



- Autor: **Voit, Carl von** (1831–1908)
- Titel: **Philipp Johann Gustav von Jolly**
- Quelle: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen  
Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu  
München  
Band 15. 1885 (1886)  
Seite 119 – 136.  
*Signatur UB Heidelberg: H 93::15.1885*

Elektronische Ausgabe  
erstellt von  
**Gabriele Dörflinger**  
Universitätsbibliothek Heidelberg  
2012

# Nachruf auf Philipp von Jolly

gehalten in der Sitzung der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften am 28. März 1885 von CARL VON VOIT.

## Philipp Johann Gustav von Jolly

ist nach kurzem Krankenlager am 24. Dezember 1884 der Akademie durch den Tod entrissen worden.

Er war nach den mir von seinem Sohne gütigst gemachten Mittheilungen zu Mannheim am 26. September 1809 geboren, als Glied einer am Ende des 17. Jahrhunderts zur Zeit der Hugenottenverfolgung aus Frankreich ausgewanderten und seitdem in Mannheim ansässigen angesehenen Familie.

Der Vater war in jungen Jahren als Offizier in kurbayerische Dienste getreten, hatte als solcher einen Theil der napoleonischen Feldzüge mitgemacht, sich in Bamberg, wo er in Garnison lag, verheirathet, aber dann im Jahre 1809 als Hauptmann den Abschied genommen und sich wieder nach Mannheim begeben, woselbst er eine Tabakfabrik gründete und später von 1836 bis 1849 das Amt des Bürgermeisters bekleidete.

Philipp Jolly besuchte das Gymnasium und Lyzeum zu Mannheim und bezog dann (1829) die Universität Heidelberg, wo er vorzüglich mathematische und physikalische Studien betrieb. Schon am Gymnasium war Eisenlohr, der vortreffliche spätere Physiker am Karlsruher Polytechnikum, welcher damals am Mannheimer Lyzeum den Unterricht in der Mathematik und Physik gab, auf ihn von Einfluss, denn er war es wohl, der durch seine klare Darstellung die Neigung für die mathematisch-physikalische Richtung in ihm erweckte. Hervorragende Kräfte waren zu jener Zeit in diesen Disciplinen an der Ruperto-Carolina nicht thätig; Jolly war daher von seinen Lehrern nur wenig befriediget, es wurden die Vorlesungen des Mathematikers Schweins, des Chemikers Löwig und wohl auch des Physikers Munke gehört, aber eine eigentliche Schule in der Physik, die ihn auf eine bestimmte Richtung gewiesen und in die Wissenschaft eingeführt hätte, hat er nicht genossen.

Nach dreijähriger Studienzeit in Heidelberg und nachdem er schon im ersten Jahre derselben (1830) eine geschichtlich-mathematische Preisfrage „de Euleri meritis de functionibus circularibus“ (1834 veröffentlicht) gelöst hatte, deren Ausarbeitung für ihn durch den Einblick in die Entwicklung der mathematischen Wissenschaft von grossem Nutzen sowie entscheidend für die Wahl seines Berufes war, entschloss er sich für die akademische Laufbahn. Er wanderte daher im Frühjahr 1832 nach Wien, um sich in der Mathematik und Physik weiter auszubilden. Obwohl ihn auch hier die physikalischen Vorlesungen (bei Ettingshausen, Baumgärtner) nicht sehr fesselten, so war doch der Umgang mit seinem Freunde Ferdinand Redenbacher, dem späteren berühmten Begründer der wissenschaftlichen Maschinenkunde, und mit dessen Bruder Joseph, dem Chemiker der den Schwefelgehalt des Taurins entdeckte, von entschiedenem Vortheil für ihn; namentlich der erstere regte das Interesse für neue Maschinenkonstruktionen und für die Technologie in ihm an, wodurch er die Anwendung der Lehre von der Mechanik kennen lernte und auch veranlasst wurde längere Zeit regelmässig in der Werkstätte eines Mechanikers zu arbeiten, was ihm in der Folge bei Herstellung von Apparaten sehr behilflich war.

Von Wien aus, wo er 1  $\frac{1}{2}$  Jahre bis zum Herbst 1833 verblieb, wurden während

der Herbstferien Reisen, meist zu Fuss, durch Ungarn, Tyrol und die Lombardei unternommen, um Bergwerks- und Hüttenbetriebe, sowie die Seidenindustrie kennen zu lernen. Auch auf der Reise nach Berlin besuchte er die böhmischen und sächsischen Industrieorte. In Berlin, wo er kurz vor Weihnachten ankam und bis Ostern 1834, also 4 Monate, verblieb, fühlte er sich, wie seine Aufzeichnungen berichten, mehr angeregt und gefördert als an irgend einem anderen Orte vorher. Es hatte sich daselbst, wo Männer wie Ermann, Dove, Ritter, Steiner, Mitscherlich u. A. lehrten, und Magnus eben seine Thätigkeit begann, der wir vorzüglich die für die Physik so bedeutungsvoll gewordene Berliner Schule verdanken, ein höchst reges Leben in mathematisch-physikalischer Richtung entwickelt.

