpfen Donners, den sein Vorgänger gehört haben wollte, mit Bestimmtheit nicht entsinnen. Aus Afrika endlich stammt nur eine vereinzelte Mitteilung über unerklärliche Lufterschütterungen am Kongo. Von Professor Pechuel-Loesche wird uns allerdings mitgeteilt, dass er die bewussten Knalle, die ihm auch in den irischen Mooren und in den „Plains“ Nordamerikas aufgefallen waren, sehr schön am „Bulambembo-Point“ oberhalb der Kongomündung vernommen habe. Dieses Negerwort würde sich auch am besten mit „Echo“ verdeutschen lassen.

Der ziemlich zahlreichen positiven Nachrichten aus der Schweiz — Seeschüsse, Rothaler Schiessen, Rothenburger Schiessen, Murtener Schiessen — war bereits im unmittelbaren Zusammenhange mit der geschichtlichen Entwicklung unseres Wissens von diesen Dingen zu gedenken. Auch Dalmatien wird (s. o.) unter den in betracht kommenden Ländern gelegentlich genannt. Wir behalten uns jedoch vor, am Schlusse dieses Abschnittes den dalmatinischen Vorkommnissen eine besondere Erörterung zu teil werden zu lassen, deren Resultat, wie wir glauben, darin besteht, dass jene ihrem ganzen Wesen nach von den Nebelknallen ganz und gar abweichen.

Man sieht, dass ein erheblicher Teil der Erdoberfläche als Ort der uns interessierenden Erscheinung in betracht zu kommen hat. Gerade aber der Umstand, dass ausgedehnte Areale, ja

¹⁾ Meyen, Reise um die Erde in den Jahren 1830, 1831 und 1832, 1. Band, Berlin 1835, S. 349 ff.

²⁾ v. Bibra, Die Algodon-Bay in Bolivien, Wien 1852, S. 30.

sogar ganze Kontinente nichts verlauten lassen, spricht dafür, dass eine gemeinschaftliche Ursache, mit deren Aufdeckung das Problem endgiltig gelöst wäre, nicht vorhanden ist. Die grossen Schwierigkeiten liegen eben darin, dass eine wahre Unzahl von Hypothesen sich zusammengefunden hat, um deren Sammlung sich besonders van den Broeck sehr verdient machte.

Wir setzen, weil ein Gegenbeweis sich zur Zeit höchstens im Einzelfalle führen lässt, voraus, dass alle diese als Luftknalle bezeichneten Detonationen wenigstens äusserlich, wenn auch nicht ihrem eigentlichen Wesen nach, einen einheitlichen Charakter besitzen.¹⁾ Damit ist erwähntermassen noch keinerlei Gewähr für einheitliche Herkunft gegeben. Wie wenig auf Hypothesen, zu deren Begründung zufällige Wahrnehmungen eben nicht ausreichen, zu geben ist, bezeugt eine Uebersicht über die, welche bisher schon aufgestellt worden sind. Hallez und Moulan appellieren an die Gezeiten des Meeres, und zwar denkt sich der eine von beiden, dass das ansteigende Wasser in Höhlungen des Ufers hineingepresst werde, während der andere annimmt, die in den Uferböschungen befindliche Luft erleide eine Zusammendrückung und mache sich gewaltsam Bahn. Das blosse Brandungsgeräusche wollen De Brandner und der Italiener Agamemnone für die dumpfen Luftschläge verantwortlich machen.²⁾ De Meuse hält dafür, dass vom Wasser

¹⁾ Sichergestellt ist dies ganz und gar nicht. So werden wir von Goodwin-Austen (*The Barisal Guns and similar Sounds*, *Nature*, 53. Band (1895), S. 247 ff.) belehrt, dass die Wasserschüsse, welche G. B. Scott im Indischen Ozean konstatierte, in ihrem abrupten Klange sich von den rasselnden, polternden Geräuschen von Barisal doch ganz erheblich unterscheiden.

²⁾ Für a priori verwerflich möchten wir diese Anschauung nicht halten. Prof. Wiechert hat in einem Vortrage, den er auf der internationalen Erdbebenkonferenz zu Strassburg i. E. hielt, bemerkt, dass bei genauem Studium der mikroseismischen Bodenbewegungen mancher von der nächsten Meeresküste ziemlich weit entfernter Stationen die Möglichkeit sich ergebe, eine Beeinflussung der Indikatoren durch die in regelmässigen, sich rasch wiederholenden Stössen sich bethätigende Aktion der Brandungswogen zuzulassen.

absorbierte Luft sich ersterem wieder entringe, und auch an Sanderuptionen auf dem Meeresboden hat man gedacht. Elektrische Entladungen innerhalb der Erdkruste ziehen Donneux und v. Pitteur-Hiegarts zur Erklärung heran. Begreiflicher ist die Vermutung, dass unvermeidliche Erdrutschungen sich auf grosse Entfernungen hin akustisch bethätigen könnten; zumal auch für die Barisal Guns liesse sich diese Annahme verwerten, gegen die allerdings von Schur eingewendet wird,¹⁾ die grosse Hörbarkeitssphäre wolle nicht recht zu einem rein örtlichen Ereignis passen. Ja sogar die Töne des Trommelfisches (Drum Fish), so meinen die Amerikaner Kain und Cleveland Abbe,²⁾ möchten gelegentlich mit den Mistpoeffers, deren Ursprung freilich auch ein anderer sein könne, wechselt worden sein.

Hielten sich diese meist nur kurz hingeworfenen Andeutungen an die feste Erde und ihre Wasserbedeckung, so fehlt es doch auch nicht an Deutungsversuchen atmosphärologischer Natur. Hugis Hinweis auf elektrische Ausgleicherscheinungen findet bei van den Broeck eine der Erkenntnis der Gegenwart besser angepasste Wiederbelebung. Während ferner Jonckheere sich damit begnügt, eine plötzliche Störung des längere Zeit herrschend gewesenen labilen Gleichgewichtes der Luftschichten als Grund anzusprechen, wollen Cobbaert und van Overloop den Hergang schärfer praezisieren, indem sie der Einwirkung der Sonnenstrahlen auf Nebelmassen die Fähigkeit zuschreiben, Töne zu erzeugen. Wie aber geschähe dies? Die Meteorologie kennt kein Analogon; die Physik gibt keinen Anhaltspunkt, der Töne oder auch blos diffuse Lufterschütterungen dieser Art verständlich zu machen im-

¹⁾ H. S. Schur, Barisal Guns, Nature, 61. Band (1899), S. 60.

