

# Frühe Zürcher Beiträge zur Thermodynamik der Atmosphäre

Von

W. KUHN

Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt, Zürich

Ein gutes Jahrzehnt nach der mathematisch-physikalischen Begründung der mechanischen Wärmetheorie durch R. CLAUSIUS wurde diese Lehre auf die Atmosphäre angewendet. W. THOMSON, der spätere Lord KELVIN, behandelte anscheinend als erster die Zustandsänderungen gesättigt feuchter aufsteigender Luft, und zwar 1862 in einem Vortrag vor der Literarisch-philosophischen Gesellschaft in Manchester; aus unbekanntem Gründen wurde diese Arbeit erst 1865 publiziert [10].

Es dauerte dann noch ein weiteres Jahrzehnt, bis diese Gedankengänge dank der Schriften des führenden österreichischen Meteorologen J. VON HANN [3] von den Meteorologen aufgegriffen wurden. In dieser Zwischenzeit beschäftigten sich mehrere Physiker mit dem Problem, meist ohne die Untersuchung von THOMSON zu kennen. Für die Meteorologie ist das Problem von grosser Tragweite: Die Bildung der Wolken und Niederschläge lässt sich ohne die Begriffe der «Trockenadiabaten» und «Sättigungsadiabaten» ebensowenig erklären wie etwa die Eigenschaften des Föhns; die latente Kondensationswärme des Wasserdampfes ist die Hauptursache aller Konvektionsströme, spielt aber auch im Energiehaushalt der Gesamtatmosphäre eine nicht zu vernachlässigende Rolle.

Vor 10 Jahren habe ich in dieser Zeitschrift [4] auf H. WETTSTEIN, Physiklehrer und späteren Direktor des Seminars Küsnacht, hingewiesen; WETTSTEIN hat 1869 in einer originellen, aber mathematisch und physikalisch nicht stichhaltigen Arbeit [11] die Entstehung der Gewitterwolken zu deuten versucht. Sein Beitrag besitzt heute nur noch Kuriositätswert.

Damals wusste ich nicht, dass die erste unanfechtbare Darstellung der Theorie der Sättigungsadiabaten von Zürich aus publiziert wurde, und zwar vom deutschen Mathematiker THEODOR REYE, der am Eidgenössischen Polytechnikum von 1863 bis 1867 als Privatdozent, dann bis 1870 als Professor, Geometrie dozierte. Auf diese Tatsache bin ich durch einen Aufsatz von Prof. J. E. McDONALD im Bulletin der Amerikani-

schen Meteorologischen Gesellschaft [6] aufmerksam geworden; Dr. E. LANDSBERG hat diesem Aufsatz eine kleine Ergänzung folgen lassen [5].

REYE publizierte die hier interessierende Untersuchung [7] 1864, also noch ein Jahr vor dem Erscheinen der Abhandlung von THOMSON. Es ist nicht anzunehmen, dass er von THOMSONS Vortrag in Manchester etwas gehört hatte; sein Beitrag hat also mit grosser Wahrscheinlichkeit als unabhängige Erstdarstellung zu gelten. Er zeichnet sich gegenüber der Abhandlung von THOMSON durch grössere Übersichtlichkeit und Eleganz aus und stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der heute in Lehrbüchern der theoretischen Meteorologie üblichen Darstellung überein.

Wie kam der Mathematiker REYE dazu, sich mit diesem Gegenstand zu befassen? Er hat in den Jahren 1864 bis 1877 insgesamt 7 meteorologische Schriften veröffentlicht, von denen sein Buch über die Wirbelstürme [8] weitaus die grösste Verbreitung fand. In der Vorrede zu diesem Buch gibt der Autor selbst einen Grund für sein Interesse an der Meteorologie an: «An der Nordsee (nämlich bei Cuxhaven) geboren, fühlte ich schon in früher Jugend mich lebhaft ergriffen von der grossartigen Erscheinung unserer Küstenstürme. . . Bei solchen Jugendeindrücken konnte mir ein lebendiges Interesse an Wind und Wetter niemals fehlen, und gern liess ich mich zeitweilig von der ehrwürdigen und ersten Mathematik ablenken durch ihre jüngere, phantasiereichere Schwester Meteorologie. Bald fand ich, dass derselben bei all ihrem Reichtum an Kenntnissen und geistreichen Ideen doch hie und da ein wenig mathematische Zucht nicht schaden könne; denn nur durch genaue Rechnungen lässt sich die Tragweite gewisser Annahmen, die sie macht, feststellen.» Die unmittelbare Anregung, sich mit der Thermodynamik feuchter Luft zu beschäftigen, schöpfte REYE zweifellos aus den Vorlesungen von Prof. CLAUSIUS, die er schon als Student am Zürcher Polytechnikum 1859/60 gehört hatte. Dies vermutet auch LANDSBERG. Bereits der Titel von REYES Dissertation, die er 1861 in Göttingen schrieb, deutet darauf hin: «Die mechanische Wärmetheorie und das Spannungsgesetz der Gase.»