Zu Ostern 1834 kehrte er über Hamburg und den Harz nach zweijähriger Wanderzeit in die Heimath zurück. Er promovirte am 21. Juni 1834 als Doktor der Philosophie in Heidelberg und habilitirte sich dann alsbald daselbst als Privatdozent für Mathematik, Physik und Technologie.

Jolly begann nun eine ungemein intensive Lehrthätigkeit in den genannten Disciplinen. In der damaligen Zeit war der Privatdozent, ja nicht selten der Professor, noch ganz auf sich angewiesen, es wurde vom Staate nicht dafür gesorgt ihm die Mittel und Lokale für seine Thätigkeit zur Verfügung zu stellen. Und so hatte auch unser junger Dozent für den Hörsaal, für das Laboratorium und für die Einrichtung desselben mit den nöthigen Apparaten selbst aufzukommen, und obwohl sein Vater bei seiner zahlreichen Familie nicht mehr im Stande war, ihm noch weitere Mittel zur Verfügung zu stellen, so gelang es ihm doch durch unermüdliche Ausdauer eine nicht unbeträchtliche Sammlung physikalischer Instrumente zu Stande zu bringen. Jolly hat sich später öfters dahin geäußert, dass die Noth, die ihn in jenen Dozentenjahren zwang, alle seine Kraft auf den Lehrberuf zu concentriren, für ihn der beste Lehrmeister gewesen sei.

Zu dieser Zeit schloss sich Jolly besonders an den Anatomen und Physiologen Theodor Bischoff, der (1836) als Gehilfe Tiedemann's nach Heidelberg gekommen war und dort seine bahnbrechenden entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten begann, an. Bei seiner Ernennung zum ausserordentlichen Professor veröffentlichte Bischoff Untersuchungen über die Vorgänge bei der Respiration\*, welche unter Beihilfe seines Freundes Jolly entstanden waren. Lavoisier und Laplace sahen bei Aufstellung ihrer Theorie der Respiration die Lunge als den Heerd der Verbrennung im Thierkörper an; Tiedemann und Gmelin liessen dagegen den eingeathmeten Sauerstoff erst im Blute mit gewissen an Kohlenstoff und Wasserstoff reichen Substanzen sich verbinden. Dadurch war es wichtig geworden zu wissen, ob dem Blute Gase, namentlich Sauerstoff und Kohlensäure sich entziehen lassen. Allerdings war es schon längst Robert Boyle und John Mayow gelungen, Gas aus dem Blute durch die Luftpumpe zu erhalten; auch Priestley und Humphry Davy hatten durch Einleiten anderer Gase oder Erhitzen aus Blut Sauerstoff und Kohlensäure frei gemacht, aber später leugnete man die Gegenwart von Gas im Blute so z. B. John Davy, Joh. Müller, Gmelin mit Mitscherlich und Tiedemann. Bischoff und Jolly bekamen durch die Luftpumpe aus dem nicht mit Luft in Berührung gekommenen arteriellen und venösen Blute nur wenig Gas, das letztere enthielt sicher Kohlensäure, das erstere aber nur wenig Kohlensäure, während Sauerstoff nicht bestimmt nachzuweisen war. Daraus schloss

---

\*Commentatio de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis, 1837.

Bischoff, dass die Kohlensäure nicht erst in der Lunge entstehe. Obwohl die Methode und die Resultate der beiden jungen Forscher hinter den von Magnus 8 Jahre später erhaltenen zurückstehen, so bildeten sie doch zu ihrer Zeit durch Bestätigung der früheren Angaben einen Fortschritt in der Entwicklung der physikalischen Athemtheorie.

Im Jahre 1839 wurde Jolly zum ausserordentlichen Professor der Mathematik in Heidelberg ernannt, und 1846 zum Ordinarius für Physik. Durch letztere Ernennung gelangte er erst zur Mitbenützung des physikalischen Kabinetts der Universität und zu einer jährlichen Unterstützung für Anschaffung von Apparaten, so dass er sein Privatlaboratorium und seine Privatsammlung aufgeben konnte.

Bald darauf (1848) gab er seine Experimentaluntersuchungen über Endosmose heraus, die vorzüglich seinen Namen bekannt gemacht haben.