²⁾ U. S. Monthly Weather Review, 1898. Uebrigens hält Cleveland Abbe es auch nicht für unwahrscheinlich, dass das Wasser untermunter die mit Seebeben verbundenen seismischen Geräusche zuträgt; „genuine earthquakes occuring at the bottom of the neighbouring ocean“ vermöchten auch derartige Knalle auszulösen.

stande wäre. Tiefer eindringend, sucht sich Lieckfeldt¹⁾ eine Vorstellung von dem Akte des Verdampfens der Wasserkügelchen zu machen, welche in der Luft schweben und, solange ihr Durchmesser eine gewisse Grösse nicht überschreitet, in ihrer Gesamtheit als Nebel oder Wolken erscheinen. Die nachstehende These soll den Schlüssel des Geheimnisses enthalten: „Bei der Verdunstung der Nebelbläschen²⁾ tritt, ebenso wie beim Sieden festgestellt ist, unter gewissen günstigen Umständen die Erscheinung des Siedeverzuges ein — höchst wahrscheinlich auch umgekehrt beim Beginn der Nebelbildung eine Hintanhaltung des Niederschlagens.“ Wenn, so wird argumentiert, die kleinen Wassertropfen eine Temperatur angenommen haben, bei der sie längst schon ganz aufgelöst sein sollten, so tritt ein Moment ein, der mit jähem Explosionsrucke die Ueberführung in den gasförmigen Aggregatzustand herbeiführt. Nun ist zuvörderst zu bemerken, dass der Vergleich mit der als Siedeverzug angeführten Erscheinung nicht recht stimmt; letztere beruht ja darauf, dass der Flüssigkeitstropfen, dem Leidenfrost'schen Versuche entsprechend, in den sogenannten sphaeroidalen Zustand übergeht, der dann allerdings ein plötzliches Ende erreicht. Sollte es ein Analogon dieses Zustandes geben, wenn nicht vom abrupten Sieden, sondern lediglich vom langsamen Verdampfen die Rede ist? So achtbar das Streben auch ist, ein Motiv für explosive Vorgänge in der Luft bei deren gewöhnlicher Zusammensetzung nachzuweisen, so müssen wir doch an der Berechtigung eines derartigen Verallgemeinerns physikalischer Wahrheiten unsere Zweifel äussern. Und vor allem: Könnte ein solches Aufkochen der Wasserkörperchen ein beschränktes, regionales Vorkommnis bleiben, müsste man nicht überall

¹⁾ Lieckfeldt, Versuch zur Erklärung der Mistpoeffers, Seeschiessen u. s. w., Ann. d. Hydrogr. u. marit. Meteorologie, 25. Jahrgang (1897), S. 308 ff.

²⁾ Dass die kleinsten Bestandteile einer Wolke nicht, wie Clausius wollte, hohle Bläschen, sondern massive Wasserkörperchen sind, wird heute allgemein zugestanden.

auf der Erde dann und wann ähnliche Folgen einer verzögerten Verdunstung erwarten? Die freie Atmosphäre kann kaum der Ort sein, der den Luftknallen, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, zum Leben verhilft.

L. Weber, dem in der Hauptsache auch Sieger beipflichtet, glaubt dreierlei Möglichkeiten des Entstehens der Nebelschüsse auseinanderhalten zu sollen. Bewirken anormale Leitungs-, Resonanz- oder Brechungsverhältnisse eine ungewöhnliche Verbreitung gewisser, wie immer entstandener Detonationen? Gibt es natürliche Anlässe der Lufterschütterung, die sich unserem Gehörorgane in der angegebenen Weise bemerklich machen? Kann ein Mistpoeffer vielleicht als Kombinationston aufgefasst werden, wie er sich z. B. im tönenden Echo ausspricht? Letzteres dürfte unbedingt zuzugeben sein; Oppels und v. Fischers Reflexionstöne (s. o.), sowie ein von L. Weber selbst angegebenes, einfaches Experiment¹⁾ liefern die unzweideutigen Belege dafür. Dass die erste und zweite Weber'sche Frage zusammengehören, liegt ebenfalls am Tage. Wenn wir also davon abstand nehmen, dass doch wohl gar mancher scheinbar geheimnisvolle Knall auf menschliche Initiative hindeutet,²⁾ so müssen wir die Fragestellung noch etwas

¹⁾ L. Weber, Mitteilung über einen die Mistpoeffers betreffenden Versuch. *Schr. d. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein*, 11. Band, 2. Heft.

²⁾ Dass es denkbar sei, ferner Kanonendonner sei hin und wieder doch auch die Ursache des bewussten Krachens, ist wiederholt bemerkt worden; so von Jottrand, Hallez, De Skryvere, De Pauw, van Ertborn. Penck und der Verf. (*Handb. d. Geophysik*, 2. Band, S. 43) nehmen für die Fläche, auf der die bayerischen Artillerieschiessübungen (Lechfeld) gehört werden, einen bedeutenden Teil der schwäbisch-bayerischen Hochebene in anspruch. Mit Eifer hat sich der Frage angenommen der britische Erdbebenforscher Davison (*The Distance to which the Firing of Heavy Guns is heard*, *Nature*, 62. Band (1900), S. 377 ff.). Seine Erfahrungen stützen sich auf die Schiessversuche der englischen und französischen Marineartillerie zu Spithead (1897) und Cherbourg (1900). Die weiteste Entfernung, bis zu welcher sich in diesen beiden Fällen der Schall fortgepflanzt hatte, betrug 136 Miles (rund 207 km). Aber

bestimmter fassen, indem wir die folgende Form wählen: Gehören die unter so verschiedenen Namen bekannten Gehörerscheinungen der Atmo-, Hydro- oder Lithosphäre der Erde an? Wenn wir über dieses Grundpostulat Klarheit erhalten, so sind wir auch der Lösung der Aufgabe, die Entstehungsursache zu ermitteln, um ein gutes Stück näher gekommen.

Welche Umwandlungen in der Luft oder im Wasser vor sich gehen könnten, um bei heiterem Himmel und bei ruhiger See Schallphaenomene von immerhin nicht ganz unbeträchtlicher Intensität auszulösen, das entzieht sich so völlig unserer Kenntnis, dass wir ein gutes Recht haben, auf die Herbeiziehung von Hypothesen, die nur ad hoc ersonnen worden sind und nur sehr locker im Boden der Wissenschaft wurzeln, Verzicht zu leisten. Man kann nicht sagen, eine unserem Kausalbedürfnis wirklich genügende Herleitung der Mistpoeffers aus bekannten Gesetzen der Lehre von den tropfbaren und elastischen Flüssigkeiten sei einfürallemal unmöglich; wohl aber darf man behaupten, dass vorläufig auf eine in diesem Sinne gehaltene Erklärung keine grosse Hoffnung zu setzen ist. Dann jedoch besteht eine um so entschiedenere Pflicht, alle denkbaren Fälle, die sich für eine Rückführung unserer Knall-