CLAUSIUS selbst hat meines Wissens die meteorologischen Folgerungen seiner Theorie nicht in Betracht gezogen; für ihn ergaben sich eben die thermodynamischen Fragestellungen zunächst aus der Technik [1].

Über REYES Leben und Werk orientiert uns ein kurzer Nekrolog [9] sowie eine 2 Jahre nach seinem Tod von seinem Kollegen Prof. F. GEISER veröffentlichte Erinnerungsrede [2]. Wir erwähnen daraus nur, dass REYE (1838—1919) nach seinem Zürcher Aufenthalt und kurzer Professur in Aachen von 1872 bis 1908 als Professor für Geometrie und analytische Mechanik an der Kaiser-Wilhelms-Universität in Strassburg wirkte. Seine Forschungen galten vor allem der Geometrie der Massen und der projektiven Geometrie (damals Geometrie der Lage genannt). Er gehörte unserer Gesellschaft seit 1863 an und wurde 1896 zum Ehrenmitglied ernannt.

Es mag überraschen, dass H. WETTSTEIN, der seit 1864 ebenfalls Mitglied der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft war, REYES Arbeit über vertikale Luftströme in der Atmosphäre offensichtlich nicht gekannt oder nicht verstanden hat. REYE hat jedoch vor schweizerischen Hörern kaum über meteorologische Fragen gesprochen. Auch das ist verwunderlich, weil in jenen Jahren im Schosse der Zürcher sowohl wie der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft viel über meteorologische Probleme diskutiert wurde.

### Literatur

1. CLAUSIUS R.: Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie. 352 p. F. Vieweg & Sohn, Braunschweig 1864.
2. GEISER C. F.: Zur Erinnerung an Theodor Reye. Vortrag im mathematischen Colloquium zu Zürich am 26. Oktober 1920. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 66: 158—180, 1921.
3. HANN J.: Die Gesetze der Temperaturänderung in aufsteigenden Luftströmungen und einige der wichtigsten Folgerungen aus denselben. Z. Österreich. Ges. f. Meteorologie 9: 321—329, 1874.
4. KUHN W.: Misslungener, aber interessanter Beitrag eines Zürcher Naturforschers zur Theorie der Wolkenbildung. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 100: 214—216, 1955.
5. LANDSBERG H. E.: Note on "Early Developments in the Theory of the Saturated Adiabatic Process". Bull. Amer. Meteorol. Soc. 44: 511, 1963.
6. McDONALD J. E.: Early Developments in the Theory of the Saturated Adiabatic Process. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 44: 203—211, 1963.
7. REYE T.: Über vertikale Luftströme in der Atmosphäre. Schlömilchs Z. f. Math. u. Phys. 9: 250—276, 1864.
8. REYE T.: Die Wirbelstürme, Tornados und Wettersäulen in der Erdatmosphäre mit Berücksichtigung der Stürme in der Sonnenatmosphäre. 248 p. C. Rümpler, Hannover 1872.
9. REYE T. [Nekrolog]. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 64: 849—850, 1919.
10. THOMSON W.: On the convective equilibrium of temperature in the atmosphere. Mem. Lit. and Philos. Soc. Manchester 2: 125—131, 1865.
11. WETTSTEIN H.: Über die Beziehung der Elektrizität zum Gewitter. Vierteljahrsschr. Naturforsch. Ges. Zürich 14: 60—103, 1869.