Dutrochet hatte im Jahre 1826, nachdem vorher schon einige Beobachtungen in dieser Richtung gemacht worden waren, die Erscheinungen des Austausches einer Salzlösung und von Wasser durch eine Membran hindurch näher verfolgt, Strömungen hinüber und herüber wahrgenommen und diese Vorgänge mit dem Namen Exosmose und Endosmose bezeichnet. Darauf gewahrte Magnus (1827), dass der Austausch nicht in gleichem Volum erfolgt, sondern dass die concentrirtere Salzlösung mehr Wasser aufnimmt als abgibt, von welchem Phänomen dann Brücke (1842) die richtige, noch jetzt geltende Erklärung gab.

Vierordt hatte noch in Karlsruhe (1848) sogar quantitative Bestimmungen hierüber ausgeführt und erkannt, dass sich die Menge des zum Wasser übergehenden Salzes sowie die Volumänderung proportional der Concentration der Lösung verhalte und dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Menge des austretenden Salzes und des eintretenden Wassers bestehe.

Jolly machte nun eine ausgedehnte Reihe von Versuchen nach einer vereinfachten Methode und sah zu, wieviel Wasser nöthig ist, um das in der Röhre befindliche Salz vollständig auszuwaschen. Er glaubte nachweisen zu können, dass für jede Gewichtseinheit des in das Wasser übergehenden Salzes stets ein und dasselbe Quantum Wasser in die Salzlösung eintritt, und so nannte er diejenige Menge Wasser, durch welche eine Gewichtseinheit Salz ersetzt wird, deren endosmotisches Aequivalent. Dem gegenüber zeigte allerdings Ludwig (1849), dass das sogenannte Aequivalent sehr veränderlich sich gestaltet je nach der Concentration der Lösung, mit welchem Nachweis auch die faktischen Grundlagen von Jolly's Formeln fielen, während seine theoretischen Anschauungen nicht bis zu einer wirklichen Erklärung des Diffusionsvorganges vorgedrungen waren, welche durch die von Brücke und Ludwig aufgefundenen Thatsachen gegeben wurde, wornach in die Membran eine verdünntere Salzlösung aufgenommen wird und die in ihr imbibirte Flüssigkeit nicht überall gleich concentrirt ist, indem an der Wandung der Poren nur Wasser, gegen die Mitte derselben zu eine immer concentrirter werdende Salzlösung sich befindet.

Nichtsdestoweniger hat Jolly durch seine Untersuchungen zur Klärung der osmotischen Vorgänge beigetragen, aus welchen man damals viele Erscheinungen an den Organismen, die des Uebergangs von Stoffen in die Säfte sowie die der Sekretion in den Drüsen auf einfache, rein physikalische Weise erklären zu können meinte.

Zu den besten Leistungen Jolly's gehört seine gemeinfassliche Darstellung der Prinzipien der Mechanik (1852), worin er die leitenden Ideen und die wichtigsten Resultate dieser Wissenschaft auch jenen zugänglich zu machen suchte, welche kein breiteres mathematisches Wissen sich angeeignet haben.

Noch in Heidelberg war er in Beziehungen zu Julius Robert Mayer gekommen, dem merkwürdigen Arzte und Naturforscher, der als Autodidakt mit weitem Blicke begabt, ohne von den früheren bestimmten Angaben von Bernouilli etc. etwas zu wissen, wieder darauf gekommen war, dass eine Arbeit nicht aus Nichts zu entstehen vermöge, dass sie um ebensoviele an Intensität verlieren müsse als eine andere daran gewinnt, dass todte Kraft zeitweilig aufgespeichert und wieder in lebendige umgesetzt werden kann, und der mit allem Eifer nach experimentellen Beweisen für seine Sätze suchte. Und so kam der originelle Mann manchmal von Heilbronn, wo er praktischer Arzt war, nach dem nahen Heidelberg, um sich den Rath der Schule bei Jolly zu erholen. Es wurde mir erzählt, er wäre einmal in grösster Aufregung angelangt, ein mit Wasser gefülltes Glasfläschchen schwingend, dessen Inhalt durch die Bewegungen eines Wasserrades eine höhere Temperatur angenommen hatte. Es gelang ihm jedoch damals nicht, Jolly, ebensowenig wie Andere, von seinen allerdings manchmal in barocker Weise dargelegten Ideen ganz zu überzeugen.

Im Jahre 1854 folgte Jolly einem ehrenvollen Rufe als Professor der Physik an die hiesige Universität als Nachfolger des durch seine bahnbrechenden Arbeiten über die elektrische Leitung berühmten Ohm. Der Kliniker Pfeufer, mit dem er von Heidelberg her eng befreundet war, hatte wohl in entscheidenden Kreisen auf ihn aufmerksam gemacht. Im Wintersemester 1854/55 hielt Jolly dahier seine erste Vorlesung über Experimentalphysik und richtete das physikalische Kabinet der Universität sowie die Arbeitsräume neu ein.