auch sonst weiss die Kriegsgeschichte von grossen Distanzen zu berichten, sogar von 200 Miles (rund 305 km). Bei so weitem Abstände von der Schallquelle kann das Ohr nichts als nur einen ganz unbestimmten Eindruck empfangen. Pechuel-Loesche warnt, auf reichliche eigene Erfahrung gestützt, davor, den dröhnenden Schlag entfernten Geschützfeuers mit dem eigentlichen Mistpoeffers zu verwechseln. Am 4. Juni 1901 z. B. vernahm dieser Geograph in seinem Wohnorte Erlangen am Morgen charakteristische Luftknalle, aber durch sofort an Ort und Stelle eingezogene Erkundigungen ergab sich, dass gerade um diese Zeit die bayerische Feldartillerie auf dem um mehr denn 80 km von Erlangen entfernten Schiessplatze von Hammelburg (Unterfranken) Gefechtsübungen abgehalten hatte. Auch Minensprengungen können als Mistpoeffer wirken, und zwar umso eher, als ja die Explosion gar nicht an der freien Luft stattfindet. Forel hat (Graf Zeppelin, a. a. O., S. 45 ff.) dumpfe Töne, die er vernahm, so lange nicht zu deuten gewusst, bis er erfuhr, dass in den Steinbrüchen von Meillerie mit Sprengpulver gearbeitet wurde.

erscheinungen auf endogene, dem Bereiche der Erdrinde — oder auch allenfalls des Erdinneren — angehörige Prozesse zu eignen scheinen, in ernste Erwägung zu ziehen. Und damit ist denn auch in neuester Zeit ein viel versprechender Anfang gemacht worden.

Die Herstellung einer Verbindung zwischen Nebelknallen und Erdbebengeräuschen liegt nahe genug. Die letzteren bilden in den seismologischen Schriften ein stehendes Kapitel, so dass es hier bei wenigen Verweisungen sein Bewenden haben kann. Hoernes hat die darauf bezüglichen Nachrichten vereinigt und besprochen;¹⁾ es erhellt, dass die beiden Gruppen von Erscheinungen nicht notwendig zusammengehören, dass es Erdstösse ohne Detonationen und unterirdische Geräusche ohne begleitende Erderschütterung gibt, dass aber ein wahrscheinlicher Zusammenhang immerhin anzunehmen ist. So nennt auch Boussingault²⁾ zwar den dem Stosse folgenden Schall eine „Erscheinung für sich“, aber doch eine solche, deren Eintreten ohne die vorhergehende mechanische Auslösungsursache nicht zu erwarten wäre.³⁾ Die akustische Analyse der seismischen Begleitphänomene lässt noch zu wünschen übrig, und es sind dieselben offenbar auch in vielen Einzelfällen so überaus vielgestaltig, dass die Beschreibung nur schwer die richtigen Worte findet.⁴⁾ Dumpfes Rollen und Brausen

¹⁾ R. Hoernes, Erdbebenkunde, Leipzig 1893, S. 74 ff. Vgl. auch v. Seebach, Das mitteldeutsche Erdbeben vom 6. März 1872; ein Beitrag zur Lehre vom Erdinneren, Leipzig 1873, S. 110 ff.

²⁾ Boussingault, Sur les détonations constatées pendant les tremblements de terre, Compt. rend. de l'acad. franç., 93. Band (1881), S. 105 ff.

³⁾ Verbreitet haben sich hierüber auch zwei englische Gelehrte in einer Erdbeben-Monographie (Meldola-White, East Anglian Earthquake of 1884, London 1885, S. 55 ff.).

⁴⁾ Auf den Santorin-Inseln, wo natürlich die Erdbeben das rein vulkanische Gepräge tragen, hatte Jul. Schmidt Gelegenheit, sich mit dem unterirdischen Dröhnen vertraut zu machen. Er unterscheidet: „Brausen, Heulen, Orgelton, Pfeifen, Rollen, Donner, Lärm, Gurgeln, Brüllen“ (Vulkanstudien bei Santorin, Gaea, 18. Jahrgang (1882), S. 645).

scheint die Regel zu sein; mitunter wird aber auch nur ein einziger, heftiger Knall verzeichnet.¹⁾ Die sorgfältigsten neueren Untersuchungen hierüber haben uns Milne²⁾ und Davison³⁾ geliefert, und zumal die Vergleichen, welche der zweitgenannte hinsichtlich des Verhältnisses der Verbreitung von Schall und mechanischer Wirkung angestellt hat, dürften sehr geeignet sein, auch auf die dunkle Sache, die uns beschäftigt, einiges Licht zu werfen. Vor allem wird dargethan,⁴⁾ dass Hörraum und Beschädigungsraum sich durchaus nicht zu decken brauchen, dass es Gegenden gibt, innerhalb deren das Erdbeben starke Zerstörungen ausübt, ohne das Gehörorgan zu beeinflussen. Ueber diejenigen subterranean Geräusche, welche sich ab und zu in furchtbarer Heftigkeit vernehmen lassen, ohne dass auch nur eine stärkere Ersitterung des Bodens parallel ginge, waren schon früher Nachforschungen angestellt worden.⁵⁾ Es liegt mithin nahe genug, zu vermuten, dass die

¹⁾ Ein recht charakteristisches Vorkommnis dieser Art führt v. Radics an (Historische Erdbebennotizen aus Krain und den Nachbarländern, Erdbebenwarte, 1. Jahrgang, S. 17).

²⁾ J. Milne, Note on the Sound Phenomena of the Earthquakes, Transact. of the Japan Seismological Society, 12. Band, S. 53 ff.

³⁾ Davison, On the Nature and Origine of Earthquake-Sounds, Geolog. Mag., (3) 9. Band (1892), S. 208 ff.

⁴⁾ Meldola-Davison, Curious Aerial or Subterranean Sounds, Nature, 53. Band (1895), S. 4. „In great earthquakes, the Sound Area is confined to the neighbourhood of the epicentre; in moderate and slight shocks the Sound Area and disturbed area approximately coincide, or the Sound-Area may even overlap the disturbed area. In the limiting case, the disturbed area vanishes, and the vibrations are perceptible only as sound.“

⁵⁾ Detaillierte Mitteilungen über unterirdisches Rollen sind uns durch A. v. Humboldt im ersten Bande des „Kosmos“ (Neue Ausgabe der Werke, 1. Band, S. 148 ff.), durch Perrey (Mémoire sur les tremblements de terre ressentis en France, en Belgique et en Hollande depuis le 4^{me} siècle jusqu'à 1843, Brüssel 1845) und durch Daubrée (Les régions invisibles de la terre, Paris 1888, S. 121 ff.) zugekommen. Ersterer schildert als den ausgezeichnetsten Fall dieser besonders unheimlichen Erscheinung die „bramidos y truenos subterraneos“ in der mexikanischen Stadt Guanoxuato, die mehrere Wochen lang anhielten, ohne dass sich

Luftknaule intrakrustalen Ursprunges sind, dass sie gewissermassen als Signale für embryonale, nicht zu energischerer Ausbildung gelangte Erdbeben zu gelten haben. Ganz mit Recht erinnert Penck (a. a. O.) daran, dass der nächst Belgien meist beteiligte Bezirk, Nordschweiz und Bodensee-Territorium, zu jenen jung-geologischen Gebieten zählen, die noch keineswegs zur vollständigen tektonischen Ruhe gekommen sind.

In diesem Sinne haben sich von van den Broecks Gewährsmännern Flamache und Delvaux ausgesprochen; auch La Touche wendet diese Erklärung speziell auf die Barisal Guns an. Zwar ist, wie der gleichfalls der geodynamischen Auffassung zugeneigte Darwin anführt,¹⁾ auch daran gedacht worden, dass das magmatische Erdinnere an die umgebende starre Hülle anschlage, allein mit den sich stetig mehr die Bahn brechenden modernen Vorstellungen²⁾ von der inneren Beschaffenheit der Erde lässt sich dieser Rückfall in die Ideenkreise von Perrey und Falb nicht mehr vereinbaren. Wohl aber steht, mag man nun über die Gebirgsbildung welche Meinung immer hegen, die Thatsache fest, dass der Erdball einer fortschreitenden Volumverminderung durch Wärmeabgabe und Erkaltung ausgesetzt ist. Ist dem so, dann müssen tektonische Veränderungen eintreten, die zwar ungemein glatt und geräuschlos verlaufen, die andererseits auch entsetzliche Verheerungen anrichten können, während

die Erde im übrigen hätte in ihrer Ruhe stören lassen. Des grollenden Donners unter den Füßen gedenkt auch v. Bibra (Ueber Chile, Sitzungsberichte d. Akad. zu Wien, Math.-Naturw. Kl., 10. Band (1853), S. 717 ff.).

¹⁾ G. H. Darwin, „Barisal Guns“ and „Mistpoeffers“, Nature, 52. Band (1895), S. 650.

²⁾ Die Ueberzeugung, dass die Erde alle möglichen Aggregatzustände der Materie, und zwar in lückenloser Aufeinanderfolge, in sich schliesst, hat sich neuerdings, wie die von den verschiedensten Ausgangspunkten ausgehenden Veröffentlichungen von Penck, Reyer, Woldrich, Svante Arrhenius u. a. beweisen, ein hohes Mass von Anerkennung erworben, und es wird kaum mehr statthaft sein, zwischen zwei intratellurischen Aggregatzuständen — starrer Kruste und feurigflüssigem Magma — eine distinkte Grenzfläche vorauszusetzen.

vielleicht noch häufiger nur leise Bodenschwankungen und unbestimmte Lufterschütterungen davon Kunde geben, dass sich für einige Zeit ein neuer Gleichgewichtszustand im Gezimmer der Erde herausgebildet hat. Es wäre eine zu enge Fassung, wollte man mit Meldola und Davison (s. o.) die Luftknalle als Konsequenzen des nie ganz rastenden Faltungsprozesses in der Erdrinde definieren; ausser den durch Lateralschub bewirkten intrakrustalen Umsetzungen gibt es doch auch noch andere, und kleine Verwerfungen mögen sich sogar noch häufiger als Fältelungen ereignen. Issels Bearbeitung des umbri-schen Erdbebens vom 18. Dezember 1897 wirft für diese Annahme ebenfalls ihr Gewicht in die Wagschale,¹⁾ und nicht minder wollen die Wahrnehmungen, welche Delprat²⁾ aus Java bekanntgegeben hat, in diesem Geiste interpretiert sein. Beim Graben eines Tunnels wird der Gleichgewichtszustand eines kleinen Teiles der Erdrinde, eben des in angriff genommenen Gebirges, künstlich verändert, und die Reaktion des Felsgesteines wird in Bewegungen der festen Stoffe und durch deren Uebertragung in Luftbewegungen umgesetzt.

Neben den tektonischen Einwirkungen dürfen wir aber auch die explosiven³⁾ nicht ausser acht lassen, welche von Schlagwettern („grisou“) in unterirdischen Hohlräumen her-rühren und natürlich nicht nur an die von Menschen angelegten Bergwerke gebunden sind, wenn sie gleich nur durch ihr Auftreten in solchen zu unserer unmittelbaren Kenntnis

¹⁾ Barisal Guns, Nature, 61. Band (1899), S. 60.

²⁾ Delprat, Remarkable Sounds, ebenda, 53. Band (1896), S. 510. Beim Bau eines Tunnels hatten sich dumpfe Töne vernehmen lassen, als ob sie aus dem Inneren des durchbohrten Berges kämen.

³⁾ Jene explosiven Aktionen, die Gerland als Ursache mancher vermeintlichen Dislokationsbeben postuliert, sind hier nicht gemeint. Wir betrachten vielmehr für unsere Zwecke, im Einverständnis mit Gerland selbst (Die moderne seismische Forschung, Verhandl. des siebenten Internat. Geographenkongresses, 2. Teil, London-Berlin-Paris 1901, S. 152), die Erdbeben unter dem Gesichtspunkte der Einheitlichkeit, die sich, ganz unbeschadet der tiefer liegenden Entstehungsursache im Einzelfalle, in den akustischen Folgen zweifellos annehmen lässt.

gelangen. Hier war es wieder van den Broeck, der unseren Wissensstand übersichtlich zusammengefasst und für die Entstehung der Luftknalle eine neue Quelle eröffnet hat.¹⁾ Die Erforschung eines Naturereignisses, welches Menschenleben und Menschenwohlstand in so empfindlicher Weise schädigt, hat die k. belgische Akademie, die in einem an Kohlengruben reichen Lande auch dazu berufen war, veranlasst, eine „Section spéciale permanente d'études du grisou“ ins Leben zu rufen, und diese hat auch schon der für uns wichtigen Frage manchen Vorschub geleistet. Die wertvollen Untersuchungen von Guibal, Foré, Laur, Chesneau u. a. über den Zusammenhang zwischen schlagenden Wettern und Luftdruckschwankungen²⁾ berühren

¹⁾ van den Broeck, *La météorologie endogène et le grisou*, Lille 1898. Von weiteren einschlägigen Veröffentlichungen des um unser Problem sehr verdienten Belgiers, deren Inhalt wesentlich der Sammlung von Beweismitteln für die Hauptthese gewidmet ist, nennen wir die nachstehenden: *Les mistpoeffers ou détonations mystérieuses de la Mer du Nord et des régions terrestres et maritimes circonvoisines*, Brüssel 1896; *Les manifestations grisouteuses et leur prévision, dans ses rapports avec la météorologie endogène et avec la météorologie atmosphérique*, Lüttich 1898; *Les prévisions grisouteuses, recherches préliminaires faites à l'occasion des „avertissements“ de M. Francis Laur*, Brüssel 1899; *La question des mistpoeffers*, ebenda 1899; *Question à l'ordre du jour: grisou et mistpoeffers*, Lüttich 1901. Ferner gehören noch hierher als reichliche Materialiensammlung: *Procès-verbaux des séances tenues en 1898 par la section permanente etc.*, Brüssel 1898. Einen teilweise abweichenden Standpunkt nimmt ein E. Harzé (*Du grisou*, Brüssel 1898).