In München wurde eine weit angelegte, schon in Heidelberg begonnene Untersuchung, welche er in der Absicht unternommen hatte, nähere Aufschlüsse über das Wirkungsgesetz der Molekülkräfte zu erhalten, eifrig fortgesetzt. Der Gedankengang, der ihn dabei leitete, war folgender. Die bei Auflösung von Salzen in Wasser auftretende Verminderung des Volums der Flüssigkeit rührt von dem Zug her, welchen die auf einander wirkenden Moleküle des gelösten Salzes und des lösenden Wassers ausüben. Man kann daher, wenn man die Grösse dieser Contraction misst und andererseits die mechanische Kraft kennt, welche durch äusseren Druck eine gleich grosse Volumverminderung zu bewirken vermag, zu einem Maass für die Gesamtwirkung der Molekularzüge gelangen. Indem er nun weiter die Menge des Lösungsmittels, in welchem die Salzmoleküle vertheilt sind, vermehrte und die bei jeder ferneren Verdünnung noch eintretende Contraction bestimmte, suchte er aus der Abnahme der letzteren die mit der Vergrösserung der Sphäre, auf welche das Molekül seine Wirkung ausdehnt, eintretende Verminderung der Intensität dieser Wirkung zu ermitteln. Es sollten diese Untersuchungen als Erfahrungsgrundlage zur Ableitung des Gesetzes dienen, nach welchem der Molekularzug mit zunehmendem Abstand der Moleküle abnimmt. Jolly entwickelte zuerst in einer bei einer öffentlichen Sitzung der Akademie im Jahre 1857 gehaltenen Rede über die Physik der Molekülkräfte diese Prinzipien und theilte einige mit Salpeterlösung erhaltene Resultate mit. Später gab er in einer besonderen Abhandlung über die Molekülkräfte (1862) für 14 verschiedene Salzlösungen die Grösse der Contraction bei allmählichem Zusatz von Wasser an. Er schloss damals aus seinen Messungen, erstens dass die Contractionen sich wie die Aequivalentzahlen der gelösten Körper verhalten und zweitens dass der Zug der Theile abnimmt, wie die Quadrate der Entfernungen der auf einander wirkenden Moleküle wachsen, und dass er umgekehrt proportional ist der Summe der Aequivalente der aufeinander wirkenden Moleküle. Jolly ist nicht mehr auf diese lange Zeit fortgesetzten Untersuchungen zurückgekommen; es scheinen ihm Bedenken darüber

aufgestiegen zu sein, ob die Zahlendifferenzen gross genug sind, um weiter gehende Folgerungen zuzulassen.

Die ferneren wissenschaftlichen Arbeiten Jolly's zeigen fast alle das Bestreben Messinstrumente und Messmethoden zu verbessern und zu vereinfachen, um dadurch genauere Zahlen zu erhalten, welche ihrerseits für andere Zwecke Verwerthung finden konnten. Da es bei Beurtheilung der Versuchsergebnisse vor Allem auf die dabei eingeschlagenen Methoden ankommt, so möge es erlaubt sein, dabei mit einigen Worten auch die letzteren zu skizziren.

Es folgen zunächst eine Anzahl von kleineren Abhandlungen sehr verschiedenartigen Inhalts.

In einer derselben (1860) wird über das specifische Gewicht des flüssigen Ammoniaks, durch direkte Vergleichung des Gewichts einer gewissen Quantität desselben mit dem Gewicht eines gleichen Volums Wasser gewonnen, berichtet. Das Verfahren war ein höchst einfaches: in einer zugeschmolzenen, mit einer Messröhre verbundenen Glasröhre wird durch Erhitzen von Chlorsilberammoniak das Ammoniak entwickelt, das sich durch seinen eigenen Druck in der Röhre condensirt. Nach Abkühlung der Vorrichtung auf  $-80^{\circ}$  kann man ohne Gefahr die Entwicklungsröhre von der graduirten Messröhre abschneiden und letztere zuschmelzen; man beobachtet nun, bis zu welchem Theilstrich derselben bei  $0^{\circ}$  das flüssige Ammoniak reicht und wiegt dann die Röhre. Darin wird bei  $-24^{\circ}$  die Spitze durch die Löthrohrflamme erweicht, so dass durch den Druck des Gases ohne Glasverlust die Röhre sich öffnet, wornach das Gewicht der bei  $0^{\circ}$  mit Ammoniakgas gefüllten Röhre genommen wird und endlich das Gewicht der Wassermenge, welche das gleiche Volum einnimmt wie das flüssige Ammoniak. Auf diese Weise erhielt Jolly als specifisches Gewicht des flüssigen Ammoniaks bei  $0^{\circ}$  bezogen auf Wasser von  $0^{\circ}$  die Zahl 0,623.