²⁾ Das aus den romanischen Ländern, die ja auch die meist betroffenen sind, stammende Material ist ausgiebig verarbeitet worden. Dagegen erfährt man nichts davon, dass auch die deutsche Fachliteratur schwerwiegende Beiträge zur Beurteilung der Beziehungen darbietet, die zwischen exogener und endogener Meteorologie obwalten, wenn wir für den Augenblick die uns sonst wenig zusagende Nomenklatur De Rossis (*Meteorologia endogena*, Mailand 1879–1882) uns aneignen; es werden dadurch, wie noch mehr durch das auf dem gleichen Boden fussende Werk von Canu-Gérigny (*Précis de météorologie endogène*, Paris 1894) gar zu viele heterogene Gegenstände vermengt. Die Arbeiten von Hilt, J. Mayer, v. Friesenhof, besonders von E. Suess kommen so wenig zur Geltung, wie diejenigen der Engländer Harries und Latham. Vgl.

uns an dieser Stelle nicht näher; wir halten einfach daran fest, dass auch Minenkatastrophen selbst kleineren Umfanges Schallerscheinungen nach sich ziehen, die noch in grösserer Entfernung als vages Geräusch gehört werden. Die Bedingungen haben Guibal¹⁾ und van den Broeck näher zu bestimmen gesucht; der letztere namentlich auch in seiner Polemik²⁾ gegen Harzé, welcher an der Realität der Mistpoeffers einige Zweifel verlautbart hatte. Demgemäss können wir jetzt die sogenannten Nebelknalle, die mit dem Nebel gar nichts und mit der Atmosphäre nur insofern zu thun haben, als diese die Fortleitung der ihr erteilten Impulse besorgt,³⁾ in zwei Gruppen sondern.

Es gibt diffuse Knalle und Schuss-ähnliche Detonationen, die ausschliesslich geotektonischer Herkunft sind; es gibt auch andere, welche sich auf explosive Vorgänge in unterirdischen, von ausströmenden Gasen erfüllten Hohlräumen zurückführen lassen. Der Umstand, dass das Wasser, dass die Luft in ihrer rasch wech-

Günther, Der Einfluss von Luftdruckschwankungen auf die flüssigen und gasförmigen Bestandteile der Erdoberfläche, (Gerlands) Beiträge zur Geophysik, 2. Band (1895), S. 71 ff.

¹⁾ Guibal, Les explosions de grisou dans les huillères, Mons 1889.

²⁾ van den Broeck, Reponse aux observations de M. E. Harzé faites au sujet du projet de programme d'études du grisou, Bull. de la Soc. Belge de Géologie, de Paléontologie et de l'Hydrologie, 2. août 1888.

³⁾ A. a. O., S. 8. „Ces bruits naturels consistent vraisemblablement en la transformation en ondes sonores de vibrations d'origine terrestre . . .“ Die Frage, inwieweit die akustischen Begleiterscheinungen der intrakrustalen Umwälzungen in ihrer Verbreitung besonderen Regeln unterliegen, bedarf noch, wie wir gleich nachher, im Anschlusse an die Arbeiten von Knett sehen werden, besonderer Erörterung. Eine wertvolle Vorarbeit hiefür lieferte Rudzki (Ueber die scheinbare Geschwindigkeit der Verbreitung der Erdbeben, Beitr. z. Geophysik, 3. Band (1898), S. 519 ff.). Interessante Perspektiven für die Beurteilung des Zusammenhanges gewährt eine von Hecker (Ergebnisse der Messung von Bodenbewegungen, ebenda, 4. Band, S. 104) mitgeteilte Beobachtung von Omori, der damals in Potsdam weilte. Es heisst dort nämlich: „Beim Eintreffen der Schallwelle verstärkte sich die Bewegung momentan.“

selnden Zusammensetzung, dass endlich die verschiedenen Gesteins- und Erdarten, aus welchen sich die oberen Erdschichten zusammensetzen, die namhaftesten Verschiedenheiten in der Fähigkeit, den Schall fortzuleiten, aufweisen, bedingt es, dass im einen Falle die Erschütterung sich rascher, im anderen minder rasch fortpflanzt, dass die Klänge, je nach den Umständen, aus der Luft, aus dem Wasser, aus den Eingeweiden der Erde zu kommen scheinen. Verlegt man den Ort, an dem die den Schall erzeugenden Kräfte thätig sind, unter die Erdoberfläche, so sind alle die Verschiedenheiten aufgeklärt, welche sich in der Beschreibung der Empfindungen der einzelnen Beobachter vorfinden.

Die moderne Ausbildung der seismischen Apparate und Registrierungsmethoden setzt uns, was auch schon van den Broeck und sein Mitarbeiter E. Lagrange hervorheben, wahrscheinlich in den Stand, die vorstehend dargelegte Deutung der Nebelknalle empirisch zu prüfen. Dessen dürfen wir uns ja wohl versichert halten, dass die letzteren für gewöhnlich, Ausnahmen abgerechnet, von Erschütterungen des Bodens, die auch der gleichgiltige Beobachter zu verspüren befähigt wäre, nicht begleitet oder gefolgt sind. Dagegen wird man es nicht für unwahrscheinlich halten dürfen, dass zu jedem thatsächlich endogenen Geräusche eine etwas ausgesprochene mikro-seismische Gleichgewichtsstörung gehört. Dieselben würden sich, wenn man erst in ihrer Erkennung eine gewisse Uebung gewonnen hätte, sowohl von den gewöhnlichen Tremors, wie sie Milne studiert hat, wie auch von den periodischen Pulsationen, die uns v. Rebeur-Paschwitz kennen lehrte, wohl unterscheiden lassen.¹⁾ Wenn erst eine grössere Anzahl von Stationen mit exakt arbeitenden seismischen Wellenzeichnern, seien es nun Vertikalpendel nach Wiecherts oder Horizontalpendel nach Ehlerts Konstruktion, begründet sein

¹⁾ Wir verweisen wegen dieser Oszillationen des Erdbodens auf eine frühere Darstellung (Günther, Handbuch der Geophysik, 1. Band, Stuttgart 1897, S. 495 ff., S. 271 ff.).

wird, dürfte sich auch eine tiefere Einsicht in die Zusammenhänge zwischen Dem, was oben in der Luft und Dem, was unter der Erde vorgeht, mit Zuversicht erhoffen lassen.¹⁾

Durch unsere Zustimmung zu der schon zum öfteren, noch niemals aber in der hier versuchten Bestimmtheit formulierten Hypothese, dass man die Entstehungsstelle der Nebelknalle unter der Erde zu suchen habe,²⁾ hoffen wir der

¹⁾ Sehr dankenswerte Mitteilungen einschlägiger Natur verdanken wir in neuester Zeit den „Mitteilungen der Erdbebenkommission der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien.“ In Betracht kommen besonders die nachfolgenden drei Berichte: Nr. IX, Woldrich, Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen am 8. April 1898; Nr. XX, Knett, Ueber die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen; Nr. XXI, Bericht über das Detonationsphänomen im Duppauer Gebirge am 14. August 1899. Knett schlägt vor, den Erdbebenschwärmen auch Detonationsschwärme zur Seite zu stellen, zu denen er auch die Schallerscheinungen in der Nähe der venetianischen Stadt Feltre rechnet (Haidinger, Das Schallphänomen des Monte Tomatico bei Feltre, Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, 1853, S. 559 ff.). Vor allem wichtig ist Knetts gelungener Nachweis, dass der Sitz der akustischen Vorkommnisse wirklich die Erdkruste selbst ist, und dass Schall und Beben wesentlich die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit besitzen. Natürlich wirken die verschiedenen Einflüsse zusammen, und auch bei den unterirdischen Knallen von Duppau (bei Karlsbad) hatte man es mit einem „Mischphänomen von vorwiegend akustischer Erregung“ zu thun. Knett hält für den Einzelfall die Wahl offen zwischen subterranean Einstürzen, die wir allerdings nur als Teilerscheinung von Dislokationen allgemeineren Charakters ansprechen möchten, und Druckausgleichen in Gasansammlungen (Explosionen); auch die Duppauer Bodenkrache könnten, da ringsum Säuerlinge der Erde entströmen, sehr wohl durch akute Gasentbindung veranlasst gewesen sein, wie denn nach Laube (Die geologischen Verhältnisse des Mineralwassergebietes von Giesshübel-Sauerbrunn, ebenda 1898) die vertikalen Ausweitungen („Schlöte“) der durch Auswitterung entstandenen „Zwerglöcher“ mit dem Ausbruche hochgespannter Gase in nahem Zusammenhange stehen dürften.

²⁾ Eine scharfe Scheidung zwischen seismischen und vulkanischen Prozessen erschien überflüssig. Die letzteren bethätigen sich nach De Rossi auch mikrophonisch gerade wie Erdbebengeräusche (Eine interessante Anwendung des Mikrophons auf vulkanische Erscheinungen, Ausland, 1879, S. 179).

unsere Betrachtung leitenden hodegetischen Regel, dass es unzulässig sei, alle irgend verwandten Naturerscheinungen auf das Prokrustesbett einer allumfassenden Erklärung spannen zu wollen, nicht untreu geworden zu sein. Ohne allen Zweifel gibt es, vom Zuthun der Menschen wiederum abgesehen, natürliche Vorkommnisse genug, welche die uns bekannten akustischen Nachwirkungen einzuleiten vermögen. Lawinenstürze, Uferrutschungen, Bergschlipfe¹⁾ gehören hierher; überhaupt alle die morphologischen Umwälzungen, welche wir mit Penck²⁾ als Massentransporte bezeichnen. Des ferneren sind Brandungsgeräusche als Ursachen gewiss nicht ausgeschlossen, und die Donnerlaute, welche an trüben Tagen gar nicht selten an das Ohr des Polarfahrers schlagen, gehen nach Pechuel-Loesche von der Bewegung der Eisflarden (s. o. S. 17) aus, die man durch den Nebel oft besonders deutlich hört (Günther, Handb. d. Geophysik, 2. Band, S. 41). Allein sehr gross werden wir uns das Wirkungsbereich derartiger Geschehnisse nicht vorzustellen haben, und die relative Allgemeingiltigkeit der oben gegebenen Erklärung wird durch jene nicht berührt. Wohl aber haben wir vorhin schon das sogenannte Phaenomen von Meleda als ein solches für eine Sonderuntersuchung aufgespart, welches seine eigentümlichen Kennzeichen bekunde und sich nicht ohneweiters den Mistpoeffers und Wasserschlüssen einordnen lasse. Hiefür sind wir jetzt den Beweis anzutreten verpflichtet.

¹⁾ Wir besitzen von dem grauenvollen Berggrutsche von Goldau, einem der grössten, die sich in geschichtlichen Zeiten zugetragen, eine zeitgenössische, mit anerkennenswerter Objektivität geschriebene Monographie (Zay, Goldau und seine Gegend, wie sie war und was sie geworden, Zürich 1807). Aus ihr müssen wir folgern, dass zwar an Ort und Stelle die Steinlawine mit entsetzlichem Geprassel niederging, dass man aber schon in dem nur zwei Gehstunden entfernten Flecken Schwyz (a. a. O., S. 251) weder ein weitgreifendes Zittern des Bodens, noch auch mehr als „einen dumpfen Donnerton“ bemerkte. Und auf andere schweizerische Kantone erstreckte sich nicht einmal diese minimale Wirkung.

²⁾ Penck, Morphologie der Erdoberfläche, 1. Band, Stuttgart 1894, S. 244 ff.

Meleda ist eine dalmatinische Küsteninsel, etwas nordwestlich von Ragusa gelegen. Hier erregten im März 1820 dumpf tosende Geräusche, die sowohl auf dem Lande wie auch auf der umgebenden See gehört wurden, eine kleine Panik unter den Einwohnern, und noch mehrere Jahre lang machte sich das Poltern, fernem Donner ähnlich, bemerkbar. Italienische und einheimische Gelehrte, Breislak,¹⁾ Configliacchi,²⁾ Stulli³⁾ widmeten der viel Aufsehen machenden Erscheinung besondere Abhandlungen, und die österreichische Regierung sandte in Riepl und Partsch Experte nach dem Eilande. Der von dem letzteren, einem geachteten Mineralogen und Meteoritenforscher, erstattete Bericht⁴⁾ lief darauf hinaus,

¹⁾ Breislak, Sulle detonazioni dell'isola di Meleda, Mem. dell'Imp. Reg. Istituto del Regno Lombardo-Veneto, vol. IV, adunanza del 24 aprile 1823.