Gelegentlich des Aufenthaltes im bayerischen Gebirge während der Ferien interessirte sich Jolly für die Tiefe der schönen Seen desselben. Man hatte schon frühe für solche Tiefmessungen das Tiefloth benützt und dann das Bathometer und zwar das nach R. Hooke (1726) mit Anzeige der Weglänge oder das nach Haies (1834) mit Angabe des von oben wirkenden Wasserdruckes. Ohne diese Instrumente zu kennen, suchte Jolly zu dem angegebenen Zwecke einen graphischen Apparat zu construiren und er kam dabei auf die Idee von Hales. In einer oben zugeschmolzenen, am oberen Theile kalibrierten Glasröhre ist von unten eine an beiden Enden offene engere Glasröhre eingeschoben. Aus der Menge des Wassers, welche sich beim Einsenken des Apparates bis auf den Grund des Sees in demselben ansammelt, schliesst man, wie weit die ursprünglich in dem Gefässe eingeschlossene Luft durch das Gewicht der darüber stehenden Wassermasse zusammengedrückt worden war. Um aber das Bathometer zu gebrauchen, muss man auch die Temperatur des Wassers in der Tiefe des Sees kennen, wesshalb er ein von ihm erfundenes graphisches Thermometer in der Kapsel des Apparates anbrachte. Es ist ein Minimumthermometer, das bei seiner Anwendung keine complizirteren Voraussetzungen macht. Dasselbe besteht aus einem kugeligen Gefässe, in welches eine an beiden Enden offene, getheilte enge Glasröhre stechheberartig eingesenkt ist; das Gefäss ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, welche innerhalb der gegebenen Temperaturgrenze einen gleichen Ausdehnungscoefficienten besitzt, in der Regel concentrirte Kochsalzlösung; die getheilte Glasröhre enthält Quecksilber, das nach Maassgabe der Zusammenziehung der Kochsalzlösung durch die niederere Temperatur am Grunde des Sees in das Gefäss abfließt. Die Angaben Jolly's über die Tiefe der bayerischen Seen sind jedoch nicht sicher, da Prof. Simony

in Wien für den Königssee und Alois Geistbeck für die übrigen Seen wesentlich davon abweichende Werthe erhalten haben. Mit dem graphischen Thermometer beobachtete er in der Tiefe im Allgemeinen eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Wassers.

Um rasch das absolute und specifische Gewicht kleiner Körper z. B. von Mineralsplittern hinreichend exakt zu bestimmen, construirte Jolly eine Federwaage (1864). Solche Waagen wurden zwar früher schon angewendet, aber vor so langer Zeit, dass die Sache leicht in Vergessenheit gerathen konnte; Eisenlohr hatte ebenfalls das gleiche Princip benützt, um in einfacher Weise die Pendelgesetze experimentell nachzuweisen. Ein spiralig gewundener Klaviersaitendrath, der an seinem oberen Ende befestigt ist, trägt am unteren Ende zwei über einander stehende Waagschälchen, von denen das untere stets in Wasser eingetaucht ist. Eine Marke an dem zwischen den beiden Schälchen befindlichen lothrechten Drath lässt die durch den zu wägenden Körper hervorgebrachte Dehnung der Spiralfeder an einer auf einem Spiegelglasstreifen befindlichen, am Stativ befestigten Skala ohne Parallaxe ablesen. Die Dehnung des Draths ist innerhalb hinreichend weiter Grenzen den aufgelegten Gewichten proportional und so giebt die Waage bei einer Belastung von einigen Grammen noch auf Milligramme einen deutlichen Ausschlag.

Pierre und Kopp hatten bei ihren Bestimmungen der Ausdehnung des Wassers durch die Wärme genügend übereinstimmende Werthe bis zu einer Temperatur von  $30^{\circ}$  erhalten, bei höheren Temperaturen differirten dieselben dagegen bis zu einer Einheit in der dritten Dezimale. Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften von Salzlösungen bei höherer Temperatur liessen Jolly eine genauere Kenntniss wünschenswerth erscheinen. Er bediente sich, um die Ausdehnung des Wassers von  $30$  bis zu  $100^{\circ}$  zu finden, zweier bekannter Methoden (1864). Zunächst wendete er die gewöhnliche Methode der Wägung des Wassers bei verschiedenen Temperaturen in einem Glasfläschchen von bekanntem Rauminhalt an. Dann beobachtete er die Volumveränderungen an einem thermometer-ähnlichen Instrumente, dem von Kopp erfundenen Dilatometer, dessen Volum bekannt ist und für dessen Röhre man zuvor den zwischen je zwei Theilstrichen befindlichen Raum durch Wägung des denselben ausfüllenden Quecksilbers ermittelt. Jolly brachte an Kopp's Instrument eine kleine Abänderung an, indem er die Kugel desselben von der Röhre trennte und das untere Ende der letzteren in die Oeffnung der Kugel einschleifen liess, wodurch die Reinigung und die Austrocknung des Apparats erleichtert wurde.