²⁾ Configliacchi, Sulle detonazioni dell'isola di Meleda, ebenda, Vol. IV, adunanza del 7 agosto 1823. An dieser Stelle nur Anzeige des gehaltenen Vortrages. Zugänglich sind heutzutage am meisten die Auszüge, welche von Breislaks, Bossis und Configliacchis Berichten auch in des letzteren Zeitschrift übergegangen sind (P. Configliacchi-G. Brugnatelli, Giornale di Fisica, Chimica, Storia Naturale, Medicina ed Arti, (2) 6. Band, S. 417 ff.). Die Arbeit dieses Physikers lässt erkennen, dass es doch häufig sich wohl empfiehlt, in geologischen Fragen auch das physikalische Element zur Geltung zu bringen. Er denkt sich die Felsinsel von mehreren Kanälen und Höhlen durchzogen, zu denen das Wasser des Meeres von unten her Zutritt habe. Steigt dasselbe an, so muss es die in den sonst leeren Räumen befindliche Luft zusammendrücken, und dieser bleibt nur übrig, sich irgendwie einen gewaltsamen Ausweg zu bahnen. Dass ein solcher nicht ohne Krachen und Erzittern des Felsgerüsts der Insel erfolgen kann, wird sich, falls man die Prämisse zugibt, nicht in abrede ziehen lassen. Configliacchis Note ist dem Anscheine nach ausserhalb ihres engeren Vaterlandes nur wenig bekannt geworden. Wir wüssten, ausser bei Partsch und Hoernes, nur noch eine einzige Zitierung derselben namhaft zu machen, nämlich in einem Aufsatz von Schroetter (Springbrunnen und unterirdischer Donner durch das Meer veranlasst, Steierm. Zeitschr., (2) 2. Jahrgang, S. 164 ff.).

³⁾ Stulli, Sulle detonazioni dell'isola di Meleda, Ragusa 1823.

⁴⁾ P. Partsch, Bericht über das Detonations-Phänomen auf der Insel Meleda bei Ragusa, Wien 1826.

dass — so würde man sich heute ausdrücken — Erdbebenschwärme die Schuld an diesen, von eigentlich seismischen Störungen nur ausnahmsweise begleiteten Detonationen trügen. Auch Hoernes ist¹⁾ auf das jedenfalls eigenartige Schallphänomen näher eingegangen. Er analysiert die protokollarischen Feststellungen, die Partsch gemacht hat, näher, und wenn man das liest, so kann man sich allerdings nicht darüber wundern, dass viele Autoren die „kurz abgebrochenen“, für gewöhnlich nicht rollenden Knalle einfach den Mistpoeffers angliederten. So erwähnt Partsch,²⁾ dass in der Nacht vom 2. zum 3. November 1823 über hundert „einzelne Schüsse“, wie aus einer Batterie groben Geschützes, gehört wurden, immer in Zeitabständen von je fünf Minuten. Der Kreis, in dessen Innerem die ihre Intensität nach aussen rasch verlierenden Knalle vernehmbar waren, hatte keinen grossen Durchmesser, und nennenswerte Beschädigungen von Gebäuden waren einzig in der — offenbar epizentralen — Ortschaft Babinopogljje nachzuweisen. Dass eine Erderschütterung mit im Spiele war, lag klar zu Tage, und es fragt sich nur, wie wir uns, mit Rücksicht auf die konkreten Ortsverhältnisse, die seismischen Vorgänge zurechtzulegen haben.

Partsch, ganz im Banne der „heroischen“ Geologie³⁾ eines v. Buch und v. Humboldt stehend, geht von dem Grundsatz aus, dass Vulkane und Erdbeben nur verschiedene Ausseerungen ein und derselben Zustandsänderung im tieferen Erdinneren seien, und weist auch Breislaks Einsturzhypothese zurück, die, worin wir Hoernes Recht geben müssen,⁴⁾ denn doch einen weit plausibleren Eindruck macht. Unseres Erachtens freilich kommt der Wahrheit am nächsten die „pneumatische“ Theorie von Configliacchi, welcher seine Paduaner Kollegen Renier, Dal Negro, Melandri und Santini, sowie

¹⁾ Hoernes, a. a. O., S. 292 ff.

²⁾ Partsch, a. a. O., S. 89 ff.

³⁾ v. Zittel, Geschichte der Geologie und Palaeontologie bis Ende des neunzehnten Jahrhunderts, München-Leipzig 1899, S. 85 ff.

⁴⁾ Hoernes, a. a. O., S. 74, S. 302 ff.

der Mailänder Astronom Cesaris und der dortige Physiker Bossi¹⁾ ihre Zustimmung gaben.²⁾ Dieselbe hat eben den Vorzug, dass sie allein auf die Landesnatur Rücksicht nimmt. Meleda ist, wie die Gesamtheit der dem kroatischen Küstenlande und Dalmatien vorgelagerten Inseln, Karstland und nimmt somit an allen den Eigenschaften teil, welche für diese Gebirgsart als typisch anerkannt werden müssen.³⁾ Für dem Meere benachbartes Karstgebirge ist nun aber auch die Tatsache charakteristisch, dass seine Gewässer vielfach mit dem Wasser der offenen See in Verbindung stehen, und die Existenz solcher unbezweifelten Kanalsysteme schliesst

¹⁾ Bossi, Sulle detonazioni dell' isola di Meleda, Mailand 1824.

²⁾ Ohne von diesen Vorläufern Kunde zu besitzen, hatte der Verf. schon vor zwölf Jahren die Schallerscheinungen von Meleda als Bestandteil eines ganz anders gearteten Erscheinungskomplexes angesprochen (Geophysikalische Betrachtungen über das Stauungsphänomen und über Naturfontänen, Natur und Offenbarung, 35. Band (1889), S. 11 ff.). Von den damals dargelegten Anschauungen abzugehen, lag kein Grund vor.

³⁾ Speziell dafür, dass das Meer anstauend auf den Wasserstand von Binnenseen des Karstgebietes wirken kann, dienen als Belege der Čepič-See in Istrien und der Rothensteiner-See im Küstenlande (vgl. Kraus, Sumpf- und Seenbildungen mit besonderer Berücksichtigung der Karsterscheinungen und insbesondere der Katavothrenseen, Mitteil. d. Geogr. Gesellsch. zu Wien, 1893, S. 373 ff.). Wie die unsichtbaren Abzugsröhren oder Katavothren die ganze geographische Denkart der antiken Kulturwelt beeinflusst haben, ist trefflich auseinandergesetzt worden von C. Neumann und J. Partsch (Physikalische Geographie von Griechenland, mit besonderer Berücksichtigung des Altertums, Breslau 1885, S. 255 ff.), sowie von Kretschmer, Die physische Erdkunde im christlichen Mittelalter, Wien-Olmütz 1889, S. 82 ff.). Hierher gehören auch die berühmten Meermühlen von Argostoli (Günther, Handb. d. Geophysik, 2. Band, S. 804 ff.). Die Natur der dalmatinischen Inseln wird behandelt von H. Noë (Dalmatien und seine Inselwelt, Wien 1870, S. 53 ff.) und von K. Hassert (Montenegro, Ergänzungsheft Nr. 115 zu Petermanns Geogr. Mitteil., S. 45 ff.). Der Verf. forderte Dr. F. Fischer in Innsbruck auf, generell „Meer und Binnengewässer in Wechselwirkung“ darzustellen, und diese Studie wird sicher noch im Laufe dieses Jahres in den „Abhandlungen“ der k. k. Geographischen Gesellschaft zu Wien publiziert werden.

auch schon den Beweis dafür in sich, dass das Meer leicht unterirdisch mit den vom Namen Karst nun einmal unzertrennlichen Hohlräumen des Inneren kommunizieren kann. Sowie dies zugegeben wird, muss auch jede gegen die Küste gerichtete Bewegung ein stossweise erfolgreiches Eindringen des Meerwassers in die Klüfte und Adern des anstehenden Gesteines zur Folge haben, und zwar wird sich dieses Aufsteigen, wie am fraglichen Orte des näheren erörtert ward, dem Prinzipie des hydraulischen Widders anpassen.¹⁾ Eine Umschau in der erdkundlichen Litteratur führt uns eine ganze Anzahl ähnlicher und auch gleichartig bedingter Erscheinungen zu. Der Anprall des Wassers muss für sich allein schon, ohne dass auch nur auf eine heftigere Luftkompression im Sinne Configliacchis bezuggenommen zu werden brauchte, ein dauerndes Dröhnen in kurzen Pausen hervorrufen, und gelegentlich, wenn dieser Anprall ein besonders lebhafter ist, kann es recht wohl auch soweit kommen, dass der Fels zu zittern anfängt, dass ein regelrechtes Erdbeben mit den blossen Detonationen abwechselt. Also gerade der Punkt, der bei jeder anderen Auffassung Schwierigkeiten bereitet, wird jetzt einer einfachen Erklärung zugänglich, dass nämlich die akustischen Erschei-

¹⁾ Einschlägige Nachweisungen lassen sich knüpfen an die Bufaderos oder Strandspringbrunnen der Kanarischen Inseln (Calderon, *Études de géologie physique*, Bull. de la Soc. Géol. de France, (3) 15. Band, S. 38 ff.); ferner an ein ausgezeichnetes Beispiel intermittierenden Strahl-
auswurfes, das man auf der Insel Malta beobachtete (Wanderung durch Sizilien und die Levante, 1. Band, Berlin 1834, S. 406; Ann. d. Phys. u. Chem., 33. Band, S. 349 ff.), indem hier das von Stürmen gepeitschte Meer durch ein absichtlich hergestelltes Bohrloch bis zu einer Höhe von 60 Fuss emporspritzte. Pechuel-Loesche hat Bufaderos, die ihm den Eindruck förmlicher Brandungs-Geysirs erweckten, auch an der Küste von Madeira, sowie an derjenigen verschiedener Inseln der Azoren-Gruppe gesehen; andere zur Bildung von Springstrahlen disponierte Oertlichkeiten sind ihm zufolge die Sandwich-Inseln, die Ostspitze von Kuba und, falls die Kalebassa energisch genug ist, auch die Küste von Kinsembo (Portugiesisch-Westafrika). Und die Ausbrüche des gestauten, in regelmässigen Pausen in die Höhe geschleuderten Wassers sind stets von heftigem „Gurgeln und Donnern“ begleitet.

nungen als das Primäre, die mechanisch-seismischen dagegen als das Sekundäre zu betrachten sind.

Eher möchte man sich, statt dass man diese naturgemässe Theorie verwerfen sollte, über das verhältnismässig seltene Auftreten dieser Wechselbeziehungen zwischen Meer und Festland wundern. Wir sind allerdings der Meinung, dass sie doch bei genauerem Zusehen häufiger aufgedeckt werden können, und dass die Schallphaenomene, die sich in den gegen das Meer hin offenen Nischen und Höhlen manifestieren, eine analoge Ursache haben. Zumal von der bekannten Fingalshöhle auf der Insel Stafa, der ja schon mancher Besucher und Beschreiber mysteriöse Töne zugeschrieben hat, wird sich dies vermuten lassen. An die Stelle der Karstzerklüftung ist hier diejenige getreten, welche den charakteristischen Absonderungsformen des Basaltes entspricht. Und es ist mehr denn wahrscheinlich, dass, wenn erst alle gelegentlich gemachten, aber ungedruckt gebliebenen Beobachtungen verwandten Gepräges das bereits vorhandene Material vermehrt haben würden,¹⁾ die Detonationen, welche zum Typus von Meleda zu rechnen sind, nicht minder in zahlreichen Fällen als solche zu erkennen wären. —

Unsere Uebersicht über die akustisch-geographischen Vorkommnisse hat hiemit ihren Abschluss erreicht. Als einen nicht unerheblichen Nutzen derselben sind wir vornämlich anzusehen geneigt, dass der bislang auf diesem Gebiete bestehende Anarchie ein Ende bereitet und eine jede unter den sehr vielen Einzelercheinungen an den Platz gestellt worden ist, der ihr auf Grund kritischer Prüfung der von ihr han-

¹⁾ Eine solche Wahrnehmung stellten Prof. Rothpletz und Prof. Oberhummer zur Prüfung, die, an einer in den Kochel-See steil abfallenden Felswand hingehend, sonderbar säuselnde Töne vernahmen, für deren Provenienz sich nirgends ein Anhaltspunkt finden lassen wollte. Dass alternierendes Ein- und Auströmen des mit zerklüftetem Kalkfels sich berührenden Wassers Töne hervorbringen kann, ist gewiss, und ein lokaler Augenschein würde vielleicht darüber vergewissern, ob diese Auffassung des Sachverhaltes stichhaltig ist oder nicht.

delnden Angaben zukommt. Denn die Verwirrung, welche herrschte, war eine fast unglaubliche; Erscheinungen der verschiedensten Art wurden wahllos durcheinandergeworfen; solche dagegen, die wirklich zusammengehörten, mussten sich eine Trennung gefallen lassen. Belege für diese Unordnung sind wiederholt beigebracht worden und könnten noch beliebig vermehrt werden.¹⁾ Einerlei, ob unsere Bestrebungen, jedes akustische Naturphaenomen mit den einfachsten Mitteln zu erklären, vom Glücke begleitet waren oder mit der Zeit als unzureichend sich herausstellen — jedenfalls wird jeder künftige Bearbeiter dieser Probleme sich in den Stand gesetzt sehen, von einer gesicherten, erfahrungsmässigen Grundlage ausgehen und sich über die Zusammengehörigkeit oder Nicht-Zusammengehörigkeit der einzelnen Fragen ohne Mühe ein sicheres Urteil bilden zu können.

¹⁾ Insbesondere müssen die Töne des sinaitischen Glockenberges erhalten, wenn irgendwelche spontane Naturklänge dem Verständnis zugänglich gemacht werden sollen. Sogar als Seitenstück der Mistpoeffers hat man sie verwerten wollen (Fry, Barisal Guns, *Nature*, 54. Band (1896), S. 8). Indessen hat wenigstens in diesem Falle der Irrtum eine unverzügliche Richtigstellung erfahren (B. W. S., Barisal Guns, ebenda, 54. Band, S. 102).