Bekannt ist Jolly's Quecksilberluftpumpe; dieselbe ist gebaut nach dem Prinzip der von Ludwig angegebenen Blutgaspumpe und stellt eine Vereinfachung der von dem Glaskünstler Geissler in Bonn verfertigten Quecksilberluftpumpe dar.

Für den Jubelband von Poggenдорfs Annalen lieferte Jolly (1874) einen Beitrag über die Ausdehnungscoëffizienten einiger Gase und über Luftthermometer. Man verdankt bekanntlich Magnus und Regnault genaue Untersuchungen der Ausdehnungscoëffizienten der Gase; Jolly erschien es nun für manche Fälle, z. B. bei Gewichtsreduktionen auf den leeren Raum oder bei Feststellung der Molekulareigenschaften der Gase, von Bedeutung zu sein, noch eine grössere Exaktheit unter Angabe des wahrscheinlichen Fehlers zu erhalten. Er benützte zu diesem Zwecke das zuerst von Rudberg angegebene Verfahren und suchte dessen Instrument zu vereinfachen, so dass es leicht zu handhaben ist und sich wie ersteres auch zu Temperaturbestimmungen als Luftthermometer anwenden lässt, das er dann besonders zur Reduktion der Angaben des Quecksilber- und Weingeistthermometers auf Angaben des Luftther-

mometers gebrauchte. Für den Ausdehnungscoefficienten der atmosphärischen Luft erhielt Jolly im Mittel einen etwas höheren Werth als Rudberg, Magnus und Regnault, und er ermittelte ferner den bis dahin nicht direkt bestimmten Coefficienten des Sauerstoffs, sowie den des Wasserstoffs, des Stickstoffs, der Kohlensäure und des Stickoxydulgases.

Von grossem Interesse sind Jolly's Angaben über die Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft (1879). Man war bis dahin zumeist geneigt, die kleinen Schwankungen in dem Sauerstoffgehalte der atmosphärischen Luft von unvermeidlichen Fehlern der Methode oder auch von lokalen Einflüssen abzuleiten. Bunsen hatte Schwankungen von 0.11 % gefunden, Regnault in zahlreichen Versuchen für die Luft in Paris von höchstens 0.08 %, in Luftproben aus vielen anderen Orten der Erde von nur 0.09 %, welche Schwankungen er als über den Beobachtungsfehlern liegend von örtlichen Ursachen abstammen liess. Jolly suchte zu zeigen, dass die Abweichungen grösser sind als man bis jetzt geglaubt hatte. Er berechnete zunächst aus den genau ermittelten Gewichten eines bestimmten Volums Luft, und ihrer Bestandteile den prozentigen Gehalt der Luft an Sauerstoff; zu dem Zweck wird ein Glaskolben, durch die Quecksilberluftpumpe von Luft befreit, leer und dann mit trockener kohlenstofffreier Luft gefüllt, ebenso mit elektrolytisch bereiteten Sauerstoff und mit Stickgas gefüllt gewogen. Diese Wägungen des Sauerstoffs und Stickstoffs benützte er dann auch zur Feststellung des specifischen Gewichts dieser Gase, welche mit den früher von Regnault angegebenen nahezu übereinstimmen. So erhielt er bei einer Anzahl von Wägungen der atmosphärischen Luft während eines Jahres Differenzen (0.9 m.gr. auf 1 Liter Luft), welche nach ihm nicht auf Unsicherheiten in den Wägungen, sondern nur auf eine Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der Luft zurückzuführen sind. Es ergaben sich als grösste Differenzen im Sauerstoffgehalt 0.49 %.

Da diese Schwankungen viel grösser sind als nach den bisherigen eudiometrischen Bestimmungen zu erwarten war, so controlirte er die erstere Methode durch ein einfaches eudiometrisches Verfahren mit dem von ihm erfundenen Kupfereudiometer, bei welchem durch ein Manometer der Druck der kohlenstofffreien Luft vor und nach der Entziehung des Sauerstoffs durch eine mittelst des elektrischen Stroms zur Glühhitze versetzte Kupferspirale bei 0° gemessen wird. Zwei Proben der nämlichen Luft gaben dabei Differenzen von nur 0.013 % im Sauerstoff. Auch hier erhielt Jolly in der zu verschiedenen Zeiten untersuchten atmosphärischen Luft wie durch die Wägungsmethode nicht unbeträchtliche Schwankungen im Sauerstoffgehalt, nämlich wiederum von 0.5 %. Er hält daher den Satz von der Unveränderlichkeit der Zusammensetzung der Atmosphäre nicht für richtig, Man sollte eigentlich auch voraussetzen, dass der Gehalt der Luft an Sauerstoff nicht stets der gleiche sein könne, da viele Prozesse auf der Erde eine Aenderung in demselben hervorzubringen vermögen. Jolly glaubte nun die Verschiedenheiten in Beziehung mit den Windrichtungen bringen zu dürfen: die Polarströme gaben nämlich einen höheren Gehalt an Sauerstoff, sie zeigten also ein Zurücktreten der Oxydationsprozesse gegen die Reduktionsprozesse in jenen Regionen an, während die Aequatorialströme durch einen geringeren Gehalt an Sauerstoff ein Vorwiegen der Oxydationsprozesse gegenüber den Reduktionsprozessen, vielleicht in Folge der höheren Temperatur jener Gegenden, verkünden. Es wäre für die Erkenntniss der Vorgänge auf unserer Erde sehr wichtig, die Frage durch erneute, unter verschiedenen Umständen angestellte Versuche zum Entscheid zu bringen; Hempel, auch Morley und Vogler haben sich neuerdings nach eigenen Beobachtungen



Jolly angeschlossen.

In den letzten Jahren seines Lebens (1878 - 1881) beschäftigte sich Jolly vorzüglich mit Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation, wozu er wahrscheinlich durch seine Betheiligung bei der k. b. Normalaichungskommission veranlasst worden war. Diese Arbeiten erscheinen mir als die bedeutungsvollsten seiner wissenschaftlichen Thätigkeit.

Er war zunächst bestrebt, die Waage in Konstruktion und Ausführung zu verbessern, jedoch sind die von ihm angegebenen Vorschriften im Wesentlichen nicht neu, sondern schon bei der von Steinheil beschriebenen, in der math.-physik, Sammlung des Staats aufgestellten und vielfach benützten Waage angewendet, so also die Arretirung der Endschneiden statt der der Schalen, die Arretirung des Waagbalkens und der Gehänge, die Prüfung der Parallelstellung der Schneiden nach der von Gauss angegebenen Weise durch kleine am Gehänge angebrachte Planspiegel, sowie die Steinheil'sche Ablesung durch einen über der Mitte des Waagbalkens aufgestellten Spiegel. Jolly erreichte damit, dass die Resultate im Laufe von vier Monaten bei Belastung mit 1 Kilo nur um 0.00086 m.gr. von einander abwichen oder wiederholte Wägungen im arithmetischen Mittel Schwankungen von nur  $\pm 0.01$  m.gr. zeigten, welche Genauigkeit mit der Steinheil'schen Waage früher von Seidel und auch bei anderen Beobachtungen von Ernst Voit ebenfalls erreicht worden ist.

Jolly benützte nun die so eingerichtete Waage, um den Zug der Erde in verschiedenen Entfernungen von ihrem Mittelpunkte durch den ungleichen Druck gleicher Gewichte auf die Wagschale zu bestimmen. Da der Druck eines Körpers auf die Unterlage mit dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkte abnimmt, so muss bei einer Entfernung von 5 Metern und einem mittleren Erdhalbmesser von 6 366 189 Metern die Gewichtsabnahme eines Kilogramm schon 1,57 m.gr. betragen. Jolly brachte daher 5,29 Meter unterhalb der Schalen einer Waage weitere Schalen an und verglich zwei Kilogrammgewichte, welche zuerst in die oberen Schalen eingelegt waren, und dann als das eine in der oberen, das andere in der unteren Schale sich befand; er erhielt im letzteren Falle eine Differenz von 1,5099 m.gr., während man unter obiger Annahme eine solche von 1,662 m.gr. hätte erwarten sollen.

Jolly gieng nun daran auf diese Weise eine Wägung der Erde und eine Bestimmung der Dichtigkeit derselben zu unternehmen, indem er die Versuche in grösserem Maassstabe im Thurm des Universitätsgebäudes wiederholte und ermittelte, wieviel mal mehr materielle Punkte die Erde besitzt als ein Körper von bekannter Grösse und von bekannter Dichtigkeit. Zu dem Zweck nahm er einen Abstand der oberen und unteren Schalen von 21,005 Meter und stellte unterhalb der unteren Waagschalen eine Bleikugel von 1 Meter Durchmesser auf, welche durch ihren Zug eine Erhöhung des Gewichts bewirkte. Die Differenz der Gewichtszunahmen mit und ohne unterlegte Bleikugel giebt die Grösse des Zugs der Bleikugel an; so erhält man ein Mittel, die Dichtigkeit der Erde mit der des Bleies zu vergleichen, und da die letztere bekannt ist, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu berechnen, die sich zu 5,692 findet.

Schon seit einem Jahrhundert hat man sich bemüht das gleiche Problem auf verschiedene Arten zu lösen, zunächst durch die Ablenkung des Bleiloches durch ein isolirt stehendes Gebirge, dann unter Anwendung der Torsionswaage, endlich aus dem Unterschiede der Pendelschwingungen auf dem Gipfel und am Fusse eines hohen Berges, oder durch den Vergleich der Pendelschwingungen in der Tiefe und an der Mündung eines Schachtes. Jolly hat das von Vielen angestrebte Ziel auf einem neuen Wege zu erreichen gesucht; die von ihm für die mittlere Dichtigkeit der Erde erhaltene

Zahl ist höher als die der übrigen Beobachter. Man darf sehr gespannt darauf sein, ob seine Angabe in weiteren Untersuchungen sich bestätigen wird; die Berliner Akademie der Wissenschaften hat in letzter Zeit die Mittel erhalten, die Versuche Jolly's über die Gravitation in etwas abgeänderter Weise weiter zu verfolgen.

Die Thätigkeit als Forscher erschien jedoch Jolly nicht als Hauptaufgabe; die grösste Freude bereitete ihm, wie er sich öfters geäussert, das Lehramt an der Hochschule, dem er seit seiner ersten Heidelberger Dozentenzeit mit besonderer Liebe zugethan blieb. Er hat es verstanden, die grosse Vorlesung über Experimentalphysik, welche nach einer guten Tradition an unserer Universität von Studirenden aller Fakultäten als allgemein bildendes Fach gehört wird, während 30 Jahren vollzählig zu erhalten. Er hat aber auch Manche, die sich seine Schüler nennen, weiter in die Physik eingeführt, so z. B. Wüllner, Lommel, Bohn, Kurz, Narr, Wroblewski u. A.

Mit lebhaftem Interesse betheiligte er sich an der Einführung des metrischen Maass- und Gewichtssystems. Schon im Jahre 1861 war er als bayerisches Mitglied in der hiemit betrauten Commission beim Bundestag in Frankfurt thätig, wo er eifrig für die Annahme dieses Systems wirkte. Später als dasselbe (1869) in Bayern eingeführt wurde, hatte er bei der Organisation Antheil und verblieb bis zu seinem Tode der wissenschaftliche Rathgeber bei der Normalaichungskommission. Auch zu der internationalen Meterconferenz zu Paris (1872) war er von der bayerischen Regierung gesandt worden.

Bei der neuen Organisation der technischen Lehranstalten in Bayern wurde seine Hilfe von Seiten der k. Staatsregierung in Anspruch genommen; jedoch fiel die Einrichtung nicht ganz in dem Sinne aus, wie er sie geplant hatte.

Der Münchener geographischen Gesellschaft gehörte er seit ihrer Gründung (1869) an; er war bis zu seinem Lebensende deren erster Vorstand und eines ihrer thätigsten Mitglieder. Er drückte derselben ihren Charakter auf sowohl in socialer als auch in wissenschaftlicher Beziehung. Durch Vorträge und Mittheilungen in den Jahresberichten der Gesellschaft so z. B. über die Farbe der Meere und über einige Resultate, welche durch die Kabellegungen für die Physik der Meere gewonnen wurden, suchte er die Fortschritte in der Kenntniss der Erdoberfläche in weitere Kreise zu verbreiten.

Sein am 21. Juni 1884 begangenes 50jähriges Doktorjubiläum, das sich mit der Feier seines 50jährigen Dozentenjubiläums verband, gab seinen Freunden und Verehrern Veranlassung ihm für seine Verdienste um die Universität und die Wissenschaft zu danken; er erfreute sich noch sehr an der warmen Theilnahme, die er bei dieser Gelegenheit von vielen Seiten erfuhr, und auch an der Anwesenheit seiner vier Söhne, von welchen drei ehrenvolle akademische Stellungen einnehmen. Er sprach sich dabei in einem Ueberblicke über seinen Lebensgang dahin aus, wie er sich glücklich fühle, dass er diesem Jahrhundert des wissenschaftlichen Fortschrittes angehöre, dass es ihm beschieden gewesen sei in München, der Stadt der Kunst und Wissenschaft, zu wirken, und darüber dass er ein Deutscher sei und die Erhebung des deutschen Vaterlandes habe erleben dürfen.

Bald darauf meldeten sich asthmatische Beschwerden, in Folge deren er um seine Emeritirung vom Lehramt nachsuchte. Der trotz seiner 75 Jahre sehr rüstige Greis, dem man noch eine längere Lebenszeit zugetraut hätte, starb am Weihnachtsabend 1884, nachdem er noch wenige Tage zuvor in einer Sitzung der Akademie eine Arbeit seines Schülers und Freundes Lommel vorgelegt hatte. Die Akademie wird sein Andenken in Ehren halten.